

**Propuesta para redistribución en planta de la empacadora de la Finca Córdoba Bis,  
ubicada en la Zona Bananera-Magdalena**



**María José Pardo Rodríguez, Andrea Marcela Sánchez Campo**

**Septiembre de 2022**

**Universidad Antonio Nariño**

**Magdalena**

**Propuesta para redistribución en planta de la empacadora de la Finca Córdoba ii**

**Bis, ubicada en la Zona Bananera-Magdalena**

**María José Pardo Rodríguez, Andrea Marcela Sánchez Campo**

**Septiembre de 2022**

**Universidad Antonio Nariño**

**Magdalena**

**Notas del autor**

María José Pardo Rodríguez, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño, Santa Marta

Andrea Marcela Sánchez Campo, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño, Santa Marta.

El proyecto de tesis de grado tuvo colaboración de empresa, Agricolapalmaban de Santa Marta- Zona bananera

**Nota de Aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

Yo María José Pardo quiero dedicarle mi logro a mi familia, quienes son mi principal pilar en mi vida, gracias ellos y a su gran apoyo he logrado cerrar este capítulo tan importante en mi vida como lo es poder entregar mi propuesta de grado y poder graduarme como ingeniera industrial.

Del mismo modo quiero dedicarle este trabajo a mi compañera de tesis Andrea Sánchez y amiga Katheryn Meléndez, sin su apoyo y colaboración no fuese llegado hasta a culminar este capítulo.

## Agradecimientos

v

En primera instancia queremos darle las gracias nuestros padres y de más familiares por su constante apoyo en todas nuestras etapas de nuestra vida. Por enseñarnos, educarnos, apoyarnos y forjarnos como personas de bien, con principios y valores. Gracias por nunca dejar de creer en nosotras y lo que podemos lograr todo este logro es por ustedes.

Queremos darle gracias a Dios por permitirnos formarnos y culminar este logro en nuestras vidas, agradecerle enormemente a la universidad Antonio Nariño, por recibirnos con los brazos abiertos y ayudarnos a lograr ser grandes profesiones y sobre todo ser grandes personas.

Agradecemos por estos cinco años al cuerpo docente de esta institución por toda su paciencia, dedicación y su tiempo en brindarnos todos su conocimientos y experiencias de vida a lo largo de esta carrera. Queremos agradecer enormemente a los profesores Manuel Campuzano, Rick Acosta, Luis Gómez, y Williton Agamez, por sus asesorías, tiempo, consejos y conocimientos para la realización de este proyecto.

Muchas gracias a cada uno de nuestros compañeros de estudios, quienes a través de estos cinco largos años se han convertido en parte nuestra familia y de nuestra vida personal, siempre apoyándonos, aconsejándonos y luchando uno a los otros para darnos impulsos de salir adelante como el gran grupo de amigos y compañeros que somos.

Finalmente, queremos darle las gracias de igual manera a la empresa **Agricolapamlaban**, quienes nos permitieron suministrar los datos necesarios para llevar a cabo este proyecto que es nuestra tesis de grado, permitir conocer el proceso tan bonito como lo es el de cultivar, cosechar y exportar Banano tipo exportación siendo actualmente una de las principales fuentes de ingresos de nuestro país.

Este proyecto de investigación propone un diseño de redistribución en planta para la empacadora de la finca Córdoba Bis, una empresa dedicada a la producción y exportación de banano. Consiste en el diagnóstico, análisis e identificación de oportunidades de mejora en la distribución en planta actual por medio de un estudio de métodos y tiempos, y en la propuesta de una alternativa de mejora aplicando el método Guerchet y SLP, con el fin optimizar los espacios, aumentar el flujo de materiales, reducir tiempos y costos, e incrementar la eficiencia de la empacadora. La metodología es evaluada mediante una simulación en el software FlexSim; un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo. En el proceso de simulación se utilizaron parámetros obtenidos por medio de RStudio, teniendo en cuenta las mejoras obtenidas por la aplicación del método SLP. Finalmente, se propone un escenario donde se mejoran las distancias recorridas por los operarios, los espacios utilizados y los porcentajes de inactividad de los operarios, proyectando una disminución de cuellos de botella, la optimización de la mano de obra, la reducción del riesgo para la salud y el aumento de la seguridad.

**Palabras claves:** Redistribución en planta, empacadora de banano, tiempos, método SLP, FlexSim.

## **Abstract**

This research project proposes a plant redistribution design for the packing house of the Córdoba Bis farm, a company dedicated to the production and export of bananas. It consists of the diagnosis, analysis and identification of opportunities for improvement in the distribution in the current plant through a study of methods and times, and in the proposal of an improvement alternative applying the Guerchet and SLP method, in order to optimize the spaces. , increase material flow, reduce time and costs, and increase baler efficiency. The methodology is evaluated through a simulation in the FlexSim software; a program that allows you to build and run the developed model in a simulation within a 3D environment from scratch. Parameters obtained through RStudio were used in the simulation process, taking into account the improvements obtained by applying the SLP method. Finally, a scenario is proposed where the distances traveled by the operators, the spaces used and the percentages of inactivity of the operators are improved, projecting a reduction in bottlenecks, the optimization of the workforce, the reduction of the risk for the health and increased safety.

**Keywords:** Layout, banana packing plant, times, SLP method, FlexSim

## Contenido

1. Introducción .....	1
2. Línea de Investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3. Semillero de Investigación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4. Planteamiento del problema.....	3
6. Formulación del problema .....	6
7. Justificación .....	7
8. Objetivos .....	9
8.1. Objetivo General.....	9
8.2. Objetivos Específicos.....	9
9. Marco Referencial.....	10
9.1. Antecedentes de la investigación.....	10
9.1.1. Antecedentes internacionales.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.1.2. Antecedentes nacionales .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.1.4. Antecedentes a nivel local .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.1.5. Antecedentes en ingles.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.2. Marco Teórico.....	28
9.2.1. Distribución en planta: .....	28
9.2.2. Principios de la distribución en planta:.....	28
9.2.3. Tipos de distribución en planta.....	29
9.2.4. Distribución por proceso.....	30
9.2.5. Distribución por producto.....	30
9.2.6. Distribución por sección .....	31
9.2.7. Distribución por fija.....	32
9.2.8. Detalles de una distribución por posición fija.....	32
9.2.9. Técnicas para el estudio, análisis de tiempos y movimientos.....	33
9.2.10. Ingeniería de métodos .....	34
Tabla 1. ....	34
<i>Etapas del estudio de métodos</i> .....	34
Tabla 2. ....	35
<i>Tabla Westinghouse</i> .....	35
9. 3. Marco Conceptual.....	37
9.4. Marco Geográfico .....	42
9.5. Marco Legal .....	47
9.6. Marco Académico.....	48
9.6.1. Relación con las líneas de investigación de la facultad .....	48
9.6.2. Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial .....	48
9.6.3. Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial .....	48
9.6.5. Relación con los objetivos del programa de Ingeniería Industrial.....	49
9.6.7. Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado.....	49



9.6.8. Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado.....	50
10. Diseño Metodológico.....	51
10.1. Tipo y Enfoques de Investigación.....	52
10.2. Variables de Medición.....	52
10.2.1. Variable dependiente.....	52
10.2.2. Variable independiente.....	53
10.2.3. Variables intervinientes.....	53
10.3. Recolección y Análisis de Datos.....	53
10.3.1. Fuentes primarias.....	53
10.3.2. Fuentes secundarias.....	53
10.3.3. Unidad de estudio o muestra.....	54
10.3.4. Muestra.....	55
10.4. Hipótesis.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
10.5. Fases y Actividades Metodológicas.....	56
Tabla 3. ....	56
<i>Fases y etapas metodológicas</i> .....	56
11. Desarrollo del primer objetivo.....	57
11.1. Descripción de la empresa.....	57
11.2. Tipos de material y herramientas para la recolección de información.....	58
11.3. Estructura Organizacional.....	59
11.3.1. Descripción de los cargos.....	60
11.4. Descripción del área empacadora.....	69
11.5. Estudio de métodos.....	70
11.6. Proceso de empaque del banano tipo exportación.....	71
11.7. Diagrama de proceso – análisis el producto.....	73
11.8. Diagrama de flujo.....	75
11.9. Matriz DOFA.....	76
11.10. Diagrama de Ishikawa.....	77
11.11. Estudio de tiempos.....	78
Tabla 4. ....	78
<i>Tiempos de operación</i> .....	78
11.11.1. Clasificaciones por actividad.....	79
Tabla 5. ....	79
<i>Clasificación actividades</i> .....	79
11.11.2. Hoja de observaciones para estudio de tiempo.....	82
Tabla 6. ....	82
<i>Observaciones para el estudio de tiempo</i> .....	83
Tabla 7. ....	84
<i>Tabla de tiempos</i> .....	85
Tabla 8. ....	86
<i>Suma total de los tiempos de las observaciones.</i> .....	86
12. Conclusiones.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
13. Anexos.....	14
Bibliografía.....	24

## Lista de figuras

Figura 1. <i>Símbolos del diagrama de procesos</i> .....	38
Figura 2. <i>Ruta de acceso a la Finca Córdoba Bis.</i> .....	42
Figura 3. <i>Ruta de acceso a la Finca Córdoba Bis</i> .....	43
Figura 4. <i>Requisito legal.</i> .....	47
Figura 5. <i>Organigrama.</i> .....	59
Figura 6. <i>Ruta de Procesos</i> .....	74
Figura 7. <i>Diagrama de flujo</i> .....	75
Figura 8. <i>Matriz Dofa</i> .....	76
Figura 9. <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	77
Figura 10. <i>Empacadora</i> .....	14
Figura 11. <i>Piscina 2.</i> .....	15
Figura 12. <i>Garruchero.</i> .....	16
Figura 13. <i>Organigrama.</i> .....	17
Figura 14. <i>Post Cosecha.</i> .....	18
Figura 15. <i>Pesador.</i> .....	19
Figura 16. <i>Banda transportadora.</i> .....	19
Figura 17. <i>Desmanador.</i> .....	20
Figura 18. <i>Entrada y salida de los garrucheros.</i> .....	21
Figura 19. <i>Entrada a la Finca Córdoba Bis.</i> .....	22
Figura 20. <i>Bodega de cartón.</i> .....	22
Figura 21. <i>Bodega de cartón.</i> .....	23

## Lista de tablas

Tabla 1. <i>Etapas del estudio de metodos</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 2. <i>Tabla Westinghouse</i> .....	64
Tabla 3. <i>Fases y etapas metodologicas</i> .....	84
Tabla 4. <i>Tiempos de operación</i> .....	107
Tabla 5. <i>Clasificación actividades</i> .....	108
Tabla 6. <i>Observaciones para el estudio de tiempo</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.12</b>
Tabla 7. <i>Tabla de tiempos</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 8. <i>Suma total de los tiempos de las observaciones</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **1. Introducción**

La distribución dentro de una empresa dedicada a empacar productos agrícolas y otro tipo de productos es sumamente importante ya que de esta dependerá el nivel de eficacia y eficiencia de las labores, por eso, dentro de este trabajo de investigación se busca plantear una redistribución en planta en la empacadora de la Finca Córdoba Bis ubicada en la Zona Bananera-Magdalena con el fin de mejorar los niveles de producción para que la empresa pueda alcanzar unos niveles más altos de competitividad dentro del mercado.

El interés principal de esta investigación está relacionado con el impacto social que puede tener el departamento del Magdalena con el impulso y el posicionamiento de las empresas que generan empleo a la población.

Este proyecto de investigación es de tipo descriptivo y se basa principalmente en un enfoque cuantitativo de la investigación, ya que es un trabajo que busca medir algunas variables dentro de los procesos de producción para así determinar su nivel de desarrollo productivo y luego proponer la redistribución para aumentar la calidad y la rapidez de los servicios.

En cuanto a la organización del trabajo, este se encuentra dividido por capítulos dentro de los cuales se encuentra el planteamiento del problema, luego la justificación de la investigación, después los objetivos tanto generales como específicos, el marco teórico referencial dentro del cual se presentan las teorías y conceptos que deben ser tenidos en cuenta dentro de este trabajo y que de una forma u otra enriquecieron el proceso.

Por último, se encuentra un marco geográfico donde se incluye el Plan Departamental de Desarrollo, un marco académico donde se realizan las comparaciones entre la investigación y los objetivos de la institución para luego darle paso al diseño metodológico y el análisis de los resultados encontrados.

En cuanto a la línea de investigación, según la UDCII de la Facultad de Ingeniería Industrial, es *productividad, competitividad e innovación*, ya que este proyecto de investigación está encaminado al desarrollo productivo, tecnológico y empresarial de la región, con la ayuda de técnicas y procedimientos tendientes al aprovechamiento integral de los recursos de la organización.

#### **4. Planteamiento del problema**

La correcta asignación de los recursos (terrenos, edificios, materiales, instalaciones, máquinas, equipos, energía y recursos humanos) es la base para la supervivencia de cualquier organización, es por eso que las distintas empresas e instituciones se empeñan en poder utilizar de forma eficiente los recursos que ésta posee, mediante diversos estudios de ingeniería o solamente a base de experiencia. (Moraga, 2017).

El banano es la primera fruta de exportación de Colombia y está en el tercer renglón de los productos de comercialización a los mercados internacionales, principalmente a la Unión Europea y Estados Unidos. “En el mundo ocupamos el quinto lugar en el ranking de países exportadores; el banano colombiano tiene altos estándares de calidad, por esto es apetecido, además cuenta con las más importantes certificaciones internacionales que abarcan desde las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) hasta la sostenibilidad con una mirada transversal en la agroindustria”, detalló Emerson Aguirre Medina, presidente de la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura). (Revista Senama, 2022)

El sector bananero en Colombia se destaca por varios aspectos positivos. El nivel de exportaciones, la generación de empleo y la transformación histórica de regiones golpeadas por la violencia, como es el caso de Urabá, son algunos aspectos a resaltar. La dinámica del sector contribuye a la recuperación económica del país y la reactivación de sus actividades agroindustriales. (Portalfruticola, 2022)

De acuerdo con cifras de Augura, las exportaciones en 2021 cerraron en 111 millones de cajas, es decir, un 1% más que en 2020. Por regiones el comportamiento fue mixto ya que mientras Urabá decreció un 2,5% en volumen, la zona de Magdalena y La Guajira creció un 9,6%. Así mismo, según nuestros cálculos, mientras el precio implícito de exportación a la UE y Reino Unido creció un 1%, para EE.UU. cayó un 4%.

(Portalfruticola, 2022)

Las cifras a marzo de 2022 reflejan la presión sobre el precio de la fruta de exportación. Según el DANE, las exportaciones a marzo suponen una caída en el precio implícito de exportación del 11%. Desde hace un par de años se viene sintiendo con mayor intensidad la guerra de precios del banano en los supermercados. Mientras las exigencias en sostenibilidad social y ambiental aumentan, los gremios del banano latinoamericano unen voces para pedir, especialmente a la UE, una mayor responsabilidad compartida y una mejora en el precio pagado por la fruta.

(Portalfruticola, 2022)

Esta investigación se desarrolla en la Finca Córdoba Bis que durante los últimos dos años ha desarrollado e implementado programas agrícolas que le permitan aumentar su productividad. Al iniciar, la empresa solo contaba con el 50 % del área en cultivo y producción vendiendo 4 mil cajas semanales. Hacia el año 2004 implemento la siembra en la totalidad del área (66 Hectáreas), aumentando su producción gradualmente año tras año hasta alcanzar hoy en día una producción de cajas tipo exportación de 6800 cajas semanales aproximadamente.

Al aumentar la producción año tras años la empresa ha desencadenado las siguientes situaciones:

- El espacio en las zonas de trabajo es reducido, no permite que los trabajadores laboren de forma continua, por ello causa que el producto no fluya continuamente generando que los tiempos de espera sean extensos.
- No permite que la empresa aumente sus ingresos económicos al tener una demanda de exportación fija actualmente.
- Aumento del stock de productos en proceso, durante el empaque del banano tipo exportación.

En la actualidad, la empresa presenta un uso inadecuado de distribución en planta, dado que esta se dedica a la exportación de banano, donde sus pedidos varían de acuerdo al requerimiento de su comprador actual (C.I UNIBAN S.A), dejando de lado la optimización del proceso y el área física disponible, lo cual no permite que la línea del trabajo sea constante provocando una demora en los tiempos de empaque del producto; por ello, se hace indispensable buscar una mejora en la distribución en planta actual y una optimización en los tiempos del proceso.

Ahora entrando en materia y explorando más a fondo la situación organizacional, se observó que en el proceso de empaque se está presentando un exceso de banano en la línea de producción, debido a que el espacio físico disponible del área no es apto, por ende, causa cuellos de botella generando movimientos innecesarios que se ven reflejados en un retraso al completar el número de cajas requeridas por pallets. Además, presenta un



aumento en los tiempos de empaque y espera al estar trabajando en espacios reducidos, lo cual perjudica a la empresa en su crecimiento económico.

Por consiguiente, se hace indispensable diseñar una nueva distribución en planta en la empacadora, de modo que permita hacer un uso eficiente del espacio disponible y a su vez esté de acuerdo a los requerimientos de la demanda, las necesidades de la empresa y sus trabajadores. Se puede concluir que la Finca Córdoba bis no cumple con las condiciones aptas, para la optimización del proceso productivo.

## **6. Formulación del problema**

Con base en lo descrito anteriormente, se puede plantar la siguiente pregunta:

**¿Realizar una redistribución de la planta empacadora de la Finca Córdoba Bis, mejorarán los niveles de producción?**

## 7. Justificación

En la actualidad, el número de empresas dedicadas a la producción y exportación de banano va aumentando con el paso del tiempo, lo que significa más competencia en el mercado. En el caso de Colombia, esta cuenta con 50 mil hectáreas sembradas de banano tipo exportación que se encuentran distribuidas en los departamentos de Antioquia, Magdalena y La Guajira; y sus principales destinos son la Unión Europea con el 65%, Reino unido con 17%, y Estados Unidos con el 17%. (Redagricola, 2020)

Existen dos gremios en los que están afiliados las principales empresas productoras y comercializadoras de banano: la primera, es la asociación de bananeros de Colombia, conocida como Augura, donde sus afiliados producen el 78% del banano tipo exportación; y Asbama, la asociación de bananeros del Magdalena y La Guajira, que produce el 22% restante, posicionándolos como líderes en la industria del banano tipo exportación. (Redagricola, 2020)

Debido a esto las organizaciones se ven en la tarea de ser lo más competitivas posible, y una manera de afrontar este fenómeno es implementando conceptos de ingeniería de métodos y tiempos. Agrícola Palmaban no es la excepción, sabiendo esto se planea implementar esta herramienta con el fin de analizar los procesos e identificar cuellos de botella presentes en la línea de producción en los procesos de corte, etiquetado y embalaje de la fruta.

La redistribución en planta en este proyecto tiene como propósito mejorar la productividad y distribución de espacio con los que cuenta la empacadora de la finca Córdoba Bis, la cual realiza el proceso de producción de banano para exportación. Dado

que una correcta distribución de la planta es una de las acciones más significativas para mejorar el rendimiento de la empresa, es necesario realizar un proyecto de esta envergadura, cuyos resultados se verán reflejados en sus niveles de competitividad.

Con los resultados obtenidos en la investigación, se diseñará y planificará una mejora en la distribución en planta actual que cuente con las especificaciones requeridas; aprovechando el espacio disponible, mejorando el flujo de materia prima a través de cada estación de trabajo, evitando desperdicios de tiempo que podrían enfocarse en otras actividades más productivas, beneficiando el puesto de trabajo y disminuyendo costos.

## **8. Objetivos**

### **8.1. Objetivo General**

Proponer una redistribución en planta para la empacadora de la Finca Córdoba Bis ubicada en la Zona Bananera-Magdalena.

### **8.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el proceso productivo en Planta de la finca Córdoba Bis, mediante un estudio de tiempos que permita conocer el desempeño de sus trabajadores en el área de trabajo.
- Diseñar un plan de mejora por medio de la redistribución en Planta a través de la metodología de un embazado eficaz con el fin proyectar una mayor rapidez productiva de la empacadora.
- Evaluar la propuesta de redistribución en Planta de la finca Córdoba Bis por medio de una propuesta económica.

## **9. Marco Referencial**

Muchas empresas hoy en día no le dan importancia al uso correcto del espacio en las plantas de producción. La distribución en planta en las organizaciones es de mucho interés, puesto que esta permite disminución de los tiempos de producción, reducción de costos, eliminación de movimientos innecesarios, comodidad de los trabajadores y aumento de la producción.

Con base en lo anterior, un marco referencial es un texto que expone teorías, directrices, investigaciones, conceptos claves, antecedentes y características esenciales de los lineamientos de la investigación, con el fin de que se identifiquen las teorías que se consolidan en el contexto en el cual se desarrolla el proyecto.

### **9.1. Antecedentes de la investigación**

Comúnmente es el marco que abre la sección referencial y es una revisión de los trabajos previos a la tarea de estudio, son papers que tienen significancia investigativa, pueden ser trabajos de grado, ponencias, conferencias, artículos de revistas indexadas, o estudios institucionales; constituyen fuentes que aportan datos al estudio y por eso se recomienda redactarlas teniendo en cuenta el título, autor(es), fecha de publicación, objetivos de investigación, metodología y conclusiones relevantes, y organizarlas según el contexto internacional, nacional y regional. (Asesoría de proyectos, 2020)

Medina & Meregildo (2017), "Exponen para su tesis de grado la elaboración un nuevo diseño y distribución en planta con el objetivo de reducir los costos de manejo de material en la empresa textil "Wilmer Sport SRL". Establecieron una serie de técnicas

para la recolección y el análisis de datos, desarrollada en una metodología de 4 fases, donde se aplicaron las siguientes técnicas: **Reconocimiento, Diseño, Reducción de costos y Elaboración de presupuesto**. Los autores concluyeron, dentro de sus recomendaciones “Implementar esta nueva distribución no solo para la reducción de costos, sino también para mantener el orden y limpieza en las instalaciones, aplicando las 5s permanentemente”; “Otra de las recomendaciones propuestas es establecer políticas de almacenamiento”

Cáceres & Sarmiento (2019), Realizaron un estudio de tiempos y movimientos para estandarizar los tiempos de cada una de las etapas involucradas en el proceso productivo de piensas por inyección de aluminio y proponer una mejora para la distribución en planta actual, que garantice el flujo adecuado de los materiales. La metodología implementada es clara y sistematizada, esta fragmentada en 3 fases: **1. Diagnosticar:** Áreas de trabajo, flujo de proceso, niveles de producción y tiempos de producción; **2. Actuar:** Estandarización de tiempos, propuesta de distribución de planta, análisis económico; **3. Mejorar:** Mejora en el proceso productivo. Se identificaron los retrasos que presentan la distribución actual y los cuellos de botella. Los autores finalizaron la investigación realizando cuatro propuestas de distribución, donde demostraron mediante un análisis económico si se aplica la tercera propuesta se obtendría un aumento de la producción mensual (producción mensual mayor de 24,219 vs la producción actual de 23,945).

Otras investigaciones realizadas se encontró los autores, González & Tineo (2016) de la Universidad Señor De Sipán en Pimentel – Perú. Presenta la problemática que

abarca la empresa como lo son grandes distancias de recorrido entre materiales, herramientas y estaciones, accidentes en los pasadizos entre los operarios y los montacargas. Es por esa razón que surge esta investigación, con el fin de elaborar una redistribución en planta en el área de producción y así mejorar la productividad de la empresa. El procedimiento a seguir para lograr dicho objetivo es el siguiente: **a) Recopilar y analizar la información actual de la distribución; b) Elaborar los diagramas de procesos de los productos; c) Elaborar la propuesta de la redistribución en planta; d) Evaluar el beneficio costo de la redistribución.** Puesta en marcha esta metodología de trabajo, lo autores desarrollaron un diagrama multiproducto donde se identificaban todas las deficiencias de la distribución actual, para luego implementar el método de Guercht, hacer un diagrama de recorrido de actividades y concluir con el diagrama relacional propuesto.

Por otra parte, Yuchha (2020) elaboro una presentación de una propuesta de distribución de instalaciones para la nueva planta de producción de la empresa de calzado CASS, donde esta le permite evaluar los principales factores que afectan a la productividad como las grandes distancias recorrida y el uso inadecuado del espacio. Para el desarrollo de este trabajo se realizó en 3 etapas: **Etapa** de levantamiento de información, **Etapa** de aplicación de técnicas de distribución de instalaciones, **Etapa** de toma de decisiones. Posterior a la implementación de las etapas el autor llego a la conclusión “ La distribución actual de planta de la empresa de calzado CASS, no es la apropiada pues desde sus inicios ha ido siendo adaptada al proceso productivo, ocasionando que no se utilice correctamente los espacios físicos”. Por lo que el presente

proyecto obtuvo ahorros considerables alcanzando una disminución de 232,50 metros en la distancia total recorrida, lo que equivale a 5,17 minutos menos en el tiempo total de fabricación.

En la misma labor de investigación y consulta se encontró el trabajo de grado por autores Cuba y Morales (2019) La presente propuesta consisto en optimizar el proceso de fabricación de cerveza artesanal mejorando la distribución en el diseño de planta, además de aportar ideas a otras empresas dedicadas al mismo rubro de cómo organizar sus áreas, equipos y maquinas. Este proyecto se desarrolló implementado encuestas al personal productivo y observando todas las áreas de la planta, el autor demostró que presentan inconvenientes en su proceso productivo, causada por el diseño inadecuado. Además, estableció que el mejor es un método híbrido, dado que une características de varios. Los autores concluyeron ***“En este trabajo, se propone el diseño de un modelo genérico de distribución de planta que conlleve a la orientación de cómo distribuir el área de producción en sus pequeñas o grandes fábricas”***.

Bogotá & Chávez (2021), “Plantearon un diseño de distribución en planta para la Microempresa “Pura Pulpa”, dedicada a la producción y distribución de pulpa de fruta. Los autores establecen que posteriormente a describir el proceso la microempresa, se ve en la necesidad de modificar y mejorar su proceso de producción y las comodidades del trabajador. Para la elaboración de esta propuesta se realizó en 3 Etapa: **I** Describir el estado actual del proceso de la planta de producción de la microempresa pura pulpa mediante una visita de campo preliminar; **II**. Analizar la situación de la empresa a través de técnicas que permitan determinar su estado actual respecto a su distribución



encontrada aplicando el **Método Guerchet; III**. Proponer la redistribución de la planta que satisfaga las necesidades encontradas, mediante la utilización de metodologías de distribución “utilizaron el **software Corelap, simulador FlexSim**. Se concluyó que la empresa presenta fallas en el diseño de planta debido a una distribución desordenada, maquinaria y equipos mal ubicados que genera recorridos innecesarios durante la producción, además obtuvieron resultados como: una disminución del 7,2% de las distancias recorridas como también una reducción de 68 minutos en comparación con la distribución encontrada, y un aumento en la producción de pulpa del 67,3%.

En este mismo tiempo se encontró, Vargas & Murcia (2020) El objetivo principal de esta investigación se basa “Formular una redistribución en planta para la obtención de hilo natural a partir de la fibra de la hoja de piña en la empresa CORFINAT, ajustada a las necesidades del mercado nacional” Los autores establecen “la empresa no cuenta con la maquinaria necesaria y un proceso estandarizado que le ayude a la extracción de la fibra de la hoja de piña”. En consecuencia, la empresa no presenta niveles altos de productividad y rentabilidad para mantenerse. Para el desarrollo de esta investigación se realizó en 3 etapas: **1**. Conocer el mercado potencial del hilo natural de la hoja de piña a nivel nacional; **2**. Establecer la producción de la empresa CORFINAT en base al estudio de mercado analizado; **3**. SLP (Sistema Layout planning) localización, plan de distribución general y detallada, instalación de Richard Muther. Posteriormente de aplicar las etapas se llegó a la conclusión de la empresa no se encuentra en un nivel bueno de producción para satisfacer la demanda y poder penetrar con más fuerza en el sector del

mercado de los textiles. Además, no cuenta con unas buenas instalaciones y maquinarias acorde a su proceso de producción que es desfibrado de la hoja de piña.

Por otro lado, Pérez Martínez (2020) El objetivo principal “Elaborar propuesta de diseño, distribución en planta y optimización de los procesos productivos en la empresa “Lácteos Sotaquirá” en el municipio de Sotaquirá-Boyacá para aumentar la calidad de sus productos y sus beneficios económicos”. Para la realización de este proyecto el autor basa su trabajo en una variedad de componentes, como estudio de tiempos y movimientos, diagramas de recorrido, mapas de procesos, entre otros. Del cual expone o realiza una serie de fase (3 fases) para desarrollar esta metodología de trabajo. **FASE1.** Diagnostico actual de la empresa: en esta fase se detallará como está distribuida la empresa; **FASE 2.** Diseño de propuesta distribución en planta; **FASE 3** Análisis comparativo costo beneficio. Por último, el autor hace una comparación de la distribución actual y la propuesta con el fin de evidenciar y mostrar las ventajas que trae al implementar esta investigación. Ya hablando más en base a la distribución de planta el autor concluye que se necesita más personal de trabajo para la producción de los quesos y la crema, trayendo como beneficio un aumento de la calidad del producto y su presentación. Además, cabe resaltar que propuso un cambio de maquinaria para facilitar el sellado en cuanto a la presentación y capacidad.

Así mismo se encontró el autor Tobar Villada (2021), investigación desarrollada en el sector de logística y comunicación Servientrega. El autor estable “implementar un control de tiempos en el proceso de empaque y embalaje, por medio de la recolección de datos históricos, donde según la investigación se logró estandarizar los tiempos

requeridos para las actividades en el proceso de empaque y embalaje de la empresa SERVIENTREGA S.A y la eliminación de horas extras”. Para dar solución a esta problemática que presenta la empresa, se formula la aplicación de la **ingeniería de métodos o estudio de métodos y tiempo**, el diagnóstico del estado actual de la empresa para conocer los tiempos en el proceso, identificación de los costos de horas extras y la estandarización de los tiempos. Se desarrolló de esta propuesta se realizó en 3 etapas: **1.** Diagnóstico de la situación actual para conocer los tiempos en el proceso de empaque y embalaje de la empresa SERVIENTREGA; **2.** Identificar los costos en horas extras generados en el proceso de empaque y embalaje del primer semestre del año 2021; **3.** Proponer la estandarización de los tiempos en los procesos de empaque y embalaje para el control de las horas extras en la empresa SERVIENTREGA S.A., en Acopi Yumbo. Posteriormente, de aplicar las etapas se llegó a la conclusión de la empresa no cuenta con una estandarización de tiempos entre procesos por lo que genera que los trabajadores laboren horas extras. Además, durante el diagnóstico inicial se evidencio la presentación de diagramas de recorrido, uso de tablas y diagramas para la realización de la caracterización del proceso.

Por otro lado, Vélez (2022), realizaron una propuesta de distribución de planta para la empresa Casa Muebles Rivera, puesto que las instalaciones donde actualmente desarrolla sus actividades no cuentan con las condiciones necesarias para los empleados laboren. Para dar cumplimiento al propósito del proyecto de grado, se elabora un trabajo académico, donde se desarrollan las siguientes etapas: **Primera etapa.** Diagnóstico distribución de planta actual empresa Casa Muebles Rivera en el Valle del Cauca;

**Segunda etapa.** Identificar las áreas actuales y cuáles de ellas requieren mejora en la distribución en planta (realizar el análisis previo del proceso y el posterior diseño de la implantación.); **Tercera etapa.** Documentar la propuesta para una nueva distribución de planta; **Cuarta etapa.** Elaborar el estudio financiero de la propuesta: determinar los indicadores que permitan conocer los actuales y los finales. El autor llegó a la conclusión de la empresa, es necesario realiza una nueva distribución en planta para la empresa, la planta actual cuenta con un área total de 1000  $m^2$  y la nueva planta tendrá un área de 1533,53  $m^2$  sumado a 570  $m^2$  de mezzanine, lo que representa un incremento en el área disponible para producción del 210% esto permitirá mejorar la distribución y la organización de la empresa y así contribuir a la implementación de metodologías Lean Manufacturing, iniciando con motivar una cultura dirigida a las 5's.

Peña Rodríguez (2020) soporte fue suministrar una propuesta para la ampliación de la oficina de Gerencia de mantenimiento y la creación de un taller de reparaciones menores para aprovechar el espacio, creando áreas estratégicas que favorezcan a mitigar los riesgos ocupacionales. El proyecto surge por la falta de aprovechamiento del espacio debido a que hay áreas con suficiente espacio sin darles un uso. En el desarrollo de las actividades se identificaron tres fases: **La Fase I.** levantamiento de la planta actual, se hace un reconocimiento al lugar, se toman medidas para reconocer los detalles que componen las áreas a trabajar y así realizar un croquis de las zonas; **la Fase II.** Estudio técnico-financiero, se presentan una serie de tablas con los materiales, la mano de obra, adecuaciones locativas, maquinaria y herramientas, muebles y equipos de oficina con sus respectivos costos y la inversión total; en la **Fase III.** Diseño de unidades nuevas, se

encuentran cuadros de comparación entre las áreas a desarrollar, los planos y posibles reparaciones, y un diagrama de flujo. A manera de conclusión el autor afirma “se encontró que este proyecto permitirá una mejor comunicación en los procesos administrativos, se tomarán en cuenta las medidas de bioseguridad en torno a la problemática sanitaria presentada por el COVID -19 y se disminuirán los riesgos ocupacionales. De igual forma, se aprovecharán mucho más las áreas y se dejarán espacios libres para la creación de nuevas oficinas”.

Seguidamente, López Alvear (2019), desarrolla mediante un análisis de la distribución en planta de la contraloría distrital de la ciudad, se hallaron deficiencias en el desarrollo óptimo de la ejecución de sus procesos tales como los misionales, estratégicos y de apoyo a la entidad pública, debido a la ausencia de un estudio específico que ayude a describir los factores críticos necesarios para el debido funcionamiento de sus dependencias. El autor afirma “La metodología aplicada para el desarrollo de este informe consiste en definir los factores necesarios para la óptima ejecución de los procesos y las problemáticas presentes en la Distribución de planta actual que afectan los procesos misionales, estratégicos y de apoyo de la entidad pública”. Su realización se dividió en cuatro fases: **Fase I.** Análisis de los procesos, Análisis de la distribución de planta actual, Revisión de históricos o antecedentes de distribuciones en planta antiguas, Formulación de las problemáticas presentes en la distribución de planta actual de la entidad; **Fase II.** Diseño del layout actual con la ayuda del software SketchUp; **Fase III.** Estudio del método ELECTRE y análisis para su uso en Distribución de planta, Formulación de las alternativas de solución de las problemáticas presentes, Elección de la

mejor alternativa de solución mediante el método ELECTRE; **Fase IV**. Conclusiones de los resultados y simulación mediante del software Sketchup de la nueva Distribución de planta. Para concluir, el método de decisión multicriterio ELECTRE demostró ser viable para la ejecución de proyecto de distribución en planta, donde las alternativas de solución son variadas debido al amplio campo. El método ofrece que solución es mejor sobre otras en base a una serie de criterios de evaluación, además de ofrecer la posibilidad de tener un peso para cada criterio y así tomar una decisión concertada.

Escudero (2021) donde plantea la realización de una redistribución en planta para la empresa FITCOL S.A.S. La empresa estuvo de acuerdo en realizar un diagnóstico de la actual distribución en planta, donde en dicho análisis se pudieron evidenciar, que presentan demoras en los procesos actuales. Para la realización de este proyecto se enfocó en cuatro fases. **primera fase**, se aplicó un instrumento, una encuesta enfocada a todos los trabajadores, siendo este la más apropiada para recoger la información de la empresa Ficol S.A.S. **Segunda fase**, se desarrollará de la Matriz oportunidades, el análisis del Macro entorno y el Micro entorno, desarrollados con las herramientas de Análisis de PESTEL y las 5 fuerzas de Porter. **Tercera fase**, se plantea utilizar una metodología para mejorar la distribución, enfocados a una solución semicontinuo, con aspecto cualitativo (SLP), bajo un entorno múltiple. **Cuarta fase**, se plantea un presupuesto con el fin de que se pueda desarrollar la nueva Distribución. Como resultado, de haber realizado cada una de las fases, la autora llegó a la conclusión “para dar solución a la problemática, se propuso la nueva distribución interna del área de operaciones, buscando como objetivo disminuir los tiempos de procesos y un aumento en la productividad de la empresa”.

Además, “aplicando la metodología SLP se puede construir líneas de apoyo a la productividad de las organizaciones”.

Por otro lado, Bergugo & Charris (2018), La problemática se presenta dentro de la Escuela Naval de Suboficiales, lugar donde forman y capacitan futuros Marineros de la Armada Nacional. La metodología para el desarrollo de esta propuesta se divide en tres fases: **Fase 1.** Diagnóstico de la situación actual de proceso y de la distribución del laboratorio; **Fase 2.** Propuesta de nueva distribución; **Fase 3.** Análisis de costos. Para finalizar, se realiza un análisis de costos actuales y costos generados por la distribución propuesta, para efectuar la respectiva comparación entre ambas. Las autoras concluyen “El realizar un estudio de métodos y tiempos, permitió que se realizaran modificaciones a los instrumentos utilizados en el proceso de la creación del vinilo. Una vez implementadas dichas modificaciones se obtuvo un mejor control sobre el proceso, se disminuyeron los desperdicios y el tiempo final del proceso en un 13%.”

Alcázar & Pérez (2018) basaron su investigación del partiendo desde un análisis del proceso productivo en la empresa de Aluminios Tres Metales. Donde, se pudieron evidenciar deficiencias en las operaciones, debido a que no se cuenta con un diseño adecuado de las instalaciones y un espacio para el almacenamiento, para poder responder a la demanda por parte de los clientes. Para llevar a cabo la solución, se desarrolló bajo tres ejes temáticos: métodos de distribución; algoritmo y simulación; y distribución en planta. Se debe tener claro que es necesaria la aplicación de ciertos aspectos para el cumplimiento de los objetivos propuestos, tales como: capacitar a los empleados según el área que se desempeñen; reestructurar las instalaciones tomando como base los resultados

obtenidos en el estudio del algoritmo Craft; controlar y vigilar el proceso productivo, con el fin de minimizar los incidentes laborales y a su vez ayudar a la disminución de los costos de producción; entre otras observaciones.

Ruiz, et al. (2019) Plantean en el artículo que las empresas de manufacturas de textiles presentan problemas como la baja productividad, el uso excesivo de espacio, movimientos incensarios y el transporte, donde todos estos procesos son principalmente relacionados con la desorganización de los procesos productivo de las empresas, distribución de planta y el movimiento de los materiales. Los autores afirman “las distribuciones de plantas que tienen las pymes no son las adecuadas para incrementar la productividad, sin embargo, los modelos de mejora que presentan carecen de información sobre cómo crear paso a paso un nuevo lay-out de la empresa”. El artículo detalla los pasos que debe seguir el PYMES en la búsqueda de un modelo de distribución de plantas bajo la herramienta SLP. Se puede evidenciar que los modelos necesitan una mejora y presentan una falta de información para crear un nuevo diseño. Además, Los autores partieron de una rigurosa investigación de diferentes autores quienes utilizaron las herramientas SLP y Lean Manufacturing para poder resolver la problemática de la empresa. Se basaron su investigación en pasos de la implementación de una redistribución de planta y la filosofía 5s. Para la aplicación de los pasos de la redistribución en planta (Análisis PQRST, Análisis de la relación de actividades, Flujo de materiales, Diagrama de relaciones, Requisitos, Alternativas de diseño, Evaluación).



Los autores partieron diseñando el flujo productivo de los pisos de la empresa donde parten del plan de distribución general, donde se especifica el flujo completo de todas las áreas que estén dentro de la actividad a desarrollar por cada una de ellas. Posteriormente a este análisis realizaron el nuevo diseño de la distribución de planta con ayuda de un diagrama de flujo donde evidenciara la disminución de los movimientos y el flujo del proceso. Seguidamente de haber aplicado los pasos para la nueva distribución en plan y la filosofía 5S, los autores llegaron a la conclusión “haber aplicado estas herramientas permitió la resolución del problema en base a los criterios expuesto. Además, se observó un aumento en el cumplimiento de la demanda luego de implementar la 5S con el logro de reducir los movimientos innecesarios”.

Del mismo modo, se encontró **Engineering (2018)**, su estudio señala la importancia de un buen diseño de las instalaciones de una empresa es un elemento esencial ya que este apoya a la producción de la misma, además plantea que un diseño que no sea efectivo y vaya acorde con las estaciones los productos producidos por la compañía son inferiores. El problema principal que basan esta investigación es la distancia que recorre el material, la maquinaria y los departamentos que no han dado un buen resultado para cumplir el objetivo de la producción, en consecuencia, esto la empresa se ve obligada a rediseñar mediante la construcción basada en gráficos y tablas de viajes, con el fin de conocer las distancia y realizar un buen diseño que supondrá la minimización de las distancias recorrida en el proceso. Para la realización de esta investigación los autores utilizaron el método de construcción de gráficas y tablas de viaje, donde para la elaboración de dichos métodos recolectaron la información de dos

maneras. La primera por medio de observaciones, visitas, entrevistas con apoyo de literaturas basada en la temática a tratar que nada menos que los problemas de distribución de las instalaciones de la planta.

Dentro del artículo se puede observar cómo los autores realizan el diseño de cada uno de los departamentos en forma de bloques según las medidas que componen el área de producción. Para la separación los autores tuvieron en cuenta la distancia que hay entre las mismas áreas donde por medio de una distancia rectilínea miden los desplazamientos siguiendo una línea perpendicular. Además, calcularon el desplazamiento de los materiales a través de la cantidad de flujo de material, estos van dependiendo de los datos, volumen y sobre todo la capacidad de producción. Posteriormente de haber realizado las gráficas se llegó a la conclusión de que un nuevo diseño es necesario para evitar los movimientos innecesarios y buen flujo de materiales, donde se realizaron el diseño de cada uno de los puestos de trabajo trayendo así un movimiento total y desplazamiento de todo el material.

Barnwal & Dharmadhikari (2016), el documento expresa como objetivo **identificar los principales problemas relacionados con el diseño actual de la unidad de reacondicionamiento de motores de una corporación de transporte del sector pública**, con el fin de realizar un rediseño eficiente de la actual distribución, buscando así una mejora del desempeño productivo de la empresa. Para dar solución esta problemática se plantean la utilización el método de planificación de diseño sistemático (SLP) en el cual expone paso a paso el diseño de planta, para alcanzar así un buen flujo de material y hacer un entorno de trabajo, más cómodo y flexible evitando demoras y retrasos por

medio del rediseño de la planta ya existente. Las fases de la implementación de las SLP son las siguientes: **existing layout of the company; analysis of existing layout; determining material handling cost; analysis plant layout based on SLP.** Al aplicar la SLP se pudo lograr un flujo de trabajo más continuo organización las áreas desde la más importante a la menos indispensable. Además, cabe resaltar que en el artículo desarrollaron muchos diagramas y pruebas para cada una de las actividades del proceso basándose en las modificaciones del diseño de planta. Por último, los autores realizan una comparación entre la actual distribución de planta y la nueva propuesta donde se llegó a la conclusión, “no se requiere tanto cambio estructural, todo se hace en base a la reorganización de los puntos ya existentes según la necesidad de la producción o método de trabajo, las nuevas ubicaciones ayuda a acceder y a mover mejor las materias primas y sobre todo, no se requiere un espacio adicional para trabajar si no es más una redistribución con lo que ya se tiene”.

Igualmente, proponen generar optimas herramientas para reducir mejoramiento en la productividad, haciendo rediseños tanto de volumen, proceso, tecnología y cambios, utilizando el método heurístico para identificar en el menor tiempo posible los problemas para dar una solución de máxima calidad, con un desarrollo al implementar una eficiencia en el medio ambiente creando conciencias de los recursos y afectaciones.

Por lo tanto, está la técnica de simulación; que es eficaz en hacer análisis en la distribución de las instalaciones haciendo conexiones basado **en hacer sobre experimental al diseño por Ekren y Ornek para el sistema típico de taller de fabricación.** Esta técnica fue propuesta para hacer escenarios más reales por medio de la

tecnología por medio de software así logra generar, visualizar en que situaciones está el problema y tener un resultado positivo al hallar el problema se pueda encontrar de poder reducir un mejoramiento en la productividad y encontrar alternativas de cualquier riesgo. (Kallurkar & Naik, 2016)

En este artículo presenta la literatura del diseño de planta se encontraron varios estudio de investigaciones, de lo cual mencionare algunos de ellos que son los siguientes: Diseño de Lay-out para las línea de producción de **capacidad (un caso estudio Flipp de Carlo y otros)**, un algoritmo genético con el procedimiento heurístico para el diseño de varias líneas problema (**Amir Sandrzadeh**), usar simulación para Diseño de instalaciones: un caso estudio (**Greasley, 2008**), FACOPT: Una herramienta fácil instalaciones Sistema de optimización de diseño (**Balakrishnan et al, 200**).

Finalmente, Belic, et al. (2018) los autores exponen “los pasos requeridos para realizar el diseño existente por medio del método triangular BlochSchmigalla. Adema plantea que el diseño de la planta y la logística se encuentran en uno de los factores más importantes para que una empresa pueda tener éxito”.

Muchas empresas quieren ser muy competitivas y generar ingresos, pero deben tener en cuenta que se debe estar aumentando contantemente su eficiencia en todos sus campos. Para esto se necesitan muchas estructuras agiles y que puedan gestionar cambios en el curso. Para que una organización pueda operar y cambiar su situación estructural actual necesita tener una revisión sobre lo que sucede dentro de ella, buscar donde se presentan los problemas, donde están las pérdidas, los retrasos, entre otros. En base a esto

se puede hacer nuevos planes teniendo en cuenta la demanda, la economía y la satisfacción del cliente.

Para lograr la optimización del diseño de planta toda la empresa debe dedicar tiempo para diagnosticar y planificar antes de hacer el arreglo. Es importante a la hora de realizar el diseño de la planta o el rediseño tener en cuenta que todas las áreas se gestionen y funcionen adecuadamente para alcanzar los objetivos de la empresa. Además, es necesario optimizar un nuevo diseño si ya existe el área de trabajo todo con el de mejorar la eficiencia de la empresa.

Por otro lado, en el documento los autores plantean para “poder ayudar a los expertos en instalaciones a construir un nuevo diseño utilizan sistemas como: planificación (SLP), Método de intercambio por pares (PEM), Teoría basada en gráficos (GBT), bloque sin dimensiones Diagrama (DBD), Calificación de cercanía total (TCR), método triangular BlochSchmigalla, etc.”

En la investigación se desarrolló en 4 pasos: **Paso 1:** Descripción del proceso de fabricación; **Paso 2:** Creación de la intensidad del flujo de material matriz; **Paso 3:** Descripción del diseño existente de medios de producción en la empresa; **Paso 4:** Propuesta de la disposición mejorada de los medios de producción de la empresa. Posteriormente a la aplicación se llegó los autores afirman amañera de conclusión “poder alcanzar el objetivo de la optimización de entrega de productos de manera rápida y barata no siempre es invertir nuevos en equipos y maquinaria en instalarlo donde haya espacio libre sin tener en cuenta que tanto afecta al flujo de material, esto puede generar gastos innecesarios e incluso movimientos y aumentan más el costo en vez de mejorar o ayudar

más a la empresa”. Además, “clarifican se debe tener en cuenta que existen muchas metodologías que ayudan a optimizar a las empresas hoy en día, pero es indispensable que se revise todas las variables que hacen presente en un área también importante como es el área de producción”.

## **9.2. Marco Teórico**

En este apartado se expondrán conceptos que ayudarán al lector a conocer aquellas palabras utilizadas en esta investigación. Algunos términos utilizados son:

### ***9.2.1. Distribución en planta:***

Consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.

(García Vargas & Benítez Atilano, 2018)

El principal objetivo es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa. (Fuente García & et al, 2008)

Algunos objetivos de una distribución en planta son:

1. Incremento de la productividad
2. Mejora la satisfacción del empleado
3. Disminución de los tiempos de espera
4. Optimización del espacio
5. Resección de los desperdicios durante el proceso
6. Mejora en el proceso productivo
7. Incremento de la eficiencia

### ***9.2.2. Principios de la distribución en planta:***

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios, los cuales son:

1. **Principio de la integración de conjunto:** la mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
2. **Principio de la mínima distancia recorrida:** a igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la más corta.
3. **Principio de la circulación o flujo de materiales:** En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden a secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
4. **Principio del espacio cúbico:** La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
5. **Principio de la satisfacción y de la seguridad:** a igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
6. **Principio de la flexibilidad:** A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con una menor cantidad de costo o inconvenientes. (Muther)

### ***9.2.3. Tipos de distribución en planta***

Existen tres formas básicas de distribución en planta: las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas



a configuraciones por lotes, y las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto

#### ***9.2.4. Distribución por proceso***

También llamada Distribución de Taller de Trabajo o Distribución por Función. La distribución por proceso es la adoptada cuando los procesos, estaciones de trabajo o departamentos están ordenados de acuerdo con su función o el tipo de procesos que realizan. No poseen un ordenamiento lógico-secuencial de operaciones. Normalmente se organizan secciones con tipos de máquinas o equipos homogéneos o personal en una actividad. (wikifab, 2009)

Esto se da por la necesidad de realizar la producción por lotes recorren las diferentes áreas en función de la secuencia de operaciones necesaria.

#### **Ventajas**

- Con ella se logra una mejor utilización de la maquinaria, lo que permitirá reducir las inversiones en este sentido.
- Se adapta a gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de operaciones.
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente (variación de los programas de producción).

#### ***9.2.5. Distribución por producto***

La distribución por producto se aplica cuando la producción está organizada según una o pocas rutas de transformación preestablecidas y estables en el tiempo. El

producto se mueve de una manera fluida con un mínimo tiempo de traslado de un puesto a otro del proceso productivo. (wikifab, 2009)

Las herramientas y equipos de trabajo se agrupan o se ubican en una misma zona en un área determinada o específica, llevando así una serie ordenada de operaciones que se aplican sobre la materia prima para la elaboración del producto.

- Las formas de las líneas pueden ser muy variadas: en U, L, O, S.
- Equilibrado de la línea.
- Todos los productos siguen el mismo flujo
- Secciones alineadas manuales
- Se fabrica en serie o lotes muy altos

#### **Ventajas**

- Reducción del manejo del material.
- Disminución de las cantidades de material en proceso, permitiendo reducir el tempo de producción (tiempo en proceso) así como las inversiones en material.
- Un uso más efectivo de la mano de obra

#### ***9.2.6. Distribución por sección***

La distribución por sección o por grupo o celular Puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones. Este tipo de distribución permite el mejoramiento de las relaciones humanas y de las habilidades de los trabajadores. Consiste en una combinación entre la distribución orientada al proceso y la orientada al producto. Disminuye el material en proceso, los

tiempos de fabricación y de preparación, facilitando a su vez la supervisión y el control visual. (Marisol Leon, 2008)

#### **Ventajas**

- Reduce el tiempo de puesta en marcha
- Tiempo de traslado de materiales e inventarios de trabajo en proceso
- Tiempo de producción.

#### **9.2.7. Distribución por fija**

La distribución fija consiste en el que el producto, por cuestiones de tamaño o peso, permanece en un lugar, mientras que se mueve el equipo de manufactura a donde está el producto. En otras palabras todo este trabajo se hace o el producto se ejecuta con el componente principal estacionado en una misma position. (Marisol Leon, 2008)

#### **Ventajas**

- Reduce el manejo de la pieza mayor (a pesar de que aumenta la cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje).
- Permite que operarios altamente capacitados, completen su trabajo en un punto y hace recaer sobre un trabajador o un equipo de montaje la responsabilidad en cuanto a la calidad.

#### **9.2.8. Detalles de una distribución por posición fija**

En la distribución por posición fija el material o componente principal, debido a sus características, permanece siempre en un lugar fijo. Todas las herramientas maquinaria, operarios y otras piezas de material se llevan allí, incluso los clientes.

Es apropiada cuando no se puede mover el material/producto debido a su forma, peso, volumen, elevado tamaño o alguna característica particular que lo impida, por ejemplo, su fragilidad. Esto hace que el resultado de la distribución en planta se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de materiales y equipos alrededor del emplazamiento del proyecto, sobre todo a la determinación de los momentos de llegada de estos y la programación de las actividades.

Suele asociarse con productos muy grandes como la construcción de un puente, un edificio o un barco de alto tonelaje. Pero su uso no se limita a ellos ya que, por ejemplo, para el ensamblado de sistemas computacionales usualmente sucede que los materiales, sus ensambles, periféricos y componentes se lleven a una estación de trabajo de integración y testeado de modo que el producto terminado se arma y prueba en una sola ubicación. (Muther)

#### ***9.2.9. Técnicas para el estudio, análisis de tiempos y movimientos***

Las técnicas de estudio de tiempos y movimientos son consideradas la espina dorsal de la ingeniería industrial, porque la información que se genera incluye muchas áreas dentro de la empresa. Los estudios de movimientos sirven para reducir los costos, los estudios de tiempos para realizar un control.

Según Meyers (2000) afirma que se evalúan diferentes puestos dentro de una organización con el fin de obtener información sobre el tiempo que se necesitaba para desarrollar una actividad, y poder determinar cuáles eran los tiempos y movimientos más largos que se realizaban dentro de un área definida, para sustituirlos por movimientos más cortos o menos fatigosos para poder mejorar el entorno laboral, y con esto poder

reducir de manera importante los costos. La eliminación de movimientos inútiles de trabajadores lleva a la supresión de desgaste que es conocido como la simplificación del trabajo. (Meyers, 2000)

### **9.2.10. Ingeniería de métodos**

La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. (Niegel & Freivalds, 2009)

**Tabla 1. Etapas del estudio de métodos**

<b>Seleccionar</b>	<b>Seleccionar el proceso a estudio</b>
Registrar	Registrar el trabajo a estudiar, recolectar los datos necesarios y registrar los hechos relevantes relacionados con ese trabajo en estudio
Establecer	Establecer buscar el método más práctico, eficaz y económico métodos mediante las personas concernidas
Evaluar	Evaluar diferentes opciones para realizar un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método actual
Definir	Definir el método nuevo en forma clara a personas que puedan concernir
Implantar	Implantar el nuevo método con una práctica normal formando todas las personas que han de utilizado
Controlar	Controlar la aplicación del método nuevo para evitar el uso del método

**Fuente.** (Niegel & Freivalds, 2009)

### **Sistema Westinghouse**

El sistema de calificación Westinghouse, es un método más completo y utilizado por la mayor parte de los analista en los estudios de tiempo. En este método se utilizan cuatro factores para calificar al operario, a los cuales se les ha asignado un valor

numérico a cada factor los cuales son: Habilidad, Esfuerzo, Condición y Consistencia.

(La Web del Ingeniero Industrial, 2016)

**Tabla 2. Tabla Westinghouse**

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	EXTREMA	0,13	A1	EXCESIVO
0,13	A2	EXTREMA	0,12	A2	EXCESIVO
0,11	B1	EXCELENTE	0,10	B1	EXCELENTE
0,08	B2	EXCELENTE	0,08	B2	EXCELENTE
0,06	C1	BUENA	0,05	C1	BUENA
0,03	C2	BUENA	0,02	C2	BUENA
0,00	D	REGULAR	0,00	D	REGULAR
-0,05	E1	ACEPTABLE	-0,04	E1	ACEPTABLE
-0,1	E2	ACEPTABLE	-0,08	E2	ACEPTABLE
-0,16	F1	DEFICIENTE	-0,12	F1	DEFICIENTE
-0,22	F2	DEFICIENTE	-0,17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	IDEALES	0,04	A	PERFECTA
0,04	B	EXCELENTE	0,03	B	EXCELENTE
0,02	C	BUENA	0,01	C	BUENA
0,00	D	REGULARES	0,00	D	REGULAR
-0,03	E	ACEPTABLES	-0,02	E	ACEPTABLE
-0,07	F	DEFICIENTES	-0,04	F	DEFICIENTE

**Fuente.** (La Web del Ingeniero Industrial, 2016)

**Habilidad:** Se mide la destreza, coordinación y ritmo de trabajo para realizar su determinado trabajo u operación. Para calificarla existen 6 grados de calificaciones que son determinada a los operarios y representan una evaluación aceptable: Extremo, Bueno, Regular, Aceptable y Deficiente.

**Esfuerzo:** Mide la eficiencia con la cual se desempeña los trabajadores utilizando su voluntad para trabajar, en otras palabras es el esfuerzo o empeño que le dedica el operario para realizar su trabajo. Para calificarla existen 6 grados de calificaciones que

miden esfuerzo de los mismos: Excesivo, Excelente, Bueno, Regular, Aceptable y Deficiente.

**Condiciones:** Son aquellos factores que afectan de manera directa al operario y no al proceso. Se puede considerar aquellos que afectan el área de trabajo del operario como por ejemplo: la temperatura, la luz artificial o natural, ruido, ventilación, temperatura atmosférica. Al igual que la habilidad y el esfuerzo se califica con 6 grados que son: Ideales, Excelentes, Buenas, Regulares, Aceptables Y Deficientes.

**Consistencia:** Se define como la forma repetida de acción de la persona en un determinado trabajo, es decir, que los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indicaran una consistencia más o menos exacta. La consistencia puede ser: Perfecta, Excelente, Buena, Regular Aceptable y Deficiente. (La Web del Ingeniero Industrial, 2016)

La valoración tiene por objetivo determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cual es el tiempo estándar que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base para la planificación, el control y los sistemas de primas. Lo que realmente determina el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. (La Web del Ingeniero Industrial, 2016)

### 9. 3. Marco Conceptual







En este apartado se expondrán conceptos que ayudarán al lector a conocer aquellas palabras utilizadas en esta investigación. Algunos términos utilizados son:

- **Barcacilla:** Lugar de la planta empacadora donde se reciben los racimos provenientes de la cosecha.
- **Banano:** Es una fruta conocida también como guineo maduro, en otros países, por ejemplo, Venezuela es llamado cambur, el banano es rico en almidón cubierto con su cascara, por lo general es de color verde o amarillo, de forma alargada, con curva y sin semillas. Proviene de especies silvestres como la *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*.
- **Banano tipo exportación:** Es un cultivo especializado, con sistemas de producción de alto nivel tecnológico, con vocación exportadora. Cuenta con un alto nivel de integración entre productores y comercializadoras, tanto nacionales como internacionales. (finagro, 2018)
- **Chaza:** Bandeja de plástico de color negro donde se ubica el banano, para ser transportado por la banda transportadora.
- **Costos de distribución:** Se habla de costo de distribución Como de aquellos costos que permiten que un producto en su fase final (es decir, listo para ser ofrecido al consumidor) llegue a dicho consumidor. Se trata de un costo compuesto de diferentes elementos, tales como el embalaje, el almacenamiento y el transporte, entre otros.



- **Desmane:** Practica que consiste en separar las manos de banano del pinzote, usando “la cuchara de desmane”. (Neto, 1994)
- **Diagrama de proceso- Análisis del producto:** este tipo de diagrama representa las etapas por separado del proceso o trabajo, mostrando la modificación desde una etapa a otros. Además, ayuda al lector a comprender los movimientos del producto dentro del proceso.

**Figura 1. Símbolos del diagrama de procesos**

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	Operación	Indica las principales fases del proceso
	Inspeccion	Indica la inspeccion de la calidad y/o la verificacion de la cantidad
	Transporte	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro
	Espera	Indica demora en el desarrollo de los hechos
	Almacenamiento	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en un almacen donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorizacion o donde se guarda con fines de referencia
	Actividades combinadas	Indica que varias activades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo

Fuente. Tomado de (Kanawaty)

- **Diagrama de Ishikawa:** es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema.

- **Matriz DOFA:** es muy utilizada en la planificación estratégica de las empresas o de nuevos proyectos, consiste en la realización de un diagnóstico completo (centrándose en las debilidades, oportunidades, fortalezas, y amenazas) sobre el negocio y el ambiente que lo rodea
- **Eficiencia:** Se refiere a lograr las metas con la menor cantidad de recursos. Obsérvese que el punto clave en esta definición es ahorro o reducción de recursos al mínimo. (Aspel, 2016)
- **Empaque:** Practica que consiste en acomodar los gajos en las cajas de cartón, según especificaciones de los mercados. (Neto, 1994)
- **Empacadora:** Lugar de trabajo donde se realiza las funciones de cortar, limpiar, pesar y empaclar el banano de tipo exportación. Además, esta encuentra dividida por las siguientes áreas: Patio Racimo, Barcacilla, Desmane, Saneo, Peso, Post Cosecha y Empaque.
- **Garruchero:** Persona responsable encargada de transportar los racimos desde los lotes de cosecha hasta la empacadora.
- Garrucha: Polea que transporta el racimo.
- **Ingeniería:** se refiere a la aplicación de métodos analíticos de todos los principios de las ciencias sociales y físicas y del proceso creativo a los procesos de transformación para satisfacer las necesidades humanas. (Janania Abraham, 2008)
- **Línea de producción:** se caracteriza como un conjunto de operaciones secuenciales establecida de un proceso para la fabricación de un producto.

- **Mano de obra:** La mano de obra incluye a todas las personas que hacen el trabajo en una empresa. El trabajo es el esfuerzo humano aplicado al proceso de producción y puede ser físico o mental, por ello requiere que sea remunerado o pagado.
- **Producción:** Se puede definir como todas aquellas actividades o procesos en el cual es sometida la materia prima para ser transformada en un producto que está destinado al consumo y venta en el mercado.
- **Productividad:** Se refiere como una medida económica que concede calcular los bienes y servicios en la materia prima para logra hacer las tareas en menos tiempo creando en los productos una tasa alta, por eso productividad es un indicador de la eficiencia productiva.
- **Planta de banano:** La planta de banano es una hierba perenne de gran tamaño. Se la considera una hierba porque sus partes aéreas mueren y caen al suelo cuando termina la estación de cultivo, y es perenne porque de la base de la planta surge un brote llamado hijo, que reemplaza a la planta madre. El término utilizado para designar a la planta madre, sus hijos y el rizoma subterráneo es mata. Lo que parece ser el tronco es, en realidad, un pseudotallo. (ProMusa, 2020)
- **Pallet:** Los pallets son plataformas rígidas portátiles que se usan para consolidar envíos y permitir el fácil traslado de carga. Los pallets de calidad están hechos generalmente de madera o plástico y pueden pesar entre 9 y 31 kilogramos. Los pallets deben ser lo suficientemente grandes para acomodar el

envío sin que sobresalga. Cualquier objeto que sobresalga de las orillas del pallet puede sufrir daño causado por perforaciones, abrasiones o compresión. (UPS)

- **Presupuesto:** Es un documento en el que se detallan los gastos y ganancias que se prevé que tengan un organismo, empresa u entidad en un tiempo de terminado. (Concepto)
- **Post cosecha:** La Post cosecha es ese proceso que se lleva a cabo después de recogido el producto agrícola con la finalidad de estudiar su calidad y determinar si es apto o no para el consumo humano (Rivera et al, 2007).
- **Racimo:** El racimo es el conjunto de frutos que aparecen a lo largo del raquis. Los frutos individuales (también llamados dedos) se agrupan en manos. (ProMusa, 2020)
- **Recibidor de frutas:** El proceso de recibir frutas involucra diferentes labores: pesar, controlar la cantidad de racimos, edad del racimo, evaluación del estado de la fruta y cálculo de la ratio. (Neto, 1994)
- **Selección:** Labor que consiste en escoger, sanear, gajear y separar las manos de frutas, para atender normas de calidades de exportación. (Neto, 1994)
- **Tiempos de espera:** Este término se refiere al tiempo que tarda la empresa en completar un pedido o proyecto. El concepto tiene en cuenta el período desde el momento en que recibe el pedido o la solicitud de un cliente, o comienza una actividad, hasta el momento en que se completa y se entrega.

#### 9.4. Marco Geográfico

La finca Córdoba Bis es uno de los cuatro predios rurales pertenecientes a Agrícola Palmaban, está ubicada en:

**Vereda:** Sevilla

**Municipio:** Zona Bananera

**Departamento:** Magdalena

**Latitud:** 10°47'45.29"N

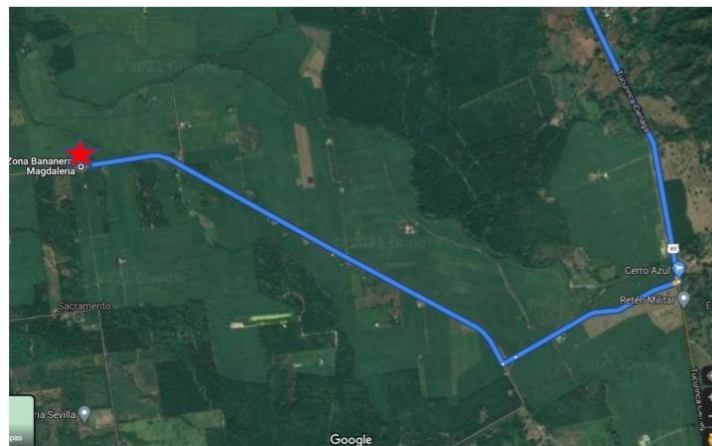
**Longitud:** 74° 9'9.01"O

Los predios se encuentran a 51,1 km del aeropuerto Simón Bolívar y a 64,7 km del puerto de Santa Marta.

Hay dos vías principales para acceder al lugar, la primera es la vía que desde Santa Marta conduce hacia el centro del país y cuenta con una carretera pavimentada en buen estado. Las otras vías de acceso, conducen desde Santa Marta hacia las veredas y corregimientos de Zona Bananera, sus carreteras se encuentran afirmadas y transitables para vehículos tipo camioneta.

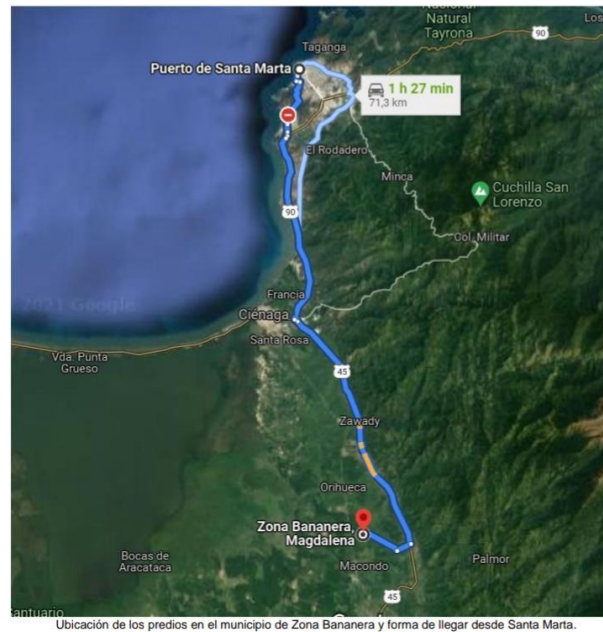
Estas vías, además de comunicar las poblaciones y corregimientos de la región, también sirven a las principales fincas bananeras de la región.

**Figura 2. Ruta de acceso a la Finca Córdoba Bis.**



Fuente. Tomado de Google Maps (2022)

**Figura 3. Ruta de acceso a la Finca Córdoba Bis**



Ubicación de los predios en el municipio de Zona Bananera y forma de llegar desde Santa Marta.

Fuente. Tomado de Google Maps (2022)

La Zona Bananera es un municipio del departamento del Magdalena costa norte de Colombia, su cabecera municipal es la localidad de Prado Sevilla. Contiene los ríos: Frío, Sevilla y Tucurínca. En la agricultura se destaca el cultivo del banano y de la palma africana y arroz.

Para la mejor comprensión del marco geográfico, se hace necesario revisar las orientaciones establecidas dentro del Plan de Desarrollo departamental del Magdalena. El plan de Desarrollo departamental del Magdalena (2020) posee cuatro ejes o puntos fundamentales los cuales resulta pertinente tener en cuenta dentro del marco geográfico de esta investigación, dentro de esos ejes se tocan temáticas como la equidad, la sostenibilidad y medio ambiente, la productividad y la gobernabilidad, todos esos ejes

son denominados por parte del gobernador Carlos Caicedo como un cambio revolucionario y se pueden analizar de la siguiente manera:

La Revolución de la equidad. En este eje se precisa la importancia de tener en cuenta aspectos como la desigualdad y la pobreza para poder crear estrategias que permitan que la sociedad del departamento del Magdalena tenga equidad e igualdad de condiciones en cuanto a las garantías de vida digna que los individuos merecen. Dentro de los objetivos principales de este eje se encuentra la superación de la pobreza, la cual afecta de manera evidente la calidad de vida de todas las personas, tanto así que hace énfasis en casos sumamente lamentable donde la pobreza ha causado la muerte por desnutrición en algunas comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior, la revolución de la equidad pone como principal prioridad la atención a la primera infancia para garantizar una niñez alejada de la vulneración en aspectos como la alimentación, la cual es fundamental para el proceso cognitivo de los seres humanos. También pone la lupa en las oportunidades, la educación pública, gratuita y de calidad, salud para todos, vivienda digna y derechos a la recreación, a todo esto, le apuesta la revolución de la equidad para poder llegar a una sociedad más igualitaria y con menos índices de pobreza y falta de oportunidades.

La Revolución Ambiental. Dentro de este eje se hace mención a la riqueza natural que posee el departamento del Magdalena y toda su biodiversidad, como el Rio Grande de la Magdalena el cual se encuentra al occidente, su fuerza y sus aguas forman lagunas y ciénagas las cuales resultan importantes para la creación y florecimiento de la vida y el hábitat de algunas especies. También hace mención a lo que es la Sierra Nevada, la

Ciénaga Grande, las bahías y el mar que acompaña, todos estos recursos deben ser cuidados y utilizados solamente con fines de preservación, una de las grandes apuestas de la Revolución Ambiental es no dejar que toda esta riqueza natural se pierda o se explote de una manera negativa.

Es por esto que, este eje apuesta a objetivos relacionados con el enfrentamiento del calentamiento global, la entrega de energías limpias que lleguen a todas las personas para garantizar algunos servicios públicos. También hace referencia a las gestiones integrales para garantizar el servicio de agua en todo el departamento, la cual es fuente de vida y siempre debe ser cuidada y tratada de la mejor manera posible.

La Revolución del Empleo y la Productividad. Para este eje el término que más se relaciona es el de Desarrollo Económico Inclusivo el cual nace de la problemática de una débil capacidad para generar empleos y por ende generar ingresos para las personas que lo necesitan, de ahí parten las cifras altas en cuanto a desempleo por algunas temporadas. Uno de los principales objetivos de este eje es la ejecución de planes que incluyan a las personas en condición de pobreza a que generen ingresos dentro del campo productivo del mercado, realizando labores que les beneficie y que a su vez sea útil para la sociedad en general.

Para que todo esto se dé es necesario la creación de planes que ajusten un salario digno para todos los empleados, a su vez, dentro de este eje se menciona que se deben estimular en los trabajadores características como la innovación, la creación, el aprendizaje, ya que todo esto será la base para que la productividad crezca y por ende crezca la economía, el mercado y las ofertas de empleo en todas las empresas que buscan



un importante impulso. De la misma manera, se menciona que es necesario un campo productivo tecnificado para para el nuevo desarrollo económico, esto se relaciona directamente con la educación pública, la cual preparará a las personas que integrarán todo este impulso económico.

La Revolución del Gobierno Popular. Dentro de este cuarto eje se hace hincapié en que para que el departamento salga de la pobreza y del atraso productivo y económico se deben plantear nuevas formas de gobernar las cuales deben estar encaminadas a el cambio y a la inclusión de nuevas idea populares que inicien un trayecto de impulso económico, político y social, por eso se hace mención de que todas las subregiones del departamento deben ser nuevos polos de desarrollo económico, social y cultural, los cuales tienen como punto fuerte el turismo.

De la misma manera, se hace énfasis en que este territorio ha sido golpeado por la violencia, por ende, deberá ser un territorio donde reine la paz con justicia y garantías hacia los derechos humanos de todas las personas que no estén de acuerdo con algo o presenten un descontento, por ello, también se le apuesta al fortalecimiento de la seguridad humana, la convivencia y la participación ciudadana.

## 9.5. Marco Legal

El siguiente cuadro es la base normativa del proyecto bajo el cual se reglamenta los requisitos para la producción, medidas sanitarias, empaque de la empresa productora de banano.

**Figura 4. Requisito legal.**

REQUISITO LEGAL	DESCRIPCION	ENTE EMISOR	DETALLE
<b>La norma GLOBALG.A.P. de Aseguramiento Integrado de Fincas (IFA)</b>	Es una norma de reconocimiento internacional que se ve reflejado en la certificación que solicitan en el mercado agroalimentario, donde especifica los requisitos de la producción agrícola y en la base de unas buenas prácticas agrícolas; donde sus procedimientos van relacionados con la higiene y reducción de fuentes de contaminación a lo largo de proceso productivo.	<b>GLOBALGAP</b>	Aplicación de toda la norma
<b>RAINFORERST ALLICANCE</b>	Es una certificación que ayuda a los agricultores a tener unos mejores cultivos, para adaptarse al cambio climático, aumentar su producción y reducir los costos. Esta se basa en la creación de un mundo más sostenible por medio de las fuerzas sociales y en el mercado para proteger la naturaleza y mejorar la vida de los agricultores y los sivecultores.	<b>RAINFOREST</b>	Aplicación de toda la norma
<b>RESOLUCION 002398</b>	Por medio de esta resolución se prohíbe el ingreso de plátano, banano y musaceas provenientes de los países que presenten el hongo Fusarium	<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	Aplicación de toda la resolución
<b>RESOLUCION No 068180</b>	Esta resolución establece las medidas fitosanitarias que deben tener las fincas agropecuarias que presenten el hongo Fusarium. La presentación de este tipo de hongo se presenta principalmente en las especies de banano y plátano donde contamina los campos por más de 30 años.	<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	Aplicación de toda la resolución
<b>RESOLUCION No 092770</b>	Esta resolución establece las medidas fitosanitarias que deben tomar las fincas para prevenir la enfermedad conocida como el Moko, donde este tipo de situación conlleva a la muerte de las plantas ocasionando la pérdida total del cultivo, por este motivo es necesario establecer las medidas de contención para prevenir la diseminación de esta enfermedad.	<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	Aplicación de toda la resolución desde el artículo 1 hasta el artículo 11
<b>RESOLUCION No 112453</b>	Esta resolución declara los municipios productores banano y plátano en el Magdalena como áreas libres de la enfermedad como área libre de Fusarium. Además establece las medidas fitosanitarias o de bioseguridad que deben tener para su mantenimiento.	<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	Aplicación de toda la resolución
<b>RESOLUCION No 00000824</b>	Establece los requisitos para el registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario de los lugares de producción, exportaciones y empaques de vegetales para la exportación en fresco.	<b>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)</b>	Aplicación de toda la resolución

Fuente. Propia

## **9.6. Marco Académico**

### ***9.6.1. Relación con las líneas de investigación de la facultad***

Las líneas de investigación cuya finalidad se encuentran más relacionadas con el presente trabajo investigativo son la productividad, la competitividad y la innovación, ya que este trabajo pretende a través de una estrategia competitiva e innovadora, fomentar la productividad y la redistribución de la empacadora de la Finca Córdoba Bis ubicada en la Zona Bananera – Magdalena.

### ***9.6.2. Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial***

El presente proyecto de investigación busca impulsar el nivel socioeconómico del departamento implementando habilidades y conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería industrial. Además, como estudiantes nos prepara para el estudio, investigación y desarrollo de un tema específico; y así adquirir experiencia en la realización y redacción de proyectos investigativos.

### ***9.6.3. Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial***

La relación entre la visión del programa y la presente investigación se basa en la realización y producción de documentos científicos como este, cuya finalidad es el cambio y el aporte a la sociedad, posicionando a la Universidad Antonio Nariño cada vez más arriba en cuanto a producciones intelectuales de sus estudiantes y publicaciones útiles con un impacto social bastante acertado.

Como estudiante, la tesis nos proporciona un valor agregado en el ámbito profesional. En vista de que muchas empresas contratan según la investigación realizada en la tesis, esta servirá como un buen argumento en nuestras hojas de vida.

### ***9.6.5. Relación con los objetivos del programa de Ingeniería Industrial***

La presente investigación se ve relacionada con los objetivos del programa de Ingeniería Industrial ya que este proyecto hace de los investigadores unos sujetos que van a contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad por medio de estrategias y planteamientos que ayuden de forma certera a la producción económica de forma competitiva y siempre con una mirada enfocada a la preservación del medio ambiente.

De la misma manera, mantener y fomentar el espíritu investigativo sobre estas temáticas es fomentar la producción científica en general. Por medio de estos proyectos los futuros investigadores serán exhortados a que realicen y fortalezcan su proceso investigativo para su crecimiento intelectual, el posicionamiento de la institución y el aporte social que se realiza con estas labores investigativas.

### ***9.6.7. Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado***

Para la realización de este trabajo de investigación se tuvieron en cuenta varias asignaturas, las cuales realizaron un aporte significativo en la construcción de saberes y la creación de metodologías y nuevas propuestas, dentro de esas asignaturas se encuentran.

**Diseño de Planta:** La asignatura de diseño de Planta nos ayudó a aportar conocimientos básicos necesarios para la realización del proyecto, teniendo en cuenta las definiciones, tipos y método guías en distribución en planta.

**Organización y Métodos:** Identificar los problemas dentro de las distintas áreas de la empresa, con el fin de estudiarlos y dar solución a ellas utilizando las distintas metodologías (diagramas de recorrido, estudio de tiempo, cursogramas, diagrama

procesos, etc.) para así asegurar que las actividades se encuentren bien organizadas y se encuentren en un óptimo funcionamiento.

**Costos de Producción:** Costos de Producción identifica los costos y ganancias que genera la empresa al elaborar el producto teniendo en cuenta aquellos gastos que implica el mantenimiento y elaboración de Producción del producto, por medio de estados financieros, balances de productos, relaciones de costos, matrices financieras, etc.

#### ***9.6.8. Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado***

Dentro del proceso de la creación, diseño e implementación del trabajo de grado se demuestran una serie de competencias que permiten realizar una producción más nutritiva en cuanto a aportes científicos, dentro de estas competencias se destacan el análisis, la innovación, la toma de decisiones y la organización.

## 10. Diseño Metodológico

Para la realización de una nueva distribución en planta una empresa debe presentar alguna fallas o falencias en sus zonas de trabajo, sea de desorden en el área de trabajo, baja productividad, distancias largas de recorrido, sobre esfuerzo de los trabajadores, accidentes de trabajo, contaminación de la producción, desorden de los materiales de trabajo, expansión de las plantas, traslados, entre otros; es ahí donde se hace indispensable que las empresas hoy en día vean en la distribución en planta la forma de ayudar a sus trabajadores y a sus industrias.

La distribución en planta se puede aplicar en cualquier tipo de producción o área de trabajo; pero una redistribución en planta se basa una manera objetiva, fundamentada y creativa.

Los conocimientos que se van a desarrollar en esta propuesta están basados en una serie de métodos de estudio, como son el estudio de métodos y tiempo, diagramas de procesos, evaluación multicriterio, metodologías de distribución en planta y conocimiento básicos en bananos. Además, se desarrollan en las siguientes fases:

**Primera fase**, Diagnosticar el proceso productivo en Planta de la finca córdoba Bis, mediante un estudio de tiempos que permita conocer el desempeño de sus trabajadores en el área de trabajo. **Segunda fase**, Diseñar un plan de mejora por medio de la redistribución en Planta a través de la metodología de un embazado eficaz con el fin proyectar una mayor rapidez productiva de la empacadora. **Tercera fase**, Evaluar la propuesta de redistribución en Planta de la finca córdoba Bis por medio de una propuesta económica.

### **10.1. Tipo y Enfoques de Investigación**

Esta propuesta se basa en desarrollar una investigación de tipo descriptivo basándose en un enfoque cuantitativo, donde se tiene como objeto elaborar una redistribución en planta en la empacadora de la finca Córdoba Bis, con el fin de hacer un uso adecuado de los espacios que cuenta en el área de producción, donde se elaborara un registro de la información recolectada en distribución actual, estudio de tiempo, diagramas, curso gramas, herramientas de trabajo, sistema de empaque, distancias, etc.

Basándonos en la tercera edición del libro “metodología de la investigación” de Cesar A. Bernal, se puede decir que esta investigación es de tipo descriptivo porque se seleccionan las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes. Se lleva a cabo por medio de reseñas e identificando los hechos del objeto de estudio, y diseñando un prototipo del resultado, sin dar explicación o razones de los hechos. Y tiene un enfoque cuantitativo porque se obtendrán datos de cantidades.

### **10.2. Variables de Medición**

Para este trabajo de investigación las principales variables que se deben tener en cuenta son las siguientes:

#### **10.2.1. Variable dependiente**

**Empacadora:** la cual es una empresa encargada del proceso de empaqueo de diferentes productos para su posterior comercialización en los pequeños, medianos y grandes locales comerciales del departamento del Magdalena, Colombia.

### 10.2.2. Variable independiente

**Cuellos de botellas:** presentan una estructura de diseño la cual termina por aumentar el tiempo en los procesos de producción

**Sobrecostos:** resultan desestabilizantes dentro de la economía y sostenibilidad del capital dentro de la empresa.

**Aumento del tiempo de proceso:** generan retrasos en los procesos de producción y por ende se genera menos material comercial, o si se genera gran cantidad se hace en un tiempo prolongado.

### 10.2.3. Variables intervinientes

**Finca Córdoba bis:** la cual se encuentra ubicada en el departamento del Magdalena, Colombia.

## 10.3. Recolección y Análisis de Datos

### 10.3.1. Fuentes primarias

Para la recolección y análisis datos, se partió desde la observación directa de la infraestructura, preguntas dirigidas a los trabajadores y toma de tiempo al proceso productivo.

Además, se tendrá en cuenta las prácticas agrícolas, las capacidades de producción de la finca y normativas agrícolas.

### 10.3.2. Fuentes secundarias

- Estudio de métodos y tiempo
- Distribución en planta



- Tipo de distribución
  - Diagramas de procesos
  - Toma de tiempos por medio de cronómetros.
  - Conceptos básicos en distribución en planta
  - Métodos en distribución planta
  - Plan de desarrollo del Magdalena
  - Plan de desarrollo de la Zona Bananera
  - Conocimientos básicos en manejo de banano
  - Libros: Introducción al estudio del trabajo, Manual de tiempos y movimientos e ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo.
- Red de financiación
  - **Trabajo de grados** “diseño de distribución en planta y optimización de los procesos productivos en la empresa “lácteos sotaquirá” en el municipio de Sotaquirá – Boyacá”
  - **Trabajo de grado** “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”.

### 10.3.3. *Unidad de estudio o muestra*

La Finca Córdoba Bis es una empresa dedicada a la producción de banano tipo exportación con los mejores estándares de calidad, según lo establecido por las normas (Global Gap y La Rainforest). Dichas normas especifican cuáles son buenas prácticas agrícolas que deben seguir los productores agrícolas en sus procesos donde van estrechamente relacionados con la higiene y la reducción de la contaminación ambiental. Esta se encuentra ubicada en el municipio de la zona bananera, fundada por EDGAR

GUERRO VIVES en el año 1990, siendo este el origen de una sociedad distribuida entre los miembros de su familia.

#### 10.3.4. *Muestra*

La muestra es la Finca Córdoba Bis, en la que se realizara la esta investigación enfocándose en el proceso productivo y la distribución en planta actual.

### 10.5. Fases y Actividades Metodológicas

**Tabla 3. Fases y etapas metodológicas**

Objetivos		Metodologías
General	Específicos	
Proponer una redistribución en planta para la empacadora de la Finca Córdoba Bis ubicada en la Zona Bananera-Magdalena	Diagnosticar el proceso productivo en planta de la finca Córdoba Bis ubicada en la Zona Bananera-Magdalena, mediante un estudio de tiempo que permita conocer el desempeño de sus trabajadores en el área de trabajo	Estudio de métodos y tiempo
		Diagrama de proceso
		Diagramas de flujos
		Sistema Westinghouse
	Diseñar un plan de mejora por medio de la redistribución en Planta a través de la metodología de un embazado eficaz con el fin proyectar una mayor rapidez productiva de la empacadora.	Investigar y analizar las metodologías de distribución en planta
		Definir en que consiste la metodología seleccionada
		Implementarla en la distribución de planta actual
		Realización de planos
	Evaluar la propuesta de redistribución en Planta de la finca Córdoba Bis por medio de una propuesta económica.	Determinar la eficiencia del diseño por medio de una simulación en el programa FlexSim
		Exponer las diferencias entre proceso productivo actual y la propuesta de mejora
		Presentar propuesta económica, definiendo los costos e inversiones que tendría la empresa

Fuente. Propia

## **11. Desarrollo y resultados del primer objetivo**

### **11.1. Descripción de la empresa**

Agrícola Palmaban S.A.S. está constituida como una sociedad por acciones simplificada, dedicada al cultivo de banano tipo exportación. Se fundó el 4 de enero de 2004, tomando la administración de las fincas Córdoba Bis y La Solita, quienes estaban bajo la razón social de Edgar Guerrero Vives S. en C. desde 1990.

Las fincas Córdoba Bis con 70 has es productora de banano tipo exportación quien desde un comienzo le vendía su fruta a la comercializadora internacional BANAMAR S.A desde 1990 hasta 1995 luego inicia relaciones comerciales con la multinacional Chiquita Brands, una vez finalizado el contrato en el año 2000 con esta empresa se firmó contrato con la comercializadora internacional GUINEOS S.A. hasta el año 2006, luego de no concertar precios decide ser parte de la comercializadora C.I. PRODJUSTA S.A. durante el año 2007 una vez finalizado este contrato inicia actividades comerciales con la comercializadora internacional BANASAN S.A. hasta el 31 de diciembre de 2020; a partir de enero de 2021 inicia relaciones comerciales con C.I.UNIBAN S.A., con quien actualmente mantiene relaciones comerciales proporcionándole esta toda la asistencia técnica y servicios que se requieren para la exportación del banano.

#### **Misión**

Ser productores líderes del mejor banano tipo exportación de la región, teniendo siempre presente los aspectos sociales y ambientales llevados de una forma amigable dentro de la producción. Garantizando la aplicación de los valores de sostenibilidad en

cada una de las fases productivas y comerciales consolidándonos así motor para la sociedad.

### **Visión**

Se una empresa con un capital humano orientado a la mejora continua con una estructura organizacional sólida y eficiente encaminada a producir el mejor banano de la región con calidad y responsabilidad social y ambiental; con proyección a generar más empleos directos e indirectos en la región.

### **11.2. Tipos de material y herramientas para la recolección de información**

Los instrumentos empelados para la recolección de datos, con el fin de obtener los más precisos para el desarrollo del primer objetivo, fueron los siguientes:

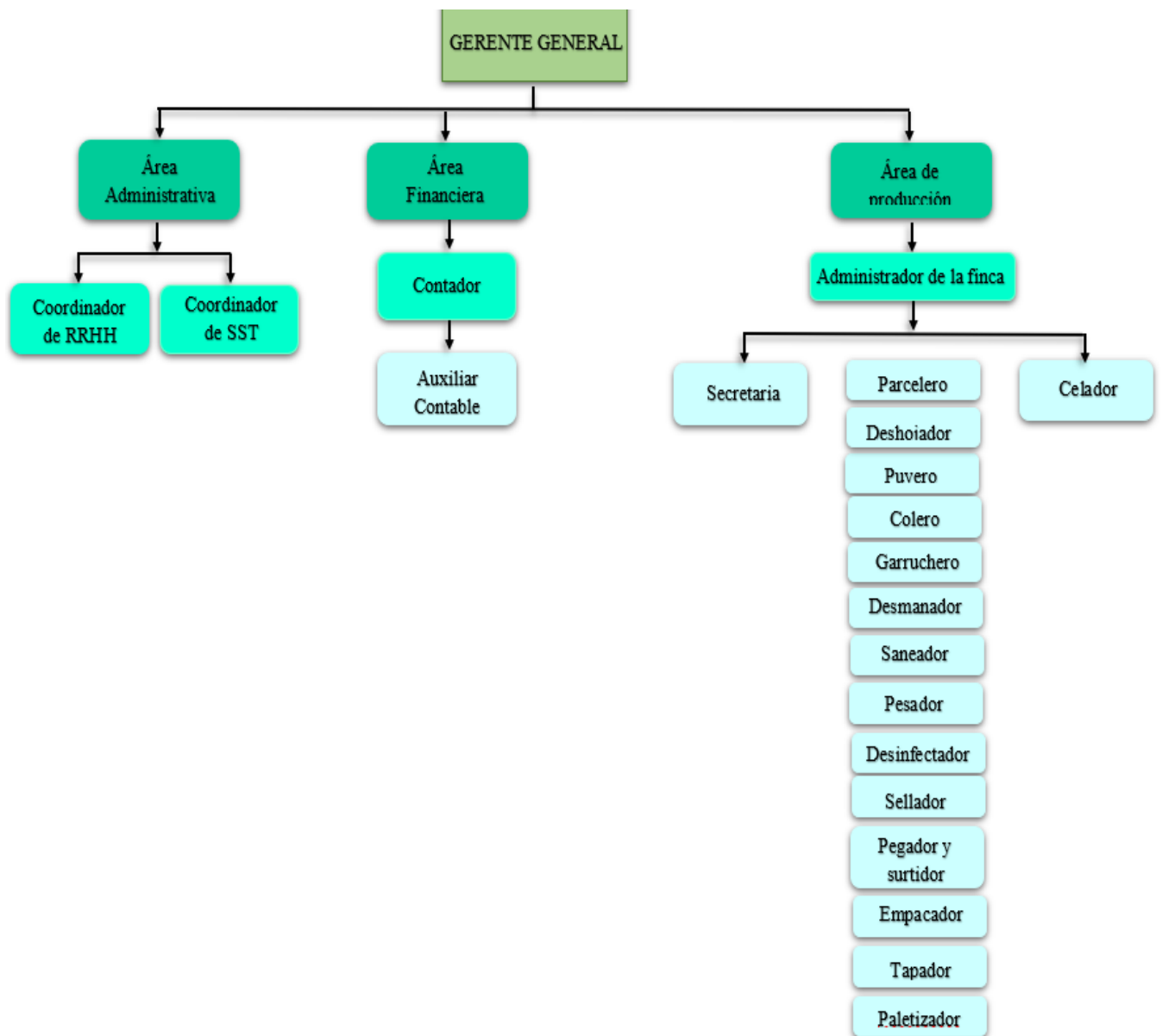
- Entrevista a los encargados y trabajadores del área en cuestión.
- Consultas sobre cargos y funciones dentro de la finca.
- Medición del tiempo de cada actividad realizada.
- Análisis de los datos encontrados.
- Lluvia de ideas.

Asimismo, el uso de herramientas electrónicas como cámara y celular facilitaron la recolección de información a la hora de medir los tiempos de cada actividad y la evidencia fotográfica que pueda corroborar la información. Posteriormente se fue ordenando y ubicando la información para facilitar la creación de diagramas y esquemas que ayude a comprender mejor el proceso.

### 11.3. Estructura Organizacional

El siguiente gráfico presenta la estructura organizacional de la empresa, con el fin de facilitar la identificación de los niveles jerárquicos que la constituyen.

**Figura 5. Organigrama.**



Fuente. Propia

### ***11.3.1. Descripción de los cargos***

A continuación se describirán cada uno de los cargos ejercidos en la finca Córdoba Bis, con información adquirida de Augura, 1997.

**Gerente General:** Es el encargado de representar a la empresa, responder ante los propietarios, planear las actividades a desarrollar, velar por el cumplimiento de las metas y objetivos establecidos, formular estrategias y tomar decisiones que conlleven a la mejora continua, resguardar los recursos de la empresa, establecer alianzas y convenios con los mercados nacionales e internacionales para la comercialización de los productos, entre otras funciones que se generen por la naturaleza del cargo.

**Coordinador de RR HH:** Es el responsable de responder y velar por los intereses de la empresa, los empleados y el talento humano. Siendo un puente entre estos. Además, se encarga de *los* programas de capacitación, formación, gestión de talento y otros.

**Coordinador de SST:** Las tareas realizadas por este cargo son diseñar, implementar, mantener y mejorar el SGSST. También se encarga de Informar a la alta dirección el funcionamiento y los resultados de este, promover la participación de todos los miembros de la empresa en su implementación y la comprensión de las políticas.

**Contador:** Es la persona encargada de rendir el informe contable al Gerente General, garantizar el uso adecuado de los recursos financieros de la empresa y distribuirlos correctamente en cada uno de los rubros establecidos en el presupuesto de gastos de la organización.

**Auxiliar contable:** Las tareas de este cargo son revisar los comprobantes de ingresos y egresos mensuales, examinar y ordenar el resumen de cuentas por pagar y por cobrar, codificar la nómina quincenal, disponer el pago de los aportes parafiscales, Elaborar las liquidaciones cuando se presente el caso, llevar los libros de bancos y manejar la caja menor

**Administrador de la finca:** Es el encargado de responder por el desarrollo de las actividades de la finca y el cumplimiento de las labores de cultivo, cosecha y recolecta empaque y embalaje del banano, cumplir y hacer cumplir el Manual de Funciones y Procedimientos.

**Secretaria:**

**Funciones:**

- Revisar y enviar correos
- Enviar pedidos
- Llevar el inventario de la finca
- Las entradas y salidas de los materiales
- Manejo la bodega
- Recibe la papelería
- Entrega de materiales y herramientas de trabajo
- Digitar el embolse de la fruta
- Hacer reportes diarios de las ausencias
- Digitar la nómina
- Recibir los materiales de corte



- Atender llamadas telefónicas
- Recibir visitas
- Rinde informes al administrador de la finca

### **Coordinador de campo:**

#### **Funciones:**

- Supervisar, calificar las labores de campo.
- Rendir informes al administrador.
- Supervisar los reportes.
- Llevar el conteo del embolse de la fruta
- Planificar las labores un día antes.
- Corregir las labores de campo que no se han elaborado correctamente.
- Hacer un reporte diario de los trabajadores ausentes y hacer un reporte diario para que paguen a los trabajadores por realizar sus labores.

### **Asistente de evaluación de parcelera:**

#### **Funciones:**

- Rendir informes al coordinador de campo de las labores de campo y estado de los lotes.
- Revisión de las labores de campo estén bien desarrolladas.
- Conteo de embolse, cinta, hojas y plantas.
- Realizar evaluación de parcela.

### **Parcelero:**

**Funciones:**

- Regula la cosecha inspeccionando y registrando la información de los racimos para seleccionar las manos aptas.
- Conoce la edad y cantidad de racimos presentes en cada lote de la finca.
- Realiza el embolse de la fruta. Consiste en proteger al racimo con una funda o bolsa plástica de polietileno, del ataque de plagas o defectos causados por hojas o químicos, entre otros.
- Lleva el manejo y control de malezas.
- Controla la protección de la fruta por el desvío de puyones (hijos o hijuelos), evitando el daño que le causa a la fruta el roce de las hojas del puyón.
- Examina la plantación y cuida las plantas de caídas por el viento peso del racimo o el ataque de nematodos.

**Deshojador:** Elimina hojas secas, viejas, quebradas y demás objetos que puedan causar deterioro en la calidad de la fruta, o ser fuente de propagación de enfermedades y plagas.

**Procedimiento:**

Cortar las hojas (de arriba hacia abajo). El corte hacerse a ras del pseudotallo o cortando la porción afectada o área de la hoja que maltrate toque o cicatrice el racimo.

**Puero:** Recorre la plantación cortando todos los racimos que cumplan con las condiciones y edad estipuladas en la orden de corte.

Esta tarea es realizada los días de embarque programados por la comercializadora.

**Procedimiento:**

- Recibir instrucciones y trasladarse con la cuadrilla de corte al lugar asignado por el supervisor.
- Identificar las plantas a cortar.
- Calibrar uno o dos dedos centrales de la segunda mano basal del racimo según las órdenes de corte que definen el máximo o el mínimo de líneas de calibración.
- Cortar con el machete la soga cerca al nudo de la mata que se va a cosechar.
- Eliminar las hojas que podrían causar daño a matas vecinas.
- Picar el pseudotallo e la mata cuando el colero esté listo para recibir el racimo.
- Cortar en forma de mesa plana con el machete el vástago del racimo por encima del amarre de la bolsa plástica.
- Cortar la planta ya sin fruta, las hojas restantes y el pseudotallo en forma biselada a la altura del pecho del puyero.
- Retirar el material vegetal que quede en los canales, enredado en follaje de plantas vecina y/o afectando a puyones, y colocarlos en las calles de la plantación.

**Colero:** Recibe los racimos cortados por el puyero, utilizando una cuna acolchonada para llevarlos al cable vía.

**Procedimiento:**

- Recibir instrucciones y trasladarse con la cuadrilla de corte al lugar asignado por el supervisor.
- Esperar debajo del racimo mientras el puyero corta el racimo, para recibirlo en la cuna sobre su hombro.
- Llevar el racimo en el hombro hasta colgarlo en la garrucha.

**Garruchero:** Transporta los racimos cosechados desde los lotes hasta la empacadora, a través del cable vía.

**Procedimiento:**

- Recibir instrucciones del supervisor, reclamar un equipo de 30 garruchas con sus respectivos separadores para trasladarse al lugar previamente señalado.
- Armar el viaje de racimos y llevarlos a la empacadora halándolos por el cable vía.
- Desembolsar los racimos y eliminar las flores que quedan en los racimos traídos a la empacadora
- Esperar que el desmanador procese los racimos para organizar el equipo y llevarlo nuevamente al sitio de corte.

**Desmanador:** Separa en el racimo las manos de vástago mediante el uso de la gurbia.

**Procedimiento:**

- Desmanar el racimo que llegue a la empacadora y depositar las manos seleccionadas en el tanque con agua sin golpear unas con otras.

**Saneador:** Conformar los gajos dependiendo las especificaciones de calidad requeridas. Con la ayuda de una herramienta llamada gurbia.

**Procedimiento:**

- Eliminar los dedos defectuosos encontrados en la mano.
- Dividir las manos en gajos.
- Formar las coronas de los gajos.
- Pasar los gajos seleccionados al tanque de agua siguiente (tanque de desleche) de tal forma que las coronas queden sumergidas y tirar el rechazo en el sitio indicado.

**Pesador:** Selecciona y pesa los gajos para obtener el peso neto de fruta que facilite su empaque.

**Procedimiento:**

Tomar los gajos seleccionados, colocarlos ordenadamente sobre otra chaza y pesarlos, el patrón de empaque dependerá de la comercializadora, cumpliendo con los límites de pesos.

**Desinfectador:** Aplica una solución fungicida para prevenir y proteger las coronas de los gajos de enfermedades de postcosecha.

**Procedimiento:**

Con una bomba de espalda, aplicar el fungicida o desinfectante, garantizando el cubrimiento total de las coronas.

**Sellador:** Coloca el sello para diferenciar el tipo de fruta y la marca.

**Procedimiento:**

Escoger el sello y colocar con ligera presión en la parte central y cóncava de los dedos. (Un sello alternando los dedos)

**Pegador y surtidor:** Arma las cajas, uniendo con pegante las unidades de cartón (bases y tapas) y las suministra a la unidad de empaque.

**Procedimiento:**

Se coloca la unidad de cartón (base o tapa) sobre la plataforma de la maquina pegadora, se voltean las aletas inferiores de cartón, se aplica el pegante sobre el área a ser cubierta con la aleta superior y se prensa. Se deja secar durante 30 segundos.

Posteriormente, se coloca la división y la bolsa correspondiente para enviarla en la banda transportadora, de acuerdo al tipo de ruta a embarcar en el momento, a cada empacador y tapador.

**Empacador:** Empaca los gajos en las cajas de acuerdo a las especificaciones.

**Procedimiento:**

Empacado #1. Empacar los gajos de banano en bolsas, sellar la bolsa y empacar en las cajas siguiendo las especificaciones de la comercializadora.

Empacado #2. En la base de la caja, colocar la división, ubicar la bolsa plástica y empacar los gajos.

**Tapador:** Coloca la tapa a la caja que contiene la fruta.

**Procedimiento:**

Coger las tapas y proceder a tapar las cajas empacadas que encuentran en la banda transportadora.

**Paletizador:** Agrupa las cajas de banano sobre una estructura conocida como estiba, de forma tal que facilite el transporte, cargue y descargue, manteniendo su calidad.

**Procedimiento:**

Sobre una estiba se agrupan 48 cajas de banano en tendidos de seis cajas para una altura de ocho tendidos. Para ello se debe colocar cuatro esquineros y enzunchar los tendidos uno, tres, cinco, siete y ocho. Se debe disponer el lado de las cajas con el lado ancho de la estiba, de manera que no sobresalga ninguna caja.

El Paletizador debe ubicar el pallet organizado sobre la estiba en el camión cumpliendo las normas de la comercializadora.

**Celador:** Es el **encargado de la vigilancia dentro de la finca**. Está atento a que todas las funciones se realicen de forma correcta y ayuda al bienestar de los que se encuentren en las instalaciones.

**Funciones:**

- Hacer servicios de guardia.
- Llevar el registro de las personas que ingresan a la finca.
- Vigilar que los trabajadores y visitantes usen los elementos necesarios antes de ingresar.
- Ayudar al personal.
- Informar al administrador sobre desperfectos que encuentre.
- Vigilar que se cumplan las normas.

#### 11.4. Descripción del área empacadora

La empacadora la finca Córdoba bis está conformada por 11 áreas de trabajo y 2 piscinas.

1. **Patio racimo:** Área donde se reciben los racimos obtenidos desde el campo, en esta se realiza el pesaje, medición de manos, retiros de bolsas, cintas y protectores.
2. **Área de desmane:** En esta área se realiza la separación de las manos de banano del vástago; con ayuda de la herramienta llamada gurbia, posteriormente ubican las manos dentro de la primera piscina.
3. **Área de saneo:** Se encuentra ubicada en medio de las dos piscinas donde el personal de trabajo permanece de pie, en esta área separan las manos y se mira la calidad de las manos y si presentan o no algún defecto.
4. **Área de selección:** Esta área se encuentra en la segunda piscina y la primera línea la banda transportadora, se seleccionan las manos para ubicarlas dentro de las chazas.
5. **Área de chazas y bandas:** Las bandas transportadoras recorren la parte superior de la empacadora donde se encuentran ubicados las chazas o bandejas de plástico llenas de manos de banano. Además, en esta área se les colocan los sellos a las manos
6. **Área de pesaje:** En esta área se encuentra ubicada una báscula donde son pesadas cada uno de las chazas llenas de manos.



7. **Área de post cosecha:** Es una pequeña área donde se encuentra cubierta por un plástico y por la banda transportadora que protege al personal a la hora de aplicar la post-cosecha.
8. **Área de empaque:** Compuesta por la banda transportadora en un espacio de trabajo muy reducido en esta el personal se encarga de empacar las cajas de banano.
9. **Área de paletizado:** es una plataforma donde se encuentran las cajas donde son ubicadas en pallets para ser transportado. Además, esta área es la zona de carga, del camión o contenedor.
10. **Área de cartón:** Es el área más grande de la empacadora, es se encuentra compuesta por dos máquinas manuales que ayudan a pegar las cajas de cartón. Se encuentra almacenadas estibas de madera, cartón y periódico.
11. **Área de rechazo:** Se encuentra ubicada a un lado de la empacadora donde se recibe el guineo que presente defectos o no cumpla los estándares de calidad. En esta área se encuentra una báscula donde usan para pesar la mano y empacarlos en bolsas para la venta en el mercado nacional.

### **11.5. Estudio de métodos**

Los objetivos que se quieren alcanzar con el estudio de métodos son:

- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la empacadora.
- Optimizar el espacio para disminuir tiempos en el proceso.

Esto se logrará por medio de un paso a paso, que consiste en:

- Seleccionar la tarea o área a mejorar
- Recolectar información necesaria.
- Analizar los detalles observados.
- Realizar un análisis crítico y aportar ideas para un nuevo método.
- Aplicar el nuevo método.

### ***11.5.1 Proceso de empaque del banano tipo exportación***

Para la cosecha del banano se deben tener en cuenta 3 aspectos básicos:

- Recorrido de los lotes o hectáreas a cosechar
  - Identificación de cinta por edad a corta y su grado
  - Transporte a la empacadora
1. El cortador debe recorrer el lote a acortar localizando todas las frutas que corresponde a las edades correctas. Una vez identificado el racimo a cosechar, se rompe la bolsa y se procede acortar, posteriormente se debe acomodar el racimo sobre almohadilla, para hacer un corte final.
  2. Una vez el racimo este sobre la almohadilla es transportado en dirección al cable, la fruta es colocada en las garruchas para ser transportado a la empacadora.
  3. Los racimos son llevados a la empacadora.
  4. En el área de desmane se sostiene la mano de banano para separarlas del racimo de forma que realice un solo corte sin dañar la fruta.
  5. Las manos son introducidas dentro de las piscinas son trasladadas al área de saneo.
  6. En el área de saneo se escoge la mano a cortar, se clasifica y separan las manos con ayuda de la gurbia, para cumplir con la cantidad de manos requerida. (Las

- manos que presentan un defecto con transportadas por una canastilla hacia el área de rechazo).
7. Las manos son introducidas nuevamente en la piscina para ser trasladada al área de empaque. (Se debe tener en cuenta que cada piscina tiene una distancia diferente y además se clasifican en manos pequeñas, grandes y medianas).
  8. Una vez las manos son lavadas dentro de piscina, son seleccionadas y se llenan las chazas de acuerdo al tamaño de las manos (manos pequeñas, manos medianas y manos grandes).
  9. Sellar las manos
  10. Pesar el banano
  11. Aplicación post-cosecha
  12. Introducción de manos dentro de la base de cartón formando 4 filas y 5 filas.  
Dentro de la misma.
  13. Colocar la tapa
  14. Transportar a la estiba
  15. Armado de la tapa
  16. Armar la base
  17. Transportar a la banda

**Herramientas:** Sable, Bomba de espalda, Machete, Escalera, Cuchillo, Aguja, Pita o nylon, Deshojadora, Calibrador, Cuna, garrucha, Soga para hablar racimos, Fluxómetro, Gurbia, Basculas, Chazas, Sellos, Bolsitas, Post cosecha, Brocha, Pegante, Cartón, Bolsas, Martillo, Estibas, Zunchadora, Grúa.

**Área:** Se procura tener la empacadora y el patio racimo completamente limpio y aseado. Además, se mantiene las piscinas aseadas midiendo su PH y el cloro.

**Postura:** retos y de pie

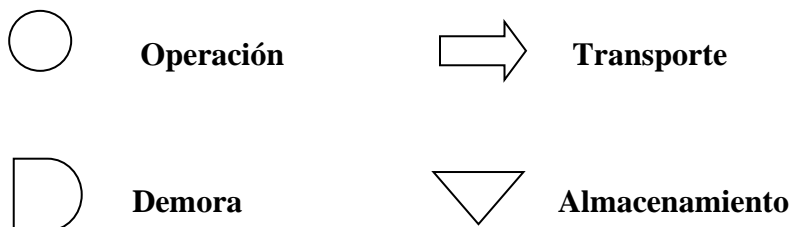
**Luz:** natural

**Equipo de protección:** Botas de caucho, Guantes, Camisa manga larga, Respirador, Gorra, Pantalón largo, Peto plástico, Estuche para cuchillo, Estuche para puga, Cinturón corrector de columna, Delantal, Guante de malla y cofia.

### ***11.5.2. Diagrama de proceso – análisis el producto***

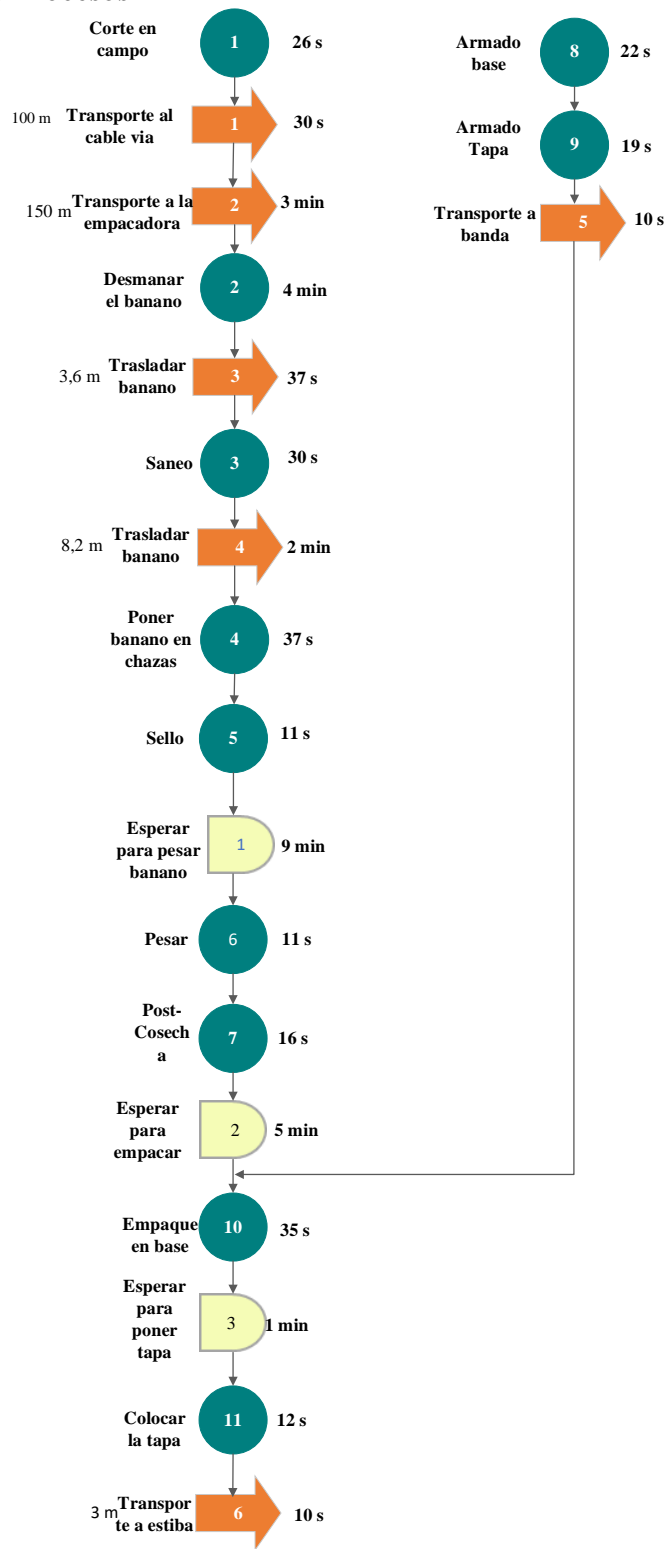
Representa gráficamente las etapas en forma separada de un proceso, tarea o trabajo, y así modificar la salida desde una etapa hasta otra. En otras palabras describe la secuencia de actividades comprendidas en un trabajo

Hay un conjunto estándar de elementos y símbolos mejorados que a continuación se presentan:



A continuación, se observa el diagrama donde se podrá observar las fases del proceso productivo del empaque del banano para su exportación.

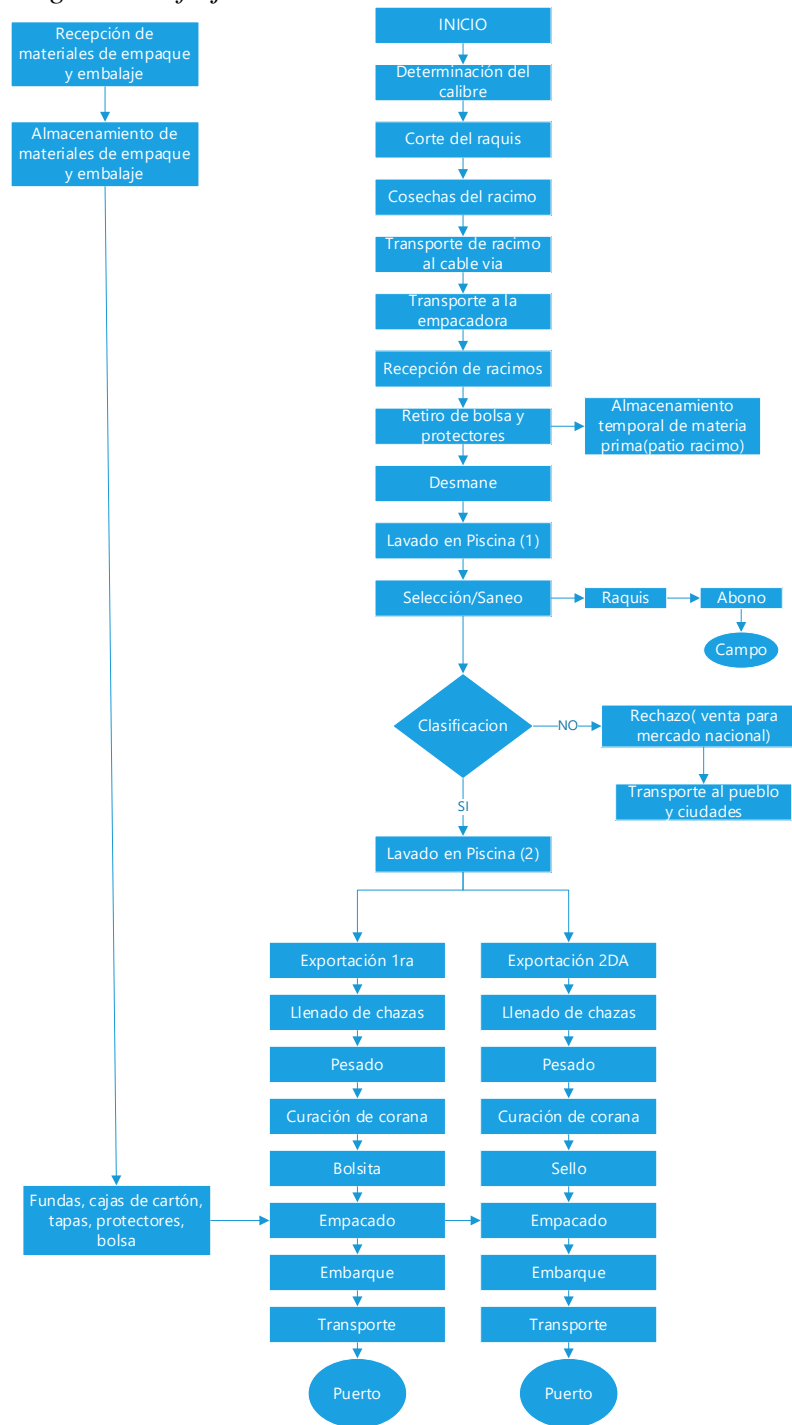
Figura 6. Ruta de Procesos



Fuente. Propia

### 11.5.3. Diagrama de flujo

Figura 7. Diagrama de flujo



Fuente. Propia

### 11.5.4. Matriz DOFA

En la matriz DOFA se exponen cada una de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que se han evidenciado en el estudio y análisis de la empacadora.

**Figura 8. Matriz Dofa**

<b>MATRIZ DOFA</b>	<b>FORTALEZA</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	Se cuenta con un espacio no aprovechado que puede ser utilizado en la mejora de la empacadora.	Las personas realizan sus tareas en un espacio limitado, generando movimientos forzosos
	Algunos trabajadores realizan más de una tarea, disminuyendo el tiempo de ocio.	Se acumula una cantidad considerable de chazas con banano en la zona de empaque, generando cuellos de botella
	El proceso está estandarizado, aunque podría mejorar, este cuenta con un modelo de pasos a seguir.	No se maneja maquinaria especializada y algunas herramientas son obsoletas.
	La bodega donde se almacenan las cajas está cerca del área de empaque, conectándose con una banda transportadora.	No se cuenta con una metodología de distribución en planta.
	El proceso de armar las cajas es rápido y constante	Falta de capacitación a los empleados. Jornadas de trabajo más largas.
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA FO</b>	<b>ESTRATEGIA DO</b>
Contar con una mejor circulación de personal, herramientas, materiales y productos en elaboración.	Las fortalezas reflejan la capacidad que tiene la empresa para aprovechar las oportunidades que se le presentan, podemos ver que esta cuenta con el espacio necesario para implementar las mejoras necesarias, las cuales se verán reflejadas en más oportunidades.	Las oportunidades son claras mejoras para las debilidades que tiene actualmente la Finca Córdoba Bis, al utilizar mejor el espacio disponible las personas realizaran sus tareas con un menor esfuerzo y tiempo, acción que no solo incrementaría la productividad sino que también representaría un mayor bienestar para sus trabajadores.
Ser una empresa encaminada en la mejora continúa ofreciendo bananos con la mejor calidad y mientras brinda unas excelentes condiciones de trabajo a sus empleados		
Utilizar el espacio disponible según la necesidad.		
Mayor seguridad para el personal y disminución de accidentes.		
Incremento de la productividad y menos costos.		
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIA FA</b>	<b>ESTRATEGIA DA</b>
Limita la oportunidad de generar un mayor volumen de producción.	Para que la empresa se mantenga y siga acumulando fortalezas, es necesario contar con amenazas que la obliguen a mejorar constantemente, en este caso se ve en la necesidad de optimizar su área de empaque para brindar un espacio más ameno a la hora de realizar el trabajo.	Si no hacen las mejoras pertinentes, se verá afectado el desarrollo productivo y consigo la competitividad. Trayendo consecuencias a corto y largo plazo, evitando que la empresa logre posicionarse como una de las mejores productoras de banano tipo exportación.
El espacio limitado podría ocasionar enfermedades laborales en sus trabajadores, por las malas posturas y movimientos innecesarios		
Si su equipo de trabajo no está capacitado podría resultar contraproducente para la empresa.		
Al no contar con maquinaria especializada se vería afectada la competitividad y el desarrollo productivo de la empresa		

Fuente: Propia

### 11.5.5. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa- efecto es una herramienta de diagnóstico que permite elaborar un cuadro, detallado y de fácil visualización, las diferentes causas que originan un problema.

En este caso se utilizó el diagrama de Ishikawa para detectar las fallas encontradas en el proceso de empaque del banano, que pueden ser causas por la mano de obra, equipo, herramientas, método e incluso los mismos materiales de trabajo. A continuación, se mostrará el diagrama:

**Figura 9. Diagrama de Ishikawa**



Fuente. Propia



### 11.11. Estudio de tiempos

Para la realización del estudio de tiempo se tuvieron en cuenta las siguientes operaciones como, sanear, transportar, cortar, limpiar, seleccionar, empaçar y sellar fue el objetivo a utilizar para calcular el tiempo estándar y el tiempo de ciclo de la operación. Para esto se realizó una serie de observaciones 5 en total para cada una de las fases del proceso del empaque de banano (17 operaciones).

**Tabla 4. Tiempos de operación**

Operaciones	OBSERVACIONES				
	1	2	3	4	5
1	25,82	27,52	29,48	28,7	28,05
2	48,01	45,24	45,69	41,56	41,05
3	898	899	900	890	910
4	261,6	248,4	268,8	249,6	186,6
5	433,6	439,1	431,4	439,6	434,8
6	17,40	18,00	19,00	16,40	17,00
7	543,6	549	551,4	549,6	544,8
8	25,87	24,21	26,89	26,73	26,64
9	12,03	13,16	11,51	11,76	14,07
10	4,12	5,30	3,20	2,08	6,35
11	5,39	9,15	7,66	10,07	7,53
12	51,38	47,86	52,39	48,41	49,22
13	9,74	15,00	11,63	10,19	10,46
14	3,48	5,76	5,23	9,05	2,23
15	22,98	24,54	24,24	25,89	25,93
16	26,10	23,90	24,54	25,47	23,05
17	9,15	10,36	5,23	8,20	9,20

Fuente. Propia

Donde los tiempos (en minutos) de cada operación se reflejaron en segundo y en escala decimal.

En este punto se analizará la aplicación del método Westinghouse para la calificación de los operarios según las características de la empresa. Además, se tendrá en cuenta la operación, proceso, lugar de trabajo, condiciones ambientales y políticas de la misma.

Teniendo en cuenta cada los 4 factores para operario (Habilidad, Esfuerzo, Condición y Consistencia) se obtuvieron las siguientes calificaciones al evaluar a los operarios:

#### 11.11.1. Clasificaciones por actividad

**Tabla 5. Clasificación actividades**

<b>ACTIVIDAD #1</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,13	0,12	0,02	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,28</b>

Fuente. Propia

<b>ACTIVIDAD #2</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,13	0,1	0,02	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,26</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #3</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,13	0,12	0,02	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,28</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #4</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,13	0,1	0,02	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,28</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #5</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,08	0,1	0,04	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,25</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #6</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,11	0,08	0,02	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,24</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #7</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,08	0,1	0,04	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,25</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #8</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,15	0,1	0	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,26</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #9</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,15	0,13	0	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,31</b>

Fuente: propia

<b>ACTIVIDAD #10</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,11	0,1	0	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,22</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #11</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,15	0,12	0	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,3</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #12</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,15	0,1	0	0,03	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,28</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #13</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
<b>HABILIDAD</b>	<b>ESFUERZO</b>	<b>CONDICION</b>	<b>CONSISTECIA</b>	
0,15	0,1	0	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,26</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #14</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				

HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICION	CONSISTECIA	
0,13	0,13	0	0,01	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,27</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #15</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICION	CONSISTECIA	
0,13	0,13	-0,03	0,04	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,27</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #16</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICION	CONSISTECIA	
0,15	0,13	-0,03	0,04	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,29</b>

Fuente: Propia

<b>ACTIVIDAD #17</b>				
<b>FACTOR DE CALIFICACION</b>				
HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICION	CONSISTECIA	
0,13	0,12	-0,03	0,04	1
<b>TOTAL</b>				<b>1,26</b>

Fuente: Propia

Luego de obtener el factor de calificación y de haber realizados las observaciones se ubican en la hoja de observaciones y se calcula lo sientes tiempos:

### *11.11.2. Hoja de observaciones para estudio de tiempo*

**Tabla 6. Observaciones para el estudio de tiempo**

Hoja de observaciones para estudio de tiempo										
Identificación de la operación							Fecha			
Hora inicial 10:00 am Hora final 10:03 am	Operador 05						Aprobado por CJA			
Descripción del elemento	CICLOS					Resumen				
		1	2	3	4	5	$\sum \tau$	$\bar{T}$	$F_c$	$T_N$
Identificar el racimo y cortar	T	25,82	27,52	29,48	28,7	28,05	139,57	13,957	1,28	17,865
	L	25,82	2426	4833	7251	9643				
Transportar el racimo al cable vía	T	48,01	45,24	45,69	41,56	41,05	221,55	22,155	1,26	27,915
	L	73,83	2471	4879	7292	9684				
Transportar los racimos a la empacadora	T	898	899	900	890	910	4497	449,7	1,28	575,62
	L	972	3370	5779	8182	10594				
Desmanar los racimos	T	261,6	248,4	268,8	249,6	186,6	1215	121,5	1,26	153,09
	L	1233	3618	6048	8432	10781				
Racimos en piscina 1	T	433,6	439,1	431,4	439,6	434,8	2178,5	217,85	1,25	272,31
	L	1667	4058	6479	8872	11216				
Sanear las manos (cortar las manos y separar)	T	17,4	18	19	16,4	17	87,8	8,78	1,22	10,712
	L	1684	4076	6498	8888	11233				
Manos en piscina 2	T	543,6	549	551,4	549,6	544,8	2738,4	273,84	1,25	342,3
	L	2228	4625	7050	9438	11778				
Poner en banano el chazas	T	25,87	24,21	26,89	26,73	26,64	130,34	13,034	1,26	16,423
	L	2254	4649	7076	9464	11804				

poner sello a las manos	T	12,03	13,16	11,51	11,76	14,07	62,53	6,253	1,31	8,1914	
	L	2266	4662	7088	9476	11818					
Pesar el banano	T	4,12	5,3	3,2	2,08	6,35	21,05	2,105	1,22	2,5681	
	L	2270	4667	7091	9478	11825					
Aplicación de post-cosecha	T	5,39	9,15	7,66	10,07	7,53	39,8	3,98	1,3	5,174	
	L	2275	4676	7099	9488	11832					
Empaque en base	T	51,38	47,86	52,39	48,41	49,22	249,25	24,925	1,28	31,904	
	L	2327	4724	7151	9537	11881					
Colocar la tapa	T	9,74	15	11,63	10,19	10,46	57,02	5,702	1,26	7,1845	
	L	2337	4739	7163	9547	11892					
Transportar al Pallet	T	3,48	5,76	5,23	9,05	2,23	25,75	2,575	1,27	3,2703	
	L	2340	4745	7168	9556	11894					
Armar la tapa	T	22,98	24,54	24,24	25,89	25,93	123,58	12,358	1,27	15,695	
	L	2363	4770	7192	9582	11920					
Armar la base	T	26,1	23,9	24,54	25,47	23,05	123,06	12,306	1,29	15,875	
	L	2389	4793	7217	9607	11943					
Transportar a la banda	T	9,15	10,36	5,23	8,2	9,2	42,14	4,214	1,26	5,3096	
	L	2398	4804	7222	9615	11952					
Tiempo Normal =		1511	minutos				= 2015,206 minutos				

Fuente. Propia

Donde obtuvimos un Tiempo normal 2015.206 minutos lo que equivale en 48 minutos aproximadamente por cada ciclo junto al tiempo estándar de, que equivale a un tiempo estándar de

Se realizó el cálculo de cada uno de los tiempos por separado de acuerdo a las fórmulas obtenidas del libro manual de tiempos y movimiento ingeniería de métodos.

**Tabla 7. Tabla de tiempos**

<b>Datos</b>	
<b>Tiempo ocio</b>	120
<b>Tiempo real</b>	360
<b>Tiempo ciclo</b>	1511.405

Fuente. Propia

### Formulas

**Tiempo normal ( $T_n$ )** =Es el tiempo que emplea una persona para realizar un trabajo a ritmo normal y se calcula de la siguiente forma:

**Tiempo normal** = Media de los tiempos x Factor de calificación

### Formula abreviada

$$T_n = \bar{T} \times Fc$$

$T_c$  = Es el tiempo de ciclo, que se ha venido utilizado en la hoja de observaciones es la suma de todo el tiempo normal durante cada una de las operaciones

**Tiempo estandar ( $T_s$ )** = Tiempo estándar, que es el tiempo a considerar globalmente de la operación, se utilizan cuatro fórmulas para su cálculo:

**Tiempo estándar**= Tiempo normal+ Tolerancias o suplementos

$$T_s = T_N + T_N \left( \frac{\text{Tolerancia en minutos}}{480 \text{ min/dia}} \right)$$

$Fc$  = Factor de calificación

$\bar{T}$  = Tiempo promedio

$T^2$  = Tiempo al cuadrado

$n^*$  = Numero de observaciones del estudio preliminar

### Numero de muestra



Numero observaciones está dado por la siguiente formula

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n \sum T^2 - \sum(T)^2}}{T} \right) 2$$

Reemplazamos la fórmula:

**Tabla 8. Suma total de los tiempos de las observaciones.**

Observaciones	Total
1	6,66185
2	6,68194
3	6,71747
4	6,64807
5	6,49161

Fuente: Propia

Entonces calculamos lo siguiente:

Suma total de todas las observaciones ( $T$ ): 33,20094

Suma cuadrado de las observaciones ( $T^2$ ): 220,4908647

Se reemplaza la formula y se obtiene un total de: 55,387

Dado que el número de observaciones preliminares son de 5, es inferior al requerido (55), se deben aumentar el tamaño de las observaciones preliminares.

## Nueva tabla de observaciones preliminares

**Tabla 9. Nueva tabla de observaciones**

Operaciones	OBSERVACIONES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	25,8	27,5	29,5	28,7	28,1	27,5	28,4	22,1	26,9	27,5	25,9	24,5	27,5	26,3	28,4	29	26,6	26,6	24,5	25,5
2	40	35,2	45,6	30,6	41,1	45,7	40,5	31	46,3	29,9	42,4	48,3	42,2	45,2	48,45	42,3	47,7	49,22	31,3	32,5
3	240	300	900	1200	420	390	300	1500	1200	550	450	600	589	1400	300	450	600	1100	590	900
4	262	248	269	250	187	249	270	273	330	252	250	264	250	268	263	236	256	289	190	28,2
5	424	429	431	430	425	384	422	438	395	437	437	424	423	394	440	463	402	398	389	445
6	17,4	18	19	16,4	17	17,4	17,4	18,00	17,40	17,0	19,3	17	20,1	16,4	18,9	16	15,00	15,9	16	14,2
7	544	549	551	550	545	504	542	558	515	557	559	456	494	544	498	498	596	586	543	571
8	25,9	24,2	35,9	26,7	26,6	31,1	26,1	27,6	25,4	31	33	26,4	32,2	31,9	27,5	31,2	29,9	27,4	31,4	28,4
9	12	11,2	11,5	11,8	14,1	16,2	15,7	18,9	16	14,00	15,6	12,1	17,3	19,6	16,4	18,3	18,6	11,6	13,8	11,7
10	4,12	5,30	3,20	2,08	6,35	4,52	4,59	5,00	6,40	4,35	6,52	7,31	5,32	8,26	3,81	6,23	3,32	9,20	4,5	4,23
11	5,39	9,15	7,66	10,1	7,53	7,34	6,37	6,37	7,85	11,1	13	13,8	8,46	9,65	5,23	9,69	7,75	9,99	9,75	9,87
12	51,38	47,86	52,39	48,41	49,22	50,49	27,99	50,95	46,06	48,45	55,4	53,2	52,1	55,4	46,9	52,4	51	49,3	48,41	50,2
13	9,74	15,00	9,63	10,2	7,46	9,89	12,2	21,4	19,3	17,4	18,9	22,2	14,2	14	15,7	8,52	11,6	15,3	9,9	19,4
14	3,48	5,76	5,23	9,05	2,23	3,29	3,90	3,81	8,2	4,23	6,2	4,23	3,56	3,81	5,37	6,32	5,76	9,87	5,38	7,36
15	23	24,5	24,2	25,9	25,9	28,4	25,8	25,8	25,90	24,50	26,2	27,4	26,2	28,4	26,10	26,3	25,5	27,5	25,5	26,9
16	26,10	23,90	21,5	25,5	23,1	36,8	24,5	28,9	25,5	35,8	30,8	26,5	31,7	32,5	27,50	32,8	28,4	33,2	33,1	31
17	9,15	10,4	5,23	8,20	9,20	7,26	6,25	15,20	13,9	12	11,6	12	11,2	9,87	10	7,28	6,97	10	10,1	8,22

Fuente: propia.

Operaciones	OBSERVACIONES																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	26,89	27,54	25,78	26,9	28,1	24,4	27,2	25,35	26,7	27,3	25,43	26,45	26,5	27,9	24,8	27,54	26,32	28,96	25,46	28,41
2	30,63	47,25	49,32	45,69	40,76	30,51	30,89	40,15	40,64	40,31	30,85	46,27	40,36	30,72	30,85	29,17	40,65	40,98	46,74	47,26
3	320	570	610	600	300	1200	240	900	1500	550	420	450	589	300	570	1100	320	450	1100	550
4	253,2	250	280	289	261,6	250	270	248,4	186,6	249,6	256,4	28,23	270	248,4	261,6	263,3	280	248,4	190	280
5	437	463,5	398,2	436,8	427,8	418,5	438,2	418,3	398,7	438,6	420,1	418,6	437	431,4	437	422,4	445,2	429	429,6	437
6	17,40	21	19,36	17,4	17	17,4	17,4	18	17,53	17,4	19	18	17,4	17,34	18	14,23	17,4	15,89	19,36	17
7	590	569,3	578,2	542,6	551,4	544,8	549	542,4	524,6	544,8	551,4	558	514,8	556,8	549,6	559,3	542,4	494,4	558	549,6
8	25,36	27,52	32,22	38,56	27,36	26,73	27,8	27,63	32,15	25,36	32,22	26,45	27,39	28,37	26,64	24,21	25,65	26,73	31,76	26,73
9	13,56	15,73	15,98	18,91	12,46	11,35	15,6	13,27	11,23	11,5	12,76	15,6	11,51	13,4	11,65	17,25	11,23	15,98	15,6	11,05
10	7,23	4,59	5,89	4,56	2,08	7,31	4,5	5,30	4,6	7,31	9,20	4,56	2,08	6,52	4,59	7,63	5,00	4,23	7,31	3,81
11	13,75	17,40	17,4	8,15	9,15	10,07	7,66	11,6	6,37	11,09	9,15	7,53	10,07	7,34	9,69	7,85	6,37	7,66	9,15	10,07
12	50,23	48,45	47,23	45,69	27,99	52,12	47,86	46,85	45,69	46,85	52,39	47,86	52,34	53,23	55,6	49,56	52,12	45,69	50,23	52,39
13	19,25	18,89	21,16	21,56	9,63	15,23	21,43	10,19	19,43	19,25	11,57	7,46	9,63	15,6	9,63	12,16	18,89	17,35	21,16	10,19
14	4,23	4,5	5,89	5,26	5,23	3,29	6,2	3,81	2,23	3,56	5,76	9,05	3,29	5,37	4,23	3,90	3,81	6,32	7,36	9,05
15	26,23	27,39	27,96	26,56	24,54	25,89	25,82	28,37	24,24	25,81	25,82	28,37	26,10	25,89	28,36	26,24	24,54	25,93	24,54	22,98
16	25,46	35,78	23,78	23,56	23,63	24,5	24,73	23,90	32,63	33,26	30,86	25,43	26,35	33,64	32,12	27,9	33,24	25,46	33,12	30,97
17	9,87	7,23	15,23	6,28	9,17	12	10,34	7,98	8,23	10,01	7,27	9,2	6,27	10,32	5,54	8,63	10,05	9,5	7,33	10,58

Fuente: Propia

Operaciones	OBSERVACIONES														
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
1	26,64	25,46	27,54	25,78	26,9	25,82	27,52	28,05	28,41	27,51	28,7	27,45	25,93	24,45	26,32
2	30,82	30,19	42,6	43,8	40,89	39,57	29,74	48,12	46,09	43,78	30,96	47,62	43,29	47,02	41,87
3	430	320	610	900	570	300	1500	1200	900	590	450	420	1500	900	550
4	256,4	289	186,6	261,6	270	250	261,6	256,4	280	263,3	248,4	249,6	289	261,6	259,4
5	402	422,4	394,4	437	463,5	384	398,2	429,6	445,2	437	437	402	384	429	431,4
6	17,4	18	17,7	17,4	19,36	15,3	15	17,43	19,25	20	18	15	17	17,4	17
7	542,4	543,7	456	558	514,8	544,8	553,8	551,4	549	514,8	596	543,5	544,8	556,8	549,6
8	27,54	27,63	26,43	26,87	25,36	26,87	27,52	26,75	26,34	26,71	27,6	28,31	32,22	26,8	35,89
9	12,65	13,8	18,26	11,51	16,4	15,98	17,25	11,65	11,36	18,26	11,34	12,5	11,51	15,98	16,4
10	4,4	4,56	5,30	2,08	6,52	4,59	3,32	7,31	5,30	3,61	4,59	6,8	3,81	2,08	4,5
11	7,53	7,66	7,34	17,40	6,37	8,46	9,15	7,85	9,69	7,66	13,75	9,15	7,53	11,09	7,34
12	49,26	27,78	46,85	27,96	49,64	48,98	45,96	49,26	51,37	52,12	49,36	49,33	50,52	50,12	49,26
13	12,16	15,11	9,35	17,02	21,27	7,58	21,43	12,16	11,57	9,45	15,31	12,16	21,24	9,63	11,83
14	5,37	5,76	8,2	2,23	3,29	3,90	4,23	3,81	3,48	3,81	5,76	4,5	5,38	5,23	9,87
15	28,37	26,32	27,39	24,24	26,56	22,98	26,23	25,90	24,24	26,23	25,93	24,54	25,46	28,37	24,24
16	30,96	25,44	35,66	31,06	32,67	24,47	25,05	33,09	26,10	25,47	30,98	25,46	21,54	36,75	28,86
17	6,2	8,32	10,31	7,67	9,43	6,63	7,54	5,27	10,29	15,58	13,75	9,11	11,57	5,37	11,02

Fuente: propia

## 12. Desarrollo y Resultados Objetivo Específico 2

### *12.1.Métodos de distribución en planta*

Para llevar a cabo esta mejora, con los lineamientos correspondientes, se debe emplear una metodología que establezca todos los procedimientos, técnicas o herramientas necesarias. De este modo, debemos conocer los diferentes métodos de distribución en planta y así seleccionar el más óptimo.

Antes de clasificar las ordenaciones o distribuciones para una producción, se deberá comprender de forma clara lo que implica producir, y se deberá contextualizar por sobre el simple cálculo de superficies estáticas el factor movimiento, y es que en un sistema productivo se debe contemplar que existen distintos tipos de movimientos que influyen en la determinación de la superficie total requerida y por ende en la distribución de los elementos de producción.

Fundamentalmente, existen siete modos de relacionar el movimiento propio de un sistema productivo:

- Mover el material: Planta embotelladora, taller de maquinaria.
- Mover los hombres: Ordenar material en un almacén.
- Mover la maquinaria: Máquina móvil de soldar, taller móvil de forja.
- Mover materiales y hombres: Fabricación de herramienta, Instalación de piezas especiales en una línea de producción.
- Mover el material y la maquinaria: Herramientas y dispositivos de fijación que se mueven con el material a través de operaciones de mecanizado.

- Mover hombres y maquinaria: Pavimentado de una carretera.
- Mover material, hombre y maquinaria: Ciertos trabajos de montaje donde las herramientas y materiales son pequeños.

Una vez se contemple y se le atribuya suma preponderancia al factor movimiento se puede comenzar a estudiar los diferentes tipos de distribución.

### *12.1.1. Tipos de distribución*

#### **Distribución por componente principal fijo**

Esta distribución se utiliza en los casos en que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que el permanece en un solo lugar, y por lo tanto toda la maquinaria, mano de obra y demás equipos necesarios se llevan hacia él. Éste tipo de distribución se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo, como lo es el caso del ensamble de buques y aviones, así como la fabricación de motores de grandes dimensiones.

#### **Distribución por proceso**

Esta es la distribución en la cual todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, es decir que éste sistema de disposición se utiliza frecuentemente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto, como lo es el caso de fábricas de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

#### **Distribución por producto o en línea**

Este tipo de distribución comúnmente denominado «distribución de producción en cadena», corresponde al caso en el que toda la maquinaria y equipos necesarios para la

fabricación de determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordena de acuerdo con el proceso secuencial de fabricación. Se emplea usualmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos estandarizados, o en la fabricación de productos específicos que tienen como base un producto genérico. Por ejemplo, el embotellado de gaseosas, el montaje de automóviles, procesos sumamente estandarizados en los que la diferenciación se hace lo más cercana al cliente posible.

### ***12.1.2 Método para la distribución o redistribución en planta:***

Algunos de los métodos utilizados son los siguientes:

- **Método de balanceo de líneas:** El Balanceo de Líneas de Ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella. (Barrera, Rosales, Solano, & Verver, 2010)
- **Método de Guerchet:** Por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Por lo tanto, se hace necesario identificar el número total de maquinaria y equipo llamados elementos estáticos o fijos (EF) y también el número de operarios y el equipo de acarreo, llamados elementos móviles (EM). (Napán)

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

$$S_T = S_S + S_g + S_e$$

$S_T =$  *Superficie total*

$S_S =$  *Superficie estática*

$S_g =$  *Superficie de gravitación*

$S_e =$  *Superficie evolución*

- **Método de los eslabones:** Este método de los eslabones permite resolver problemas de distribución de puestos de trabajo y maquinarias en los talleres o fábricas donde se producen en serie varios tipos de piezas diferentes, bajo las siguientes condiciones:

- Las piezas, diferentes entre sí, no pasan obligatoriamente por los mismos puestos de trabajo. Luego, determinan circuitos disimiles según el orden de circulación definido por las gamas o variedades de fabricación.

(Castillo & Castañeda)

- Los circuitos superpuestos establecidos, convergentes o divergentes se confunden en ciertos puestos de trabajo. El objetivo final del método de los eslabones es suministrar para esos casos particulares de nudos, soluciones de implantación. Con ello se logra que la suma de los caminos recorridos por los diferentes tipos de piezas sea mínimo y con el menor número de manipulaciones posible. (Castillo & Castañeda)

- **Método de las gamas ficticias:** consiste en proponer una nueva secuencia de secciones de forma que se pueda ajustar a ella el proceso de fabricación de todos los productos. Esta secuencia puede obtenerse mediante una simple reordenación de los distintos departamentos y/o la incorporación de algunos de ellos desdoblados. La elaboración de cada producto se conseguirá utilizando los puestos de la gama ficticia que se correspondan con su gama real y saltando aquellos que no pertenezcan a ella. (Cuzcano, 2020)

- **Método SLP:** Esta metodología es la comúnmente más utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. (Fernandez)

Reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas de otros autores en estas temáticas e incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. (Fernandez)

Analizando la información expuesta anteriormente se aplicara el método de Guerchet que permitirá calcular las superficies necesarias de cada puesto, máquina y herramienta de trabajo. También se empleara el método SLP para presentar el nuevo diseño de planta y de esta manera la resolución de los problemas de distribución actuales.



Cabe mencionar que este método (SLP) fue desarrollado por Richard Muther, quien se basó en las distintas técnicas empleadas por Ingenieros Industriales y consiguió sistematizar los proyectos de distribución. Este método puede aplicarse en oficinas, áreas de servicio, laboratorios, almacenes u operaciones manufactureras, tanto en caso de readaptaciones como en edificaciones ya existentes. (Memoria PFC).

Existe una larga lista de autores que han empleado este método para la resolución a sus problemas de distribución, de hecho es la metodología comúnmente más utilizada debido a que fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.

Entonces, se planea como primer paso, realizar el método de Guerchet para conocer la superficie total necesaria de cada elemento dentro de la empacadora y finalmente aplicar el método SLP.

## 12.2. Método Guerchet

El primer paso al efectuar una redistribución de elementos en planta corresponde al cálculo de las superficies. Para cada elemento a distribuir supone que su superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

- **Superficie estática (S<sub>s</sub>):** Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.

Se = medir el area de la maquina

- **Superficie de gravitación (S<sub>g</sub>):** Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las

operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_{\sigma} = S_e \times N$$

- **Superficie de evolución (Se):** Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$S_v = (S_e + S_{\sigma}) * k$$

- **Superficie total:** Sumatoria de todas las superficies

$$S_t = S_e + S_{\sigma} + S_v$$

- **K (Coeficiente constante):** Coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa:

**Tabla 10. Cuadro de coeficiente K**

Razón de la empresa	Coeficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

Fuente. Propia

### 12.2.1 Aplicación del método

**Tabla 11. Medidas de herramientas, Maquinas y puestos de trabajo**

Elemento	Cantidad n	N° de lados N	Largo L(m)	Ancho A(m)	Altura H(m)	Superficie Ocupada (m <sup>2</sup> )
Piscina 1	1	1	9,3	3,6	0,9	33,48
Saneo	1	1	9,3	0,45	0,9	4,185
Piscina 2	1	1	9,3	8,2	0,9	76,26
Selección y sellado	2	1	8,5	1,1	0,7	9,35
Mesa de Bascula	1	1	0,45	0,6	0,7	0,27
Post Cosecha	1	1	2	1	2,5	2
Embolse	1	1	0,52	0,35	0,15	0,182
Empaque	1	1	2,5	0,45	0,7	1,125
Banda transportadora	1	1	7,6	0,45	0,7	3,42
Máquina para pegar cajas	2	1	0,5	0,8	1,2	0,4
Estibas	4	2	1	1,2	0,15	1,2
K						
0,05						

Fuente. Propia

**Tabla 12. Superficies parciales**

Piscina 1		Saneo		Piscina 2	
Se	33,48 m <sup>2</sup>	Se	4,19 m <sup>2</sup>	Se	76,26 m <sup>2</sup>
Sg	33,48 m <sup>2</sup>	Sg	4,19 m <sup>2</sup>	Sg	76,26 m <sup>2</sup>
Sv	3,35 m <sup>2</sup>	Sv	0,42 m <sup>2</sup>	Sv	7,63 m <sup>2</sup>
St	70,31 m <sup>2</sup>	St	8,79 m <sup>2</sup>	St	160,15 m <sup>2</sup>

<b>Selección y sellado</b>	
<b>Se</b>	9,35 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	9,35 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,94 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	19,64 m <sup>2</sup>

<b>Mesa de bascula</b>	
<b>Se</b>	0,27 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	0,27 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,03 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	0,57 m <sup>2</sup>

<b>Post Cosecha</b>	
<b>Se</b>	2,00 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	2,00 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,20 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	4,20 m <sup>2</sup>

<b>Embolse</b>	
<b>Se</b>	0,18 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	0,18 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,02 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	0,38 m <sup>2</sup>

<b>Empaque</b>	
<b>Se</b>	1,13 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	1,13 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,11 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	2,36 m <sup>2</sup>

<b>Banda transportadora</b>	
<b>Se</b>	3,42 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	3,42 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,34 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	7,18 m <sup>2</sup>

<b>Maquina pegar cajas</b>	
<b>Se</b>	0,40 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	0,40 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,04 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	0,84 m <sup>2</sup>

<b>Estibas</b>	
<b>Se</b>	1,20 m <sup>2</sup>
<b>Sg</b>	2,40 m <sup>2</sup>
<b>Sv</b>	0,18 m <sup>2</sup>
<b>St</b>	3,78 m <sup>2</sup>

Fuente. Propia.

**Tabla 13. Medias optimas**

<b>Piscina 1</b>	70,31 m <sup>2</sup>
<b>Saneamiento</b>	8,79 m <sup>2</sup>
<b>Piscina 2</b>	160,15 m <sup>2</sup>
<b>Selección y sellado</b>	39,27 m <sup>2</sup>
<b>Mesa de bascula</b>	0,57 m <sup>2</sup>
<b>Post Cosecha</b>	4,20 m <sup>2</sup>
<b>Embolse</b>	0,38 m <sup>2</sup>
<b>Empaque</b>	2,36 m <sup>2</sup>
<b>Banda transportadora</b>	7,18 m <sup>2</sup>

<b>Máquina para pegar cajas</b>	1,68 m <sup>2</sup>
<b>Estibas</b>	15,12 m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>	<b>310,01 m<sup>2</sup></b>

Fuente. Propia

En el cuadro se presenta el área necesaria para cada puesto, herramienta y máquina de trabajo, dando como resultado que el área total de la empacadora debe ser de **310,01 m<sup>2</sup>**.

### 12.3. Método SLP

Antes de aplicar el método SLP debemos entender las siguientes tablas:

**Figura 10. Tabla de simbología**

Simb	Significado
	Montaje y Sub-montaje
	Proceso u operacion
	Transporte
	Control
	Servicios
	Sectores administrativos
	Almacen

Fuente. One Drive

La primera, es la tabla de la simbología que será utilizada para el desarrollo del gráfico de relación de actividades. Se logra observar el símbolo y su significado.






**Figura 11. Tabla de motivos**

Tabla de motivos	
Código	Fundamentos
1	Por flujo de información
2	Por conveniencia de la dirección
3	Por peligrosidad, toxicidad y ruidos
4	Por inspección y control
5	Por recorrido de los productos
6	Por distracción e interrupción
7	Por deterioro de los materiales
8	Por uso de los mismos materiales

Fuente. One Drive

La segunda, es la tabla de motivos que también será importante para el desarrollo del gráfico de relación de actividades, asignándole un código a la relación entre las diferentes actividades.

**Figura 12. Tabla de proximidad**

Tabla de proximidad		
Código	Relación de proximidad	
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Ordinario normal	
U	Sin importancia	
X	No recomendable	
XX	Indeseable	

Fuente. One Drive

Y finalmente la tercera, es la tabla de proximidad que será utilizada para asignar códigos según la importancia de una tarea con respecto a otra, representado con líneas que las unirán.

### 12.3.1. Aplicación del método

#### Requerimiento del proceso

Se deben definir los requerimientos iniciales para llevar a cabo la distribución en planta, teniendo en cuenta la estructuración con la que cuenta el plan de negocio correspondiente a la finca Córdoba Bis:

- Terreno de 489,80 m<sup>2</sup> para la construcción de la empacadora y cartonera.
- Producción inicial de 1100 cajas semanales con un pronóstico de 2800.
- Se arman 10 pallets de 55 cajas dos veces a la semana.

### **Grafico de relacion de actividades**

Conociendo la secuencia de actividades requeridas para el proceso productivo de la finca, se establece el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las mismas con la ayuda del diagrama relacional de actividades, gráficamente se muestra como una matriz donde, al cruzarse las variables (puestos de trabajo), se generan unos niveles de importancia que vienen dados por los parámetros expuestos en la Figura 11.





Figura 14. Plano de alternativa 1

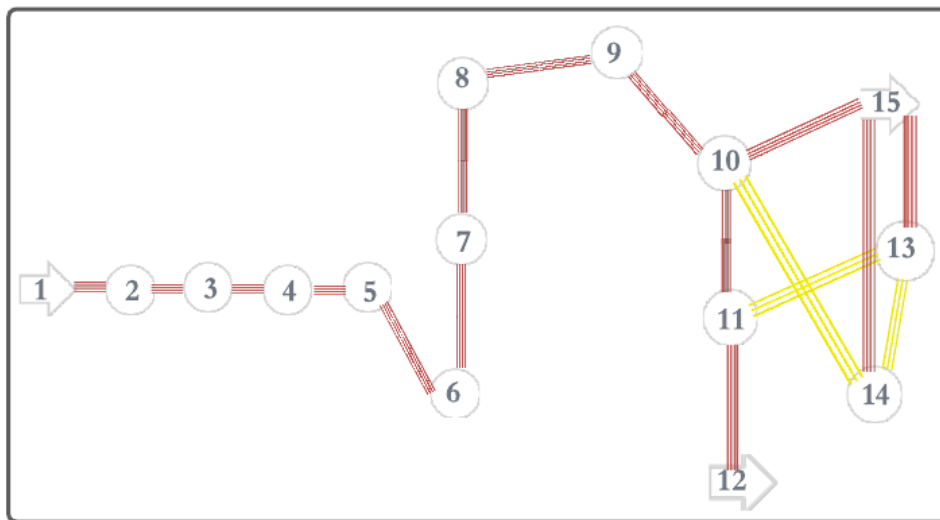
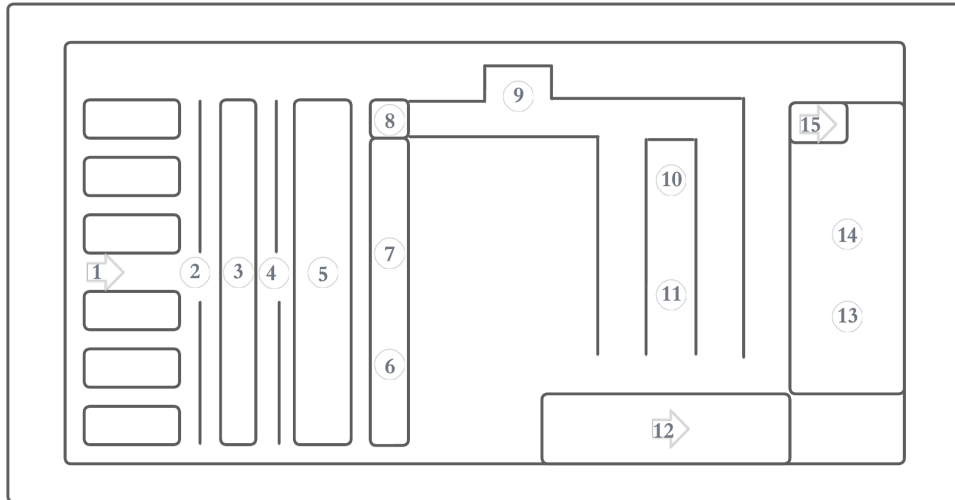
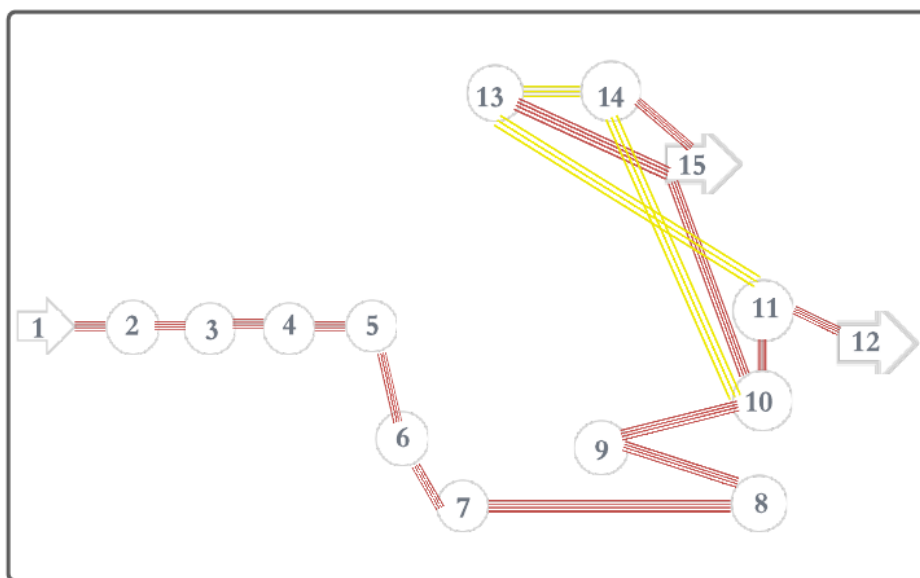
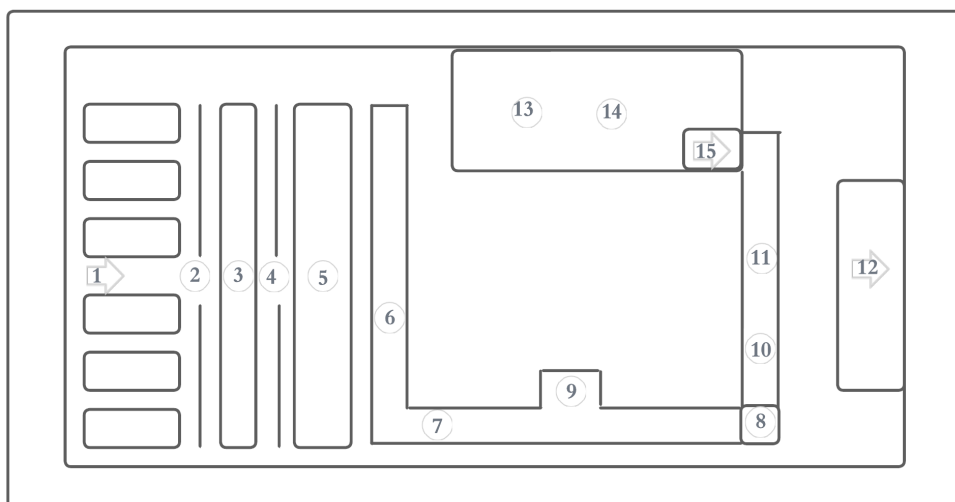
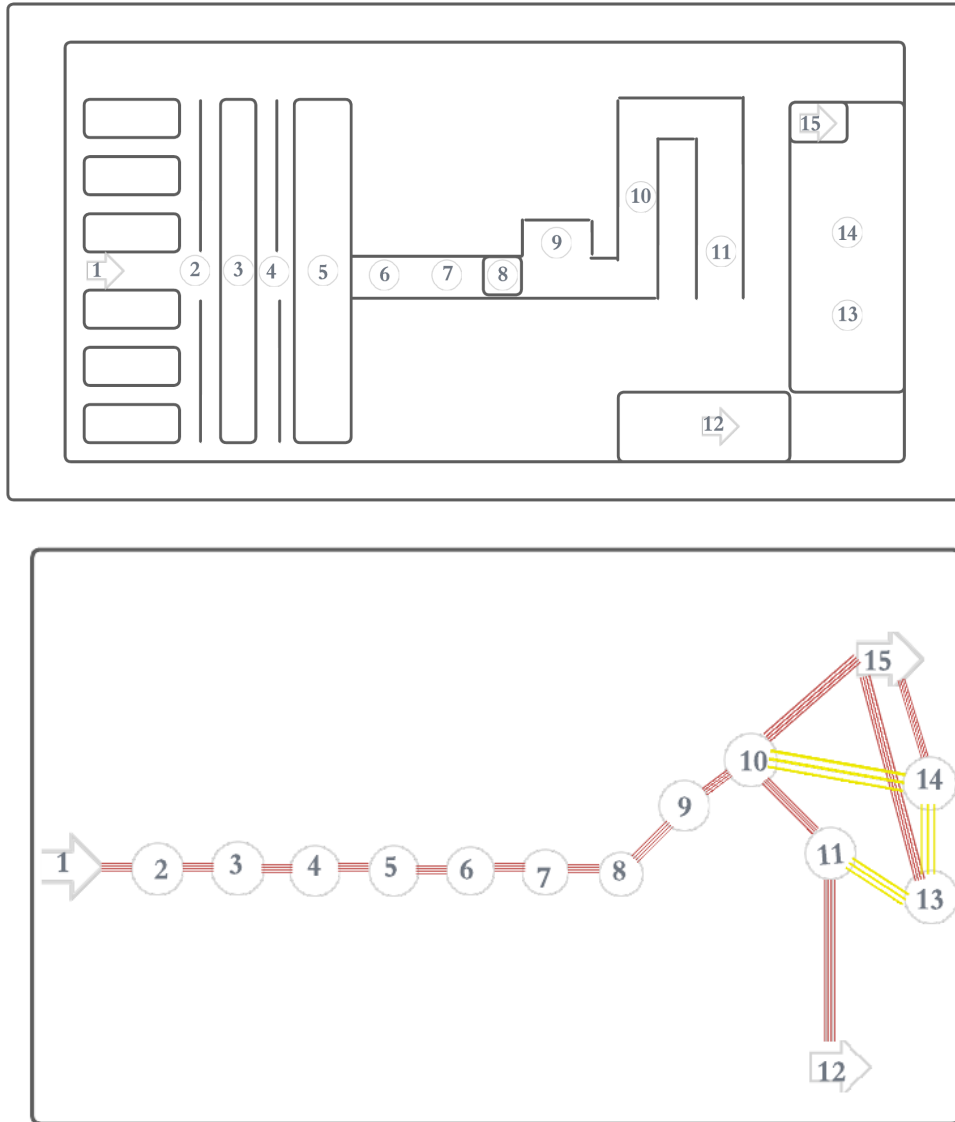


Figura 15. Plano de alternativa 2



**Figura 16. Plano de alternativa 3**



### 12.3.2. Método de ranking de factores

Este método ayudara a identificar que opción es mejor entre las tres alternativas anteriores, por medio de la siguiente tabla:

**Tabla 14. Parametros y su peso**

Significado	Peso
Casi perfecto	4
Especialmente bueno	3
Buenos resultados obtenidos	2
Resultados ordinarios	1
Resultados sin importancia	0

El siguiente cuadro nos presenta una serie de parámetros que se deben tener en cuenta al momento de determinar la eficiencia de una buena distribución o redistribución de planta, se compararan las tres alternativas asignándoles calificaciones con la ayuda de la Tabla 14.

**Tabla 15. Método de ranking de factores de las tres alternativas**

Factores	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Calificación	Sub total	Calificación	Sub total	Calificación	Sub total
Eficacia del recorrido de materiales	4	4	16	3	12	4	16
Facilidad de control y supervisión	4	3	12	3	12	3	12
Amplia zona de empaque	3	3	9	4	12	1	3
Fluidez de traslado de área	2	4	8	2	4	3	6
Comunicación en los procesos	3	3	9	3	9	3	9
			<b>54</b>		<b>49</b>		<b>46</b>

Según los resultados obtenidos, la mejor opción es la alternativa 3, dado que tienen una buena eficacia del recorrido de materiales y fluidez de traslado de área, con

respecto a las otras alternativas. También, tiene una amplia zona de empaque, sin desaprovechar mucho espacio y hay una buena comunicación entre los procesos.

### **13. Desarrollo y resultados Objetivo Específico 3**

#### *13.1.Determinación de la eficiencia del diseño*

Luego de aplicar el método de distribución en planta (SLP) y realizar el plano con las mejoras incluidas, se determinará si el modelo de mejora es el apropiado o si existe la necesidad de replantear nuevamente.

Se determinará la eficiencia del nuevo modelo por medio del FlexSim, un software para simulación de procesos industriales, permitiendo la modelación, análisis, visualización y optimización de cualquier operación desde manufactura hasta la cadena de suministro.

FlexSim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo. Actualmente, El software de simulación FlexSim es usado por empresas líderes en la industria para simular sus procesos productivos antes de llevarlo a ejecución real. (Universidad de Alicante, 2012)

Un modelo desarrollado con el software FlexSim es básicamente un sistema de flujo de entidades (flowitems), colas (queues), procesos (processor) y sistemas de transporte (transportation). (Universidad de Alicante, 2012)

#### *13.1.1. Análisis del comportamiento de los datos*

La capacidad real de almacenar y procesar grandes conjuntos de datos de todo tipo requiere de herramientas informáticas capaces de detectar patrones en los datos analizados que permitan proponer a partir de las mismas reglas susceptibles de ser utilizadas para formular pronósticos y tendencias. (ENAE, 2019)

RStudio es uno de ellos, se conoce como un software de programas integrados para el manejo y análisis de datos, estadísticos, cálculos y realización de gráficos. Además, este permite interactuar fácilmente con R, facilitando muchas tareas de programación y análisis dentro del mismo.

R es el software básico de referencia en el mundo de la estadística, la herramienta más potente y eficiente del mercado, además, es un software OPEN SOURCE, es decir que no usa encriptación (código abierto), por tanto, no tiene coste de adquisición y además está disponible para todos los sistemas operativos, es un software estable, confiable, flexible y a la vanguardia ya que está en permanente actualización con nuevas funciones y paquetes accesibles en tiempo real. (ENAE, 2019)

Para conocer el tipo de distribución a la cual se ajustan los datos observados durante el proceso productivo se utilizó el paquete `riskDistributions`. Donde este permitió conocer las diferentes distribuciones a las cuales se ajustan las observaciones.

This package provides a collection of functions for estimation parameters of continuous or discrete distributions (related to the risk project) to given data or to known quantiles. (ENAE, 2019)

### **Details**

Este paquete es parte del proyecto `risk` y contiene funciones para ajustar distribuciones por datos o cantidades conocidas. Este paquete no depende de todo el proyecto de riesgo y se puede utilizar por separado. (Belgorodski & et al)

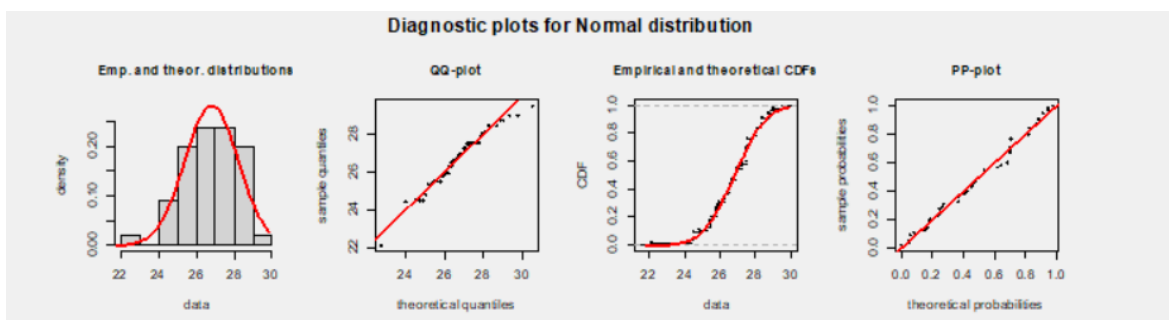
### 13.1.2. Análisis de viabilidad técnica de la propuesta de distribución en planta

Para conocer la eficiencia del nuevo diseño se realizará una simulación en FlexSim, tanto del diseño actual, como del propuesto. De esta manera se expondrá una comparativa entre ambos, demostrando el flujo de material; y la forma en la que se puede evitar el stock de productos en proceso y los retrasos en la línea de empaque, respectivamente.

### 13.1.3. Distribución a las que se ajustan las operaciones

Gráficas y parámetros de las distintas distribuciones de cada operación

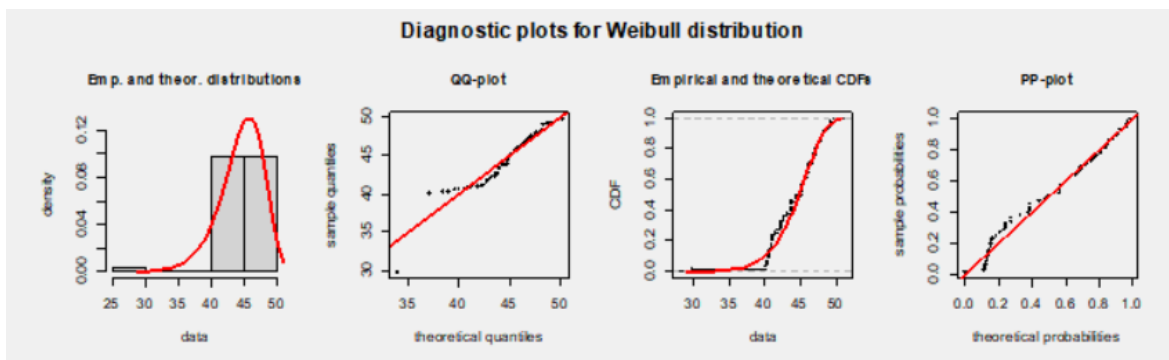
**Figura 17. Operación 1. Distribución normal**



Parámetros obtenidos en R

Mean	Sd
26.78582	1.41305

**Figura 18. Operación 2. Distribución Weibull**

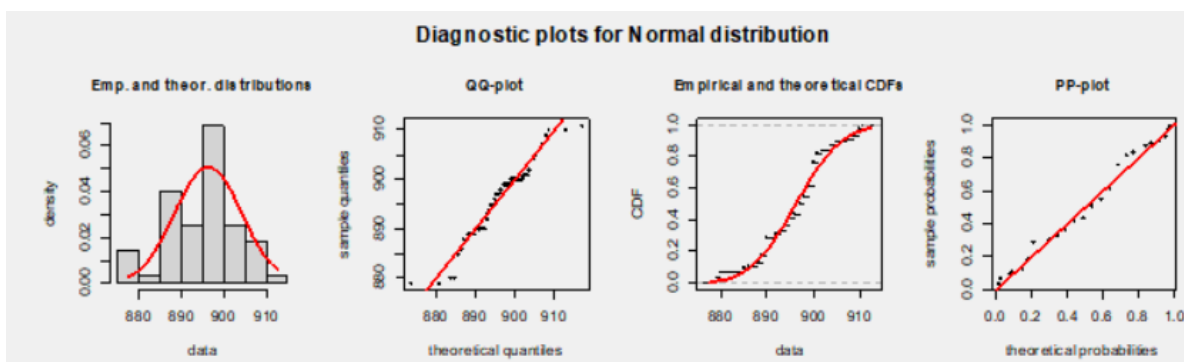




### Parámetros obtenidos en R

shape scale  
16.21138 45.82283

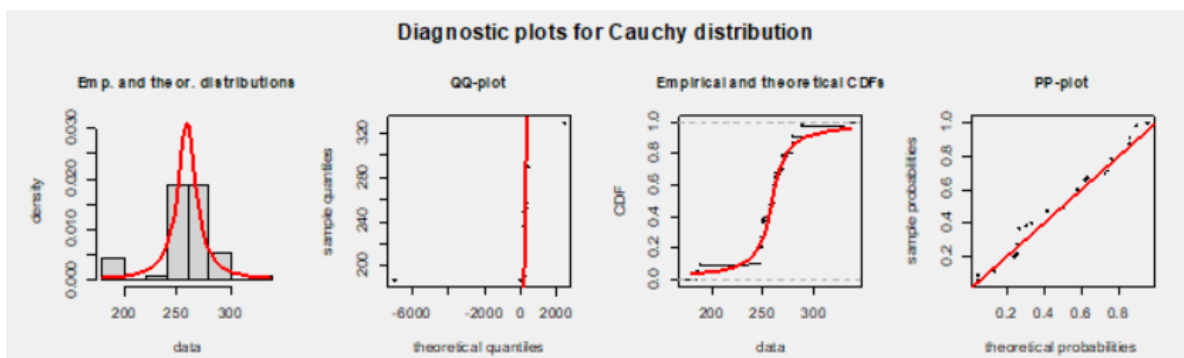
**Figura 19. Operación 3. Distribución Normal**



### Parámetros obtenidos en R

mean sd  
896.236364 7.827605

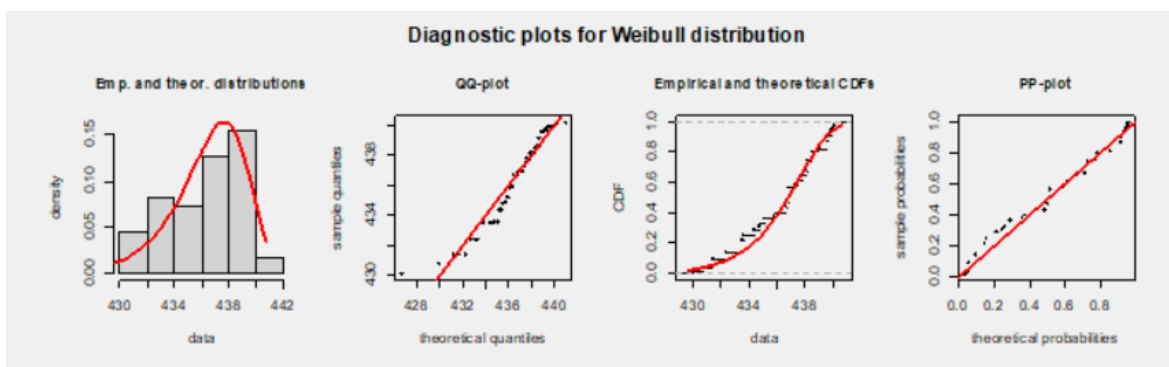
**Figura 20. Operación 4. Distribución Cauchy**



### Parámetros obtenidos en R

location scale  
259.16512 10.09653

**Figura 21. Operación 5. Distribución Weibull**

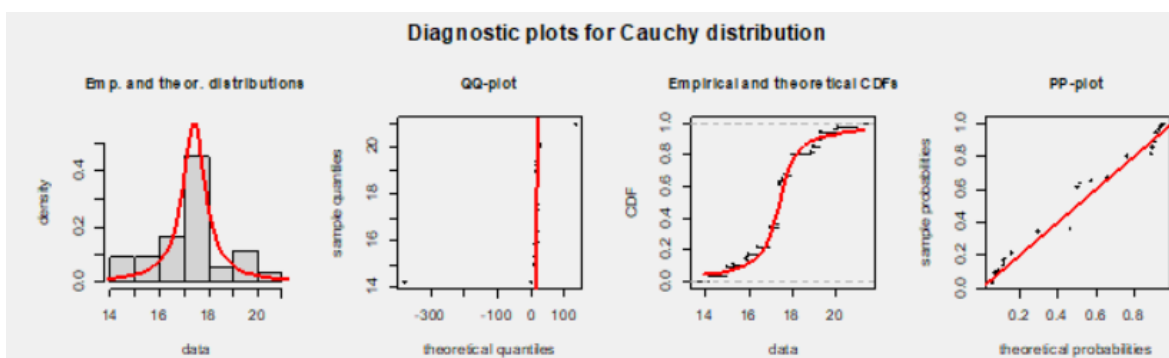


**Parámetros obtenidos en R**

**shape scale**

194.6684 437.6254

**Figura 22. Operación 6. Distribución Cauchy**

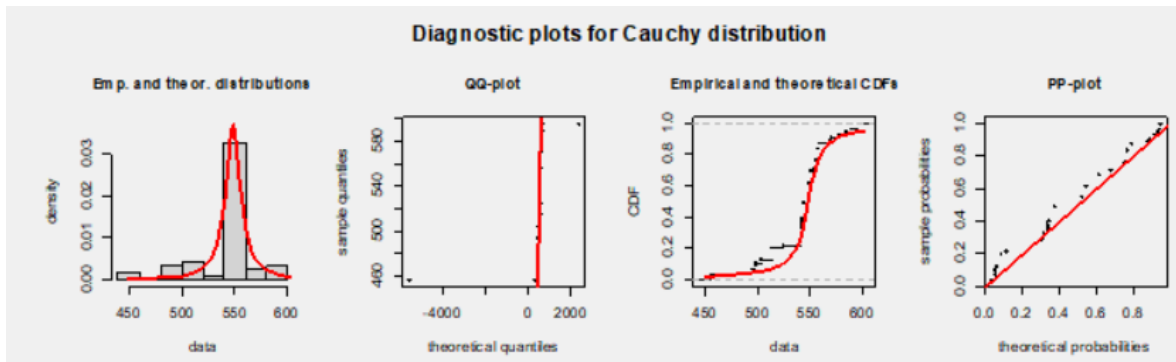


**Parámetros obtenidos en R**

**location scale**

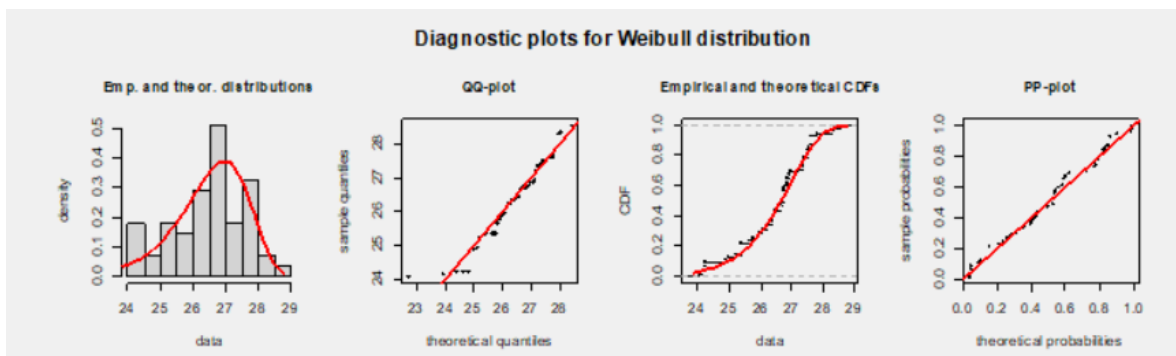
17.40533 0.54889

**Figura 23. Operación 7. Distribución Cauchy**



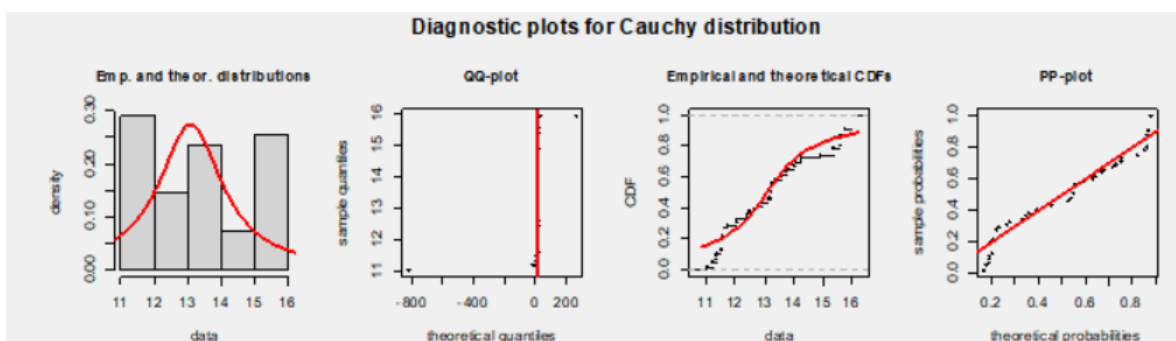
**Parámetros obtenidos en R**  
**location scale**  
 548.417529 8.488524

**Figura 24. Operación 8. Distribución Weibull**



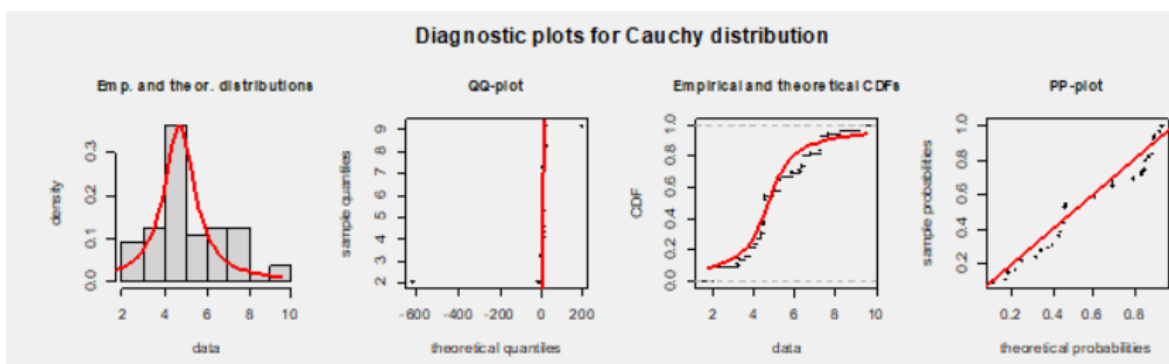
**Parámetros obtenidos en R**  
**shape scale**  
 28.44265 26.98762

**Figura 25. Operación 9. Distribución Cauchy**

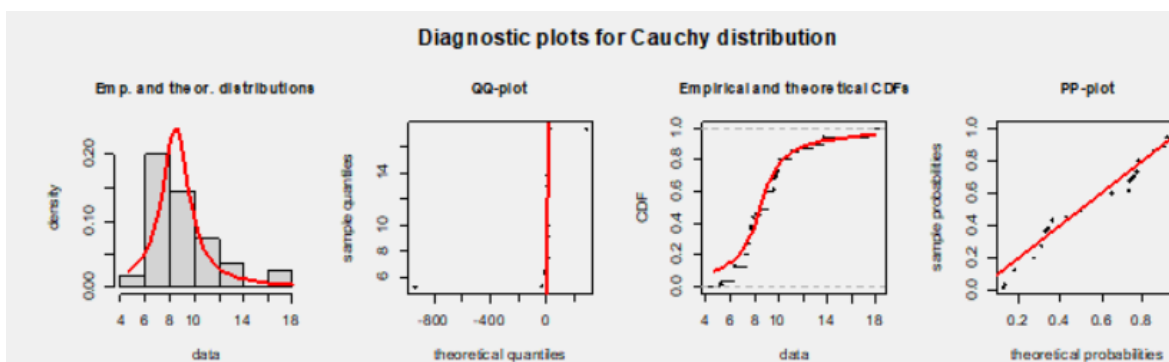


**Parámetros obtenidos en R****location scale**

13.064549 1.163225

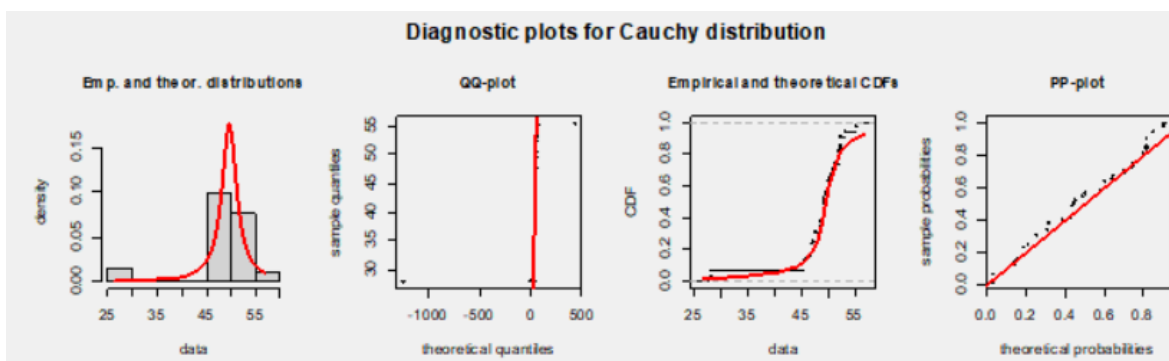
**Figura 26. Operación 10. Distribución Cauchy****Parámetros obtenidos en R****location scale**

4.7034363 0.8707593

**Figura 27. Operación 11. Distribución Cauchy****Parámetros obtenidos en R****location scale**

8.468025 1.319069

**Figura 28. Operación 12. Distribución Cauchy**

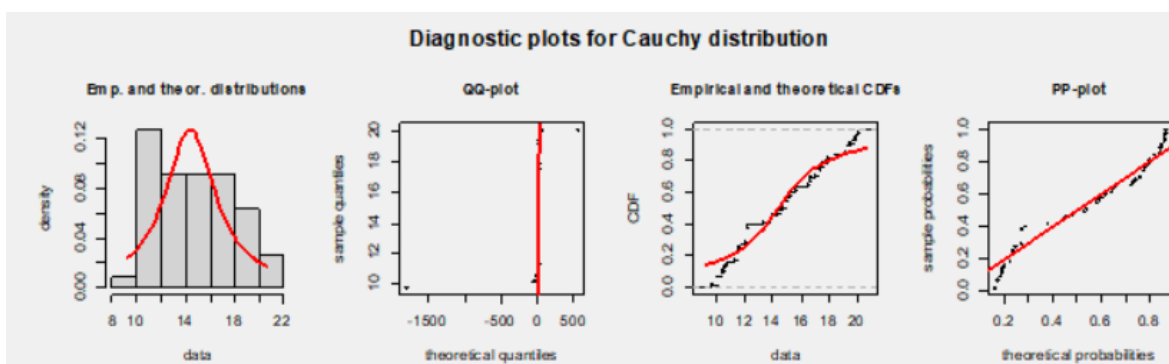


**Parámetros obtenidos en R**

**location scale**

49.654189 1.798698

**Figura 29. Operación 13. Distribución Cauchy**

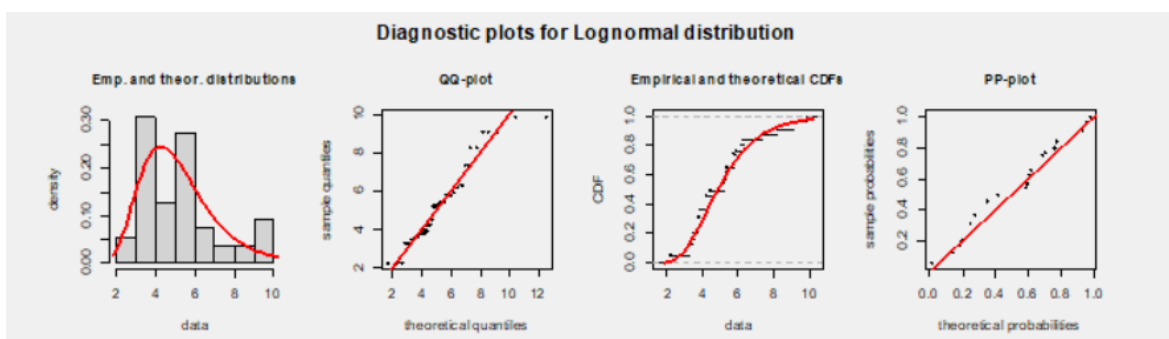


**Parámetros obtenidos en R**

**location scale**

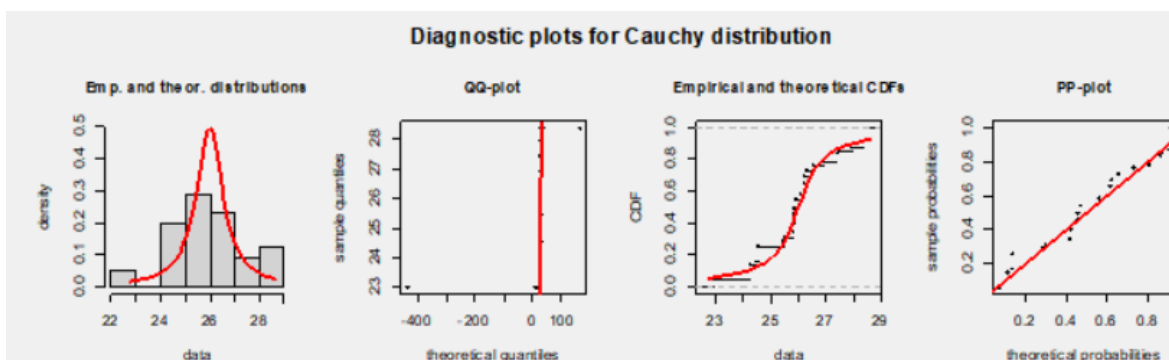
14.36313 2.50369

**Figura 30. Operación 14. Distribución Lognormal**



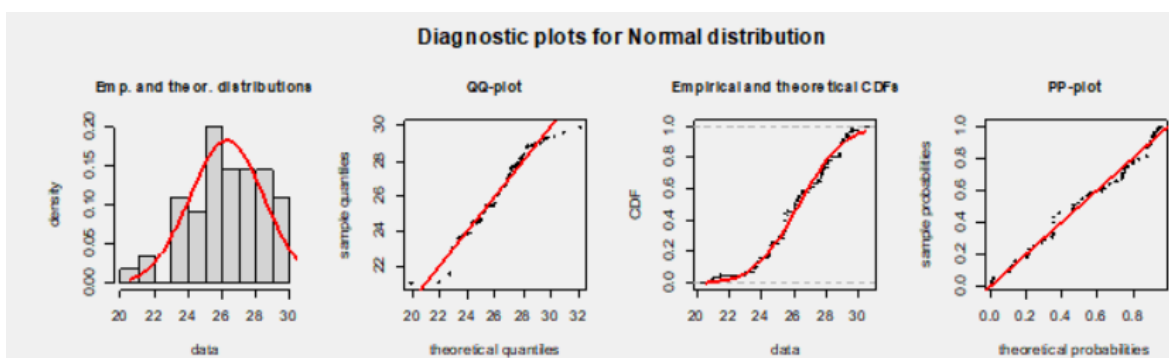
Parámetros obtenidos en R  
`meanlog sdlog`  
 1.578444 0.357291

Figura 31. Operación 15. Distribución Cauchy



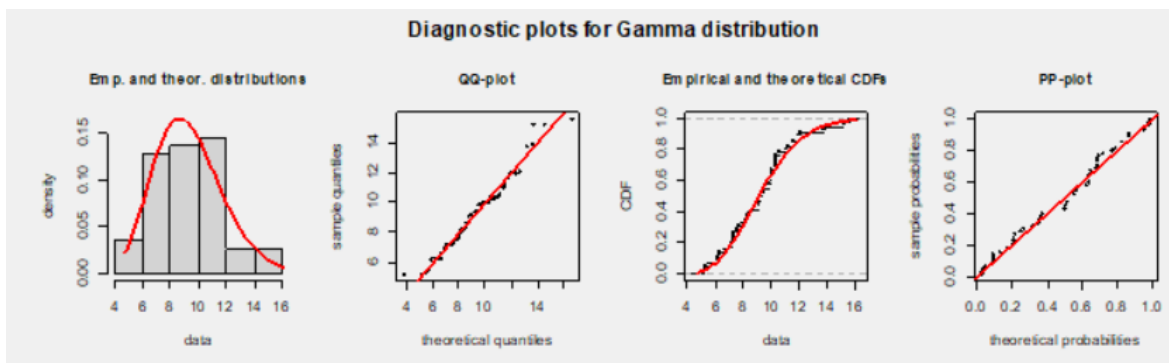
Parámetros obtenidos en R  
`location scale`  
 25.9895341 0.6402651

Figura 32. Operación 16. Distribución Normal



Parámetros obtenidos en R  
`mean sd`  
 26.272545 2.193228

**Figura 33. Operación 17. Distribución Gamma**



shape rate  
14.106063 1.512341

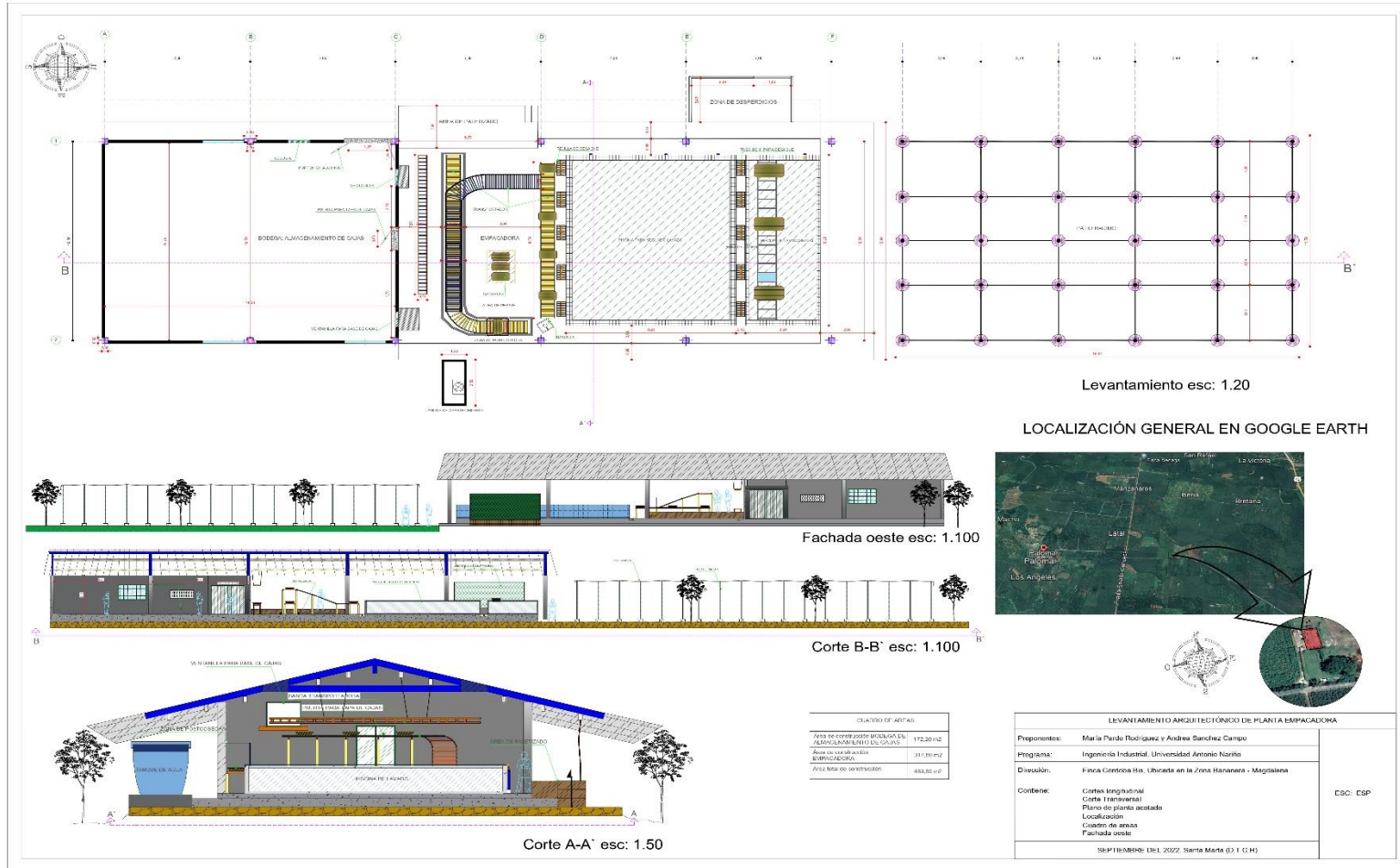
### 13.2. Simulación de la distribución actual

En la simulación realizada en FlexSim, evidencia la elaboración de cajas, en la cual se incluyeron los tiempos que duran realizando los cortes, las distancias de los lotes y el número de los trabajadores. De igual manera, se tuvieron en cuenta que los días de cortes son dos veces a la semana, la demanda de las cajas y referencias solicitadas.

Por otro lado, la dificultad simular un racimo y las manos de banano se utilizó como ejemplo una esfera que realizará todo el proceso para finalmente ser transformada en una caja.

En la distribución actual se evidencia el recorrido que realiza la esfera al pasar por los diferentes procesos, la espera del producto, durante operaciones como llegada de la materia prima, pesado, post cosecha y durante su transporte hasta el área de empaque y sellado de la caja, esto refleja una pérdida innecesaria de tiempo, atraso en el todo el proceso de empaque y sellado de caja.

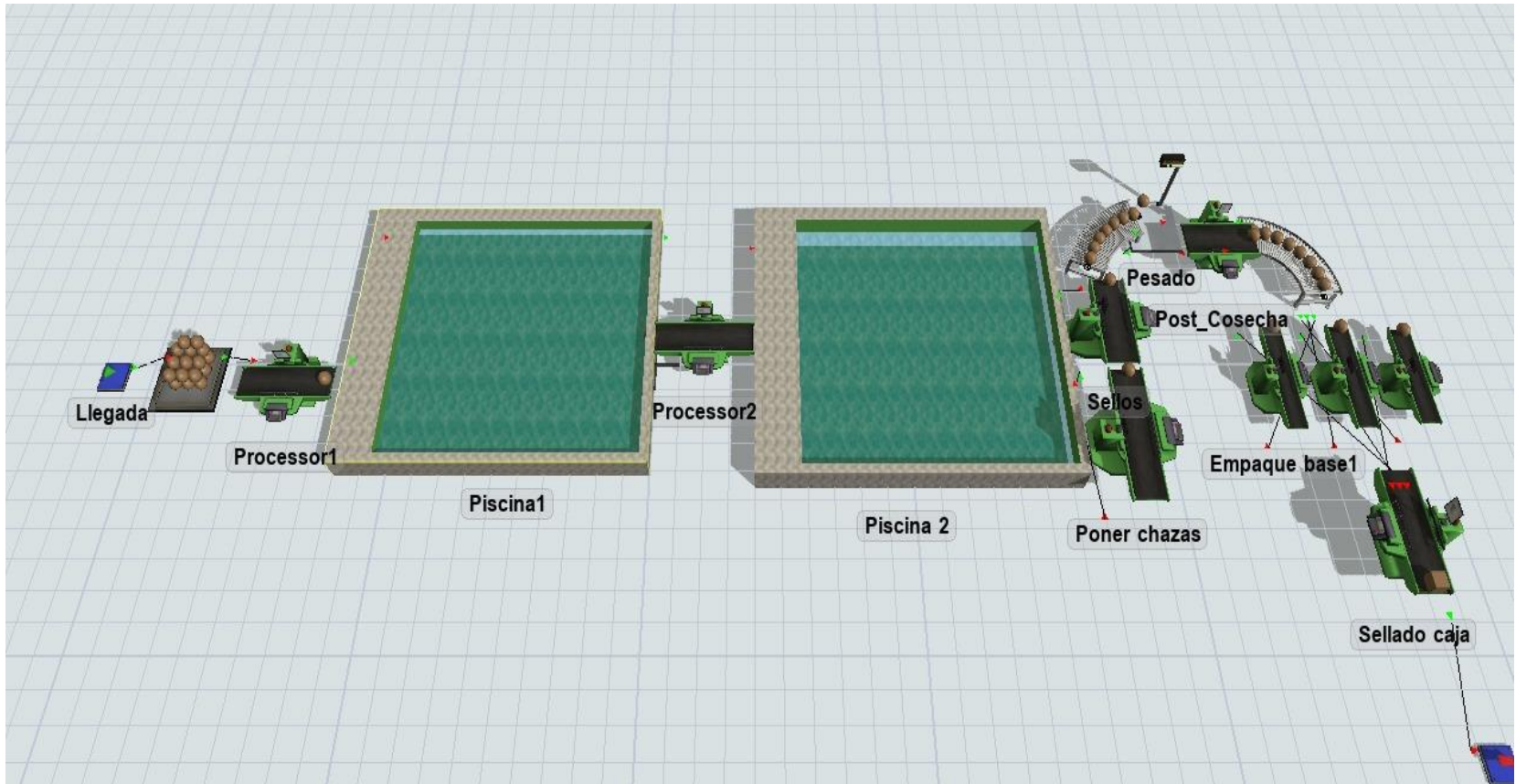
Figura 34. Planos de la distribución actual de la empacadora



Fuente. Propia



Figura 35. Simulación de la distribución actual en FlexSim



Fuente. Propia

### **13.3.Simulación distribución propuesta**

Con base al programa, se utilizaron los mismos parámetros dado por R en los mismos tiempos tomados durante las observaciones. Se realizó la simulación teniendo en cuenta las mejoras obtenidas por la aplicación del método SLP, la reducción de la cartonera, mejoras en los puestos y herramientas de trabajo, protección para la fruta y la ampliación en la zona de empaque y paletizado.

En base a esto se llegó a la conclusión de que se reducen los tiempos de trabajo, el trabajador se siente más cómodo en su puesto, se reduce de stock de productos en proceso, no existen tiempos de esperas y por último la producción es más eficiente.

Además, cabe resaltar que durante la primera simulación se tuvo en cuenta solo la realización de una sola referencia de banano, teniendo en cuenta que para hacer un cambio de referencia se necesita hacer una espera de 15 minutos para hacer el cambio en el tipo de empaque (base, caja, bolsa o sello). Con la nueva distribución propuesta permite trabajar con más de una referencia a la vez, evitando pausas innecesarias y los trabajadores se retiren de sus puestos de trabajo para hacer el cambio de referencia.

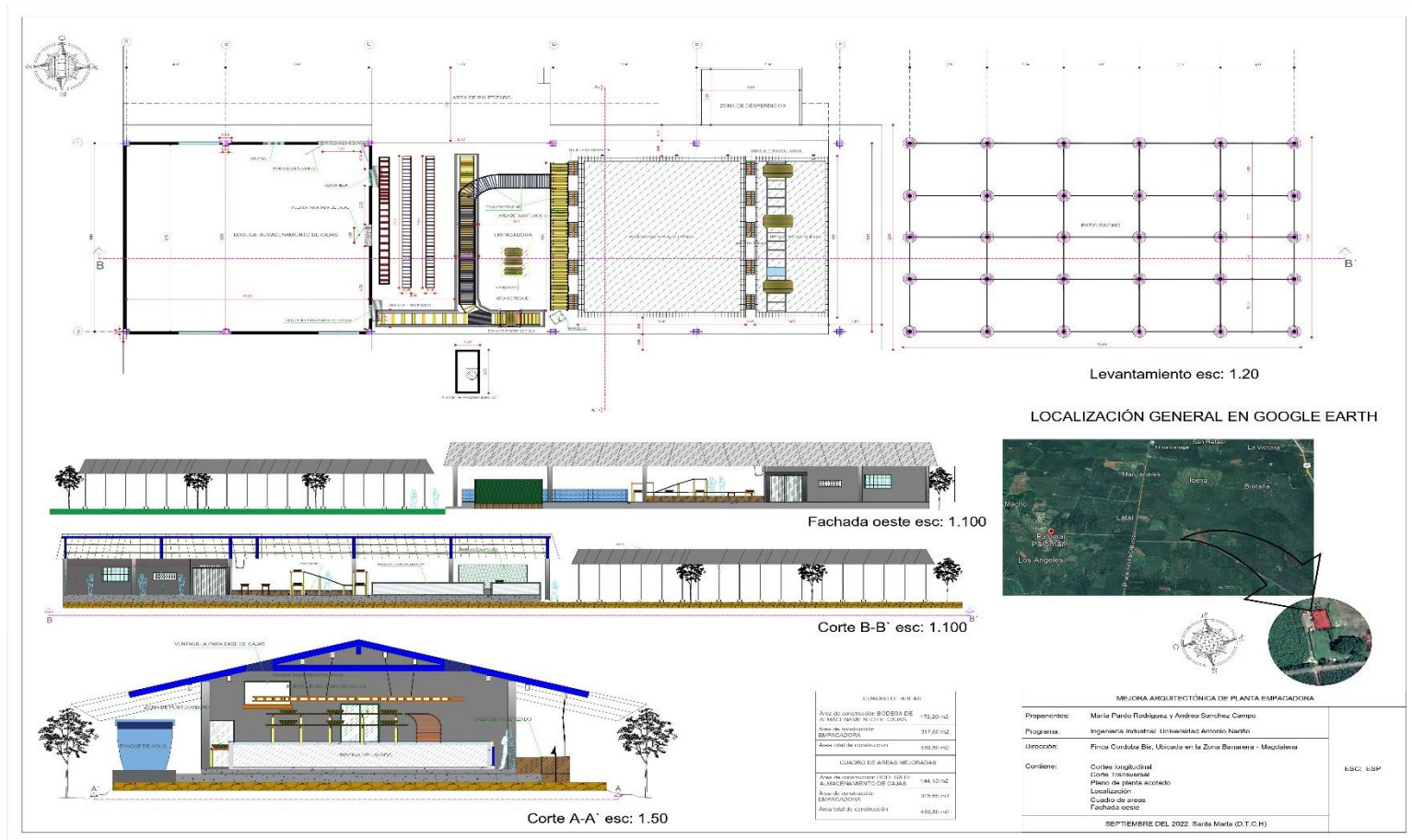
#### **Cambios en la nueva distribución**

- Nuevas instalaciones de desagüe
- Reducción de la cartonera
- Ampliación de zona de rechazo y paletizado
- Se agregó nuevo techo para proteger la fruta del sol y lluvias
- Añadió nuevas bandas transportadoras industriales para el sellado de cajas y

transporte de las dos referencias.

- Instalación de nuevos extractores en la cartonera
- Nuevas herramientas de trabajo
- Cambio de las bandas transportadoras industriales que estén mal estado

**Figura 36. Planos de la distribución actual de la empacadora**



Fuente. Propia

**Figura 37. Simulación de la distribución propuesta en FlexSim**

Fuente. Propia

#### **13.4. Diferencias entre proceso productivo actual y la propuesta de mejora**

La distribución de los elementos físicos de una planta de producción son aspectos que no se pueden manejar o dirigir de manera sencilla, debido a que esto dependerá de manera directa de una buena gestión, cálculos, medida y optimación del proceso.

#### **13.5. Propuesta económica**

A partir de la propuesta de redistribución planteada y explicada, se realizará la evaluación económica, creando el cronograma y presupuesto que deben ser ejecutados. Para la elaboración de estos, se tiene en cuenta que el proceso de remodelación se ha dividido en siete grupos para ser más específico en las remodelaciones. Además, se tiene en cuenta que al realizar una construcción siempre existe la posibilidad de que se desperdicie materiales o exista un faltante, por ende, se agregó un porcentaje al existir un desperdicio con un valor de 5%.

En primer lugar, se encuentran las actividades preliminares que consisten en el reconocimiento del terreno, planos, identificación de oportunidades de mejora, medidas, conocimiento del proceso y horarios de trabajo. Se plantea el inicio de las remodelaciones sean los días que la finca Córdoba Bis no esté cortando para no interrumpir, debido que son solo dos días de corte se podría trabajar en los días restantes de la semana. Cabe mencionar que se planea solo alquilar camiones o motocarros para movimiento de materiales, no se hace necesario alquilar centros de almacenamiento, debido que la finca es espaciosa y cuenta con bodegas para poder almacenar los materiales de trabajo. Para esta actividad se estipuló el siguiente presupuesto:

**Tabla 16. Presupuesto de actividades preliminares.**

<b>Actividades preliminares</b>		
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Replanteo	3	\$ 4.500.000,00
<b>Total</b>		<b>\$ 4.500.000,00</b>

Fuente. Propia

En segundo lugar, es necesario adecuaciones en el sistema de desagüe en el lugar de producción con el fin de instalar nuevas conexiones que permitan mejorar el área. Además, se tuvo en cuenta la demolición del suelo y la extracción del anterior sistema de desagüe para la cual se tuvieron en cuenta los siguientes materiales o recursos y valor:

**Tabla 17. Presupuesto de la instalación de desagüe y plantilla de concreto**

<b>Instalaciones desagüe y plantilla de concreto</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Rejillas piso rectangulares de 60 cm	13	Unidad	\$ 2.496.000,00
Tubería en PVC 4 pulgadas	8	Metros Lineales	\$ 83.200,00
Adhesivo PVC	1	Unidad	\$ 115.000,00
Plantilla en concreto	0,92	Metros Cubico	\$ 412.000,00
Cemento	2	50kilos	\$ 60.000,00
Arena	0,5	Metros Cubico	\$ 25.000,00
Gravilla	0,3	Metros Cubico	\$ 27.000,00
Codos PVC 4 pulgadas 90°	3	Unidad	\$ 39.000,00
Demolición de piso	3,10	Metros Cubico	\$ 55.000,00
Mano de obra	3	Día	\$ 300.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 3.612.200,00</b>
Desperdicios (5%)			\$ 180.610,00
<b>Total</b>			<b>\$ 3.792.810,00</b>

Fuente. Propia

En tercer lugar, se procede a realizar la demolición, reconstrucción y pintura total, de una de las paredes de la cartonera. Además, tuvimos en cuenta la reutilización de las puertas y una ventana. También se plantea las marcaciones propuestas y el aseo del área luego de haber realizado el trabajo. Se presenta el siguiente presupuesto:

**Tabla 18. Presupuesto para reducción de la cartonera**

<b>Reducción de la cartonera</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Maestro de obra	1	Día	\$ 300.000,00
Ayudantes	6	Día	\$ 300.000,00
Alquiler de andamio	2	Día	\$ 100.000,00
Cuñete de pintura exterior	4	Cuñete	\$ 1.284.000,00
Personal de aseo	4	Día	\$ 200.000,00
Reubicación de pared	50	Metros	\$ 6.000.000,00
Ampliación de ventanilla	1	Persona	\$ 100.000,00
Instalación de puertas y ventanas	2	Persona	\$ 300.000,00
Cuñete de pintura interior	3	Cuñete	\$ 345.000,00
Extractor axial industrial	4	Unidad	\$ 1.600.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 10.529.000,00</b>
Desperdicios (5%)			\$ 526.450,00
<b>Total</b>			<b>\$ 11.055.450,00</b>

**Fuente. Propia**

En cuarto lugar, se ampliara el área de paletizado para disponer de un mayor espacio al momento de ubicar los pallets y transportarlos hacia el camión. Se necesitaran maestros de obra, ayudantes y personal de aseo como mano de obra, además de los



elementos y herramientas necesarias para llevar a cabo esta mejora. Para esta actividad se realizó el siguiente presupuesto:

**Tabla 19. Presupuesto para ampliación del área de paletizado**

<b>Ampliación de área de paletizado</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Maestro de obra	1	Día	\$ 150.000,00
Ayudantes	2	Día	\$ 100.000,00
Ampliación de tarima metálica	80	Unidad	\$ 546.000,00
Cuñete de pintura exterior	1	Unidad	\$ 20.000,00
Personal de aseo	4	Día	\$ 200.000,00
Anticorrosivo	1	Unidad	\$ 31.000,00
Barandas	9	Metros	\$ 3.600.000,00
Reubicación de escaleras	1	Día	\$ 100.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 4.747.000,00</b>
Desperdicios (5%)			\$ 237.350,00
<b>Total</b>			<b>\$ 4.984.350,00</b>

**Fuente.** Propia

En quinto lugar, se realizará la ampliación del área de rechazo y sus acabados, con el fin de proteger aquellas manos que no cumplen los estándares de calidad, a pesar de no ser exportadas se necesitan para venta en el mercado nacional. Además, se le añadirá una balanza y rollos de bolsas para empaque de banano. Para esta actividad se realizó el siguiente presupuesto:

**Tabla 20. Presupuesto para ampliación del área de desperdicios**

<b>Ampliación de área de desperdicios</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Maestro de obra	1	Día	\$ 250.000,00
Ayudantes	2	Día	\$ 150.000,00
Galón de pintura exterior	1	Litros	\$ 17.000,00
Personal de aseo	2	Día	\$ 100.000,00
Malla de cerramiento e instalación	8	Metro	\$ 668.000,00
Lamina de Zinc e instalación	5	Metro	\$ 310.000,00
Reubicación de antepecho (muros de menos de 60 cm)	4	Metro	\$ 600.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 2.095.000,00</b>
Desperdicios (5%)			\$ 104.750,00
<b>Total</b>			<b>\$ 2.199.750</b>

Fuente. Propia

En sexto lugar, se instalara un techo con láminas de zinc en el patio de racimo, para que los trabajadores estén protegidos del sol y demás factores que interfieran en la eficiencia de sus labores. Se planea realizar el desmontaje de las vigas actuales y acabador. Para esta actividad se realizó el siguiente presupuesto:

**Tabla 21. Presupuesto para techo en el patio de racimo**

<b>Techo patio Racimo</b>			
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Estructura de soporte para lamina de zinc en madera	1	Unidad	\$ 500.000,00
Lamina de Zinc	15	Unidad	\$ 630.000,00
Instalación	15	Unidad	\$ 800.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1.930.000,00</b>
Desperdicios (5%)			\$ 96.500,00
<b>Total</b>			<b>\$ 2.026.500,00</b>

Fuente. Propia

Y, en séptimo lugar, finalizando el proceso, se realiza el montaje del área total de producción. En este se especifica la compra de nuevas bandas transportadoras, el cual se utilizará durante todo el proceso. Asimismo, se presupuestó su instalación y revisiones en caso de un desajuste posterior a su instalación.

**Tabla 22. Presupuesto de montaje**

<b>Montaje</b>		
<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Cinta transportadora industrial	5	\$ 30.000.000,00
Instalación	5	\$ 5.000.000,00
<b>Total</b>		<b>\$ 35.000.000,00</b>

Fuente. Propia

A continuación se realizó un ponderado de todos los presupuestos y así conocer el valor total de la inversión.

**Tabla 23. Presupuesto total ponderado**

<b>Total Ponderado</b>	
<b>\$</b>	<b>63.558.860</b>

**Fuente. Propia**

La propuesta de redistribución tiene un valor de \$63.558.860 (sesenta y tres millones quinientos cincuenta y ocho mil ochocientos sesenta pesos colombianos). Dado el valor del proyecto y las adecuaciones que realiza la empresa actualmente, se llegó a la conclusión que debe ser financiado con un préstamo bancario que cubra al menos 70% de la totalidad del mismo, como se especifica en la Tabla 25.

#### ***13.5.1. Financiación del proyecto***

En esta tabla se puede observar el cálculo de la cuota anual es \$2.018.500,32 A un plazo de 3 años y en la tabla que se muestra a continuación se procede a realizar la amortización de este préstamo.

**Tabla 24. Préstamo bancario**

<b>Préstamo Bancario de un 70%</b>	
<b>Inversión Inicial</b>	63.808.860,00
<b>Financiación de la Empresa</b>	19.142.658,00
<b>% a Financiar</b>	70%
<b>Monto del crédito:</b>	\$44.666.202,00
<b>Tasa de interés (anual):</b>	<b>34,92%</b>
<b>Tasa de interés (Mensual):</b>	<b>2,91%</b>
<b>Número de pagos (mensuales):</b>	36
Pago (mensual):	\$2.018.500,32
<b>Plazo en años</b>	3
<b>Plazo en meses</b>	36

Fuente. Propia

Esta tabla nos muestra una proyección de los intereses pagados alrededor de 4 años. Al analizar la tabla podemos observar que sale más rentable solicitar los préstamos para la financiación del proyecto en 2 años e incluso hasta 3 años debido a que los valores de intereses son más bajos y no estaríamos pagando el doble de la financiación.

**Tabla 25. Proyección del pago de intereses**

<b>Años</b>	<b>Intereses Pagados</b>	<b>Cuota</b>
4 años	\$ 38.783.738,64	\$ 1.738.540,43
3 años	\$ 27.999.809,36	\$ 2.018.500,32
2 años	\$ 18.019.872,65	\$ 2.611.919,78

Fuente. Propia

**Tabla 26. Amortización del préstamos**

# Pago	Pago Interés	Pago Capital	Saldo
1	\$1.299.786,48	\$718.713,84	\$43.947.488,16
2	\$1.278.871,91	\$739.628,41	\$43.207.859,75
3	\$1.257.348,72	\$761.151,60	\$42.446.708,16
4	\$1.235.199,21	\$783.301,11	\$41.663.407,05
5	\$1.212.405,15	\$806.095,17	\$40.857.311,88
6	\$1.188.947,78	\$829.552,54	\$40.027.759,34
7	\$1.164.807,80	\$853.692,52	\$39.174.066,82
8	\$1.139.965,34	\$878.534,97	\$38.295.531,85
9	\$1.114.399,98	\$904.100,34	\$37.391.431,51
10	\$1.088.090,66	\$930.409,66	\$36.461.021,85
11	\$1.061.015,74	\$957.484,58	\$35.503.537,27
12	\$1.033.152,93	\$985.347,38	\$34.518.189,89
13	\$1.004.479,33	\$1.014.020,99	\$33.504.168,90
14	\$974.971,31	\$1.043.529,00	\$32.460.639,90
15	\$944.604,62	\$1.073.895,69	\$31.386.744,20
16	\$913.354,26	\$1.105.146,06	\$30.281.598,14
17	\$881.194,51	\$1.137.305,81	\$29.144.292,33
18	\$848.098,91	\$1.170.401,41	\$27.973.890,93
19	\$814.040,23	\$1.204.460,09	\$26.769.430,84
20	\$778.990,44	\$1.239.509,88	\$25.529.920,96
21	\$742.920,70	\$1.275.579,62	\$24.254.341,34
22	\$705.801,33	\$1.312.698,98	\$22.941.642,36
23	\$667.601,79	\$1.350.898,52	\$21.590.743,84
24	\$628.290,65	\$1.390.209,67	\$20.200.534,17
25	\$587.835,54	\$1.430.664,77	\$18.769.869,39
26	\$546.203,20	\$1.472.297,12	\$17.297.572,28
27	\$503.359,35	\$1.515.140,96	\$15.782.431,32
28	\$459.268,75	\$1.559.231,56	\$14.223.199,75
29	\$413.895,11	\$1.604.605,20	\$12.618.594,55
30	\$367.201,10	\$1.651.299,21	\$10.967.295,33
31	\$319.148,29	\$1.699.352,02	\$9.267.943,31
32	\$269.697,15	\$1.748.803,17	\$7.519.140,15
33	\$218.806,98	\$1.799.693,34	\$5.719.446,81
34	\$166.435,90	\$1.852.064,41	\$3.867.382,40
35	\$112.540,83	\$1.905.959,49	\$1.961.422,91
36	\$57.077,41	\$1.961.422,91	\$0,00

Fuente. Propia

### 13.5.2. Costo beneficio

Finalmente, se realiza el costo beneficio y sus indicadores con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto a partir del proyecto. Una vez realizada la valoración los datos se reflejan en la siguiente tabla:

#### Indicadores del costo-beneficio

B/C= Es mayor a que 1, **se acepta** el proyecto (B/C>1)

B/C= Es igual que 1, es una decisión de indiferencia (B/C=1)

B/C= es menor que 1, **rechaza** el proyecto (B/C<1)

Entonces:

<b>TASA DE DESCUENTO</b>	6,5%
--------------------------	------

PERIODO (AÑO)	INVERSIÓN	INGRESOS	EGRESOS	FNE
0	\$ 63.808.860,00	\$ -	\$ -	
1		\$ 1.653.098.100	\$ 1.358.300.120	\$ 294.797.980
2		\$ 1.520.301.009	\$ 1.256.003.050	\$ 264.297.959
3		\$ 985.802.400	\$ 901.032.500	\$ 84.769.900
4		\$ 1.610.563.750	\$ 983.400.750	\$ 627.163.000
5		\$ 1.344.036.800	\$ 1.209.872.050	\$ 134.164.750

<b>VNA INGRESO</b>	\$ 5.941.603.004
<b>VNA EGRESO</b>	\$ 4.776.167.393
<b>VNA EGRESO + INV</b>	\$ 4.839.976.253
<b>RBC</b>	<b>1,2</b>

## 14. Conclusiones

Este proyecto de investigación se ha encaminado en crear una Propuesta de redistribución en planta en la finca Córdoba Bis. Fue desarrollo a partir de tres objetivos específicos que consistieron en diagnosticar, diseñar y evaluar una distribución adecuada a la realidad de la empresa con los requerimientos mínimos de seguridad y de condiciones de trabajos, de los cuales se logra obtener las siguientes conclusiones.

- Después de realizar el estudio de métodos y tiempos, con el fin de mejorar los procesos y aumentar la productividad de la finca Córdoba Bis, se logró identificar el tiempo estándar, normal, y los tiempos de los operarios, dando así la identificación de los elementos o partes del proceso que ocasionan una variabilidad en los tiempos de trabajo. Además, en base a esto se puede determinar aquellas áreas que se deben trabajar para disminuir los errores en la producción para así minimizar los cuellos de botella presentes en las actividades.

- Para realizar el nuevo diseño de distribución se aplicaron los métodos Guerchet para conocer el área ideal de cada estación y herramienta de trabajo, y el método SLP que es aplicable a cualquier tipo de distribución, y se puede emplear en edificaciones nuevas o ya existentes.

Sin embargo, aunque exista un sustento matemático y analítico de las técnicas de distribución, la solución final requiere de elementos basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor. Esto quiere decir que, a la hora de abordar problemas con respecto al planteamiento de una redistribución en planta se concluye que, lejos de ser una ciencia



exacta, es más bien un arte en el que la habilidad y la experiencia hacen un papel fundamental.

- Con ayuda de FlexSim se logra afirmar que el nuevo diseño de distribución aumenta la productividad en un 66,6 % en comparación con el actual, lo que generaría a la empresa mayor rentabilidad.

Con respecto al presupuesto, al realizar la viabilidad económica de esta propuesta se puede concluir que el proyecto es viable.

## 15. Recomendaciones

- Mejorar la ventilación en la cartonera para mantener una temperatura más agradable y motivar al personal.
- Reducir tiempos de ocio entre los cambios de referencias, dado que los trabajadores suelen tomarse estos espacios para hablar y realizar otro tipo de actividades.
- Por lo anterior, es necesario estandarizar el trabajo de cada operario, definir y demarcar todas las áreas de trabajo para que sean identificadas con más claridad. Así mismo se pretende evitar accidentes laborales previniendo el cruce entre operarios, materia prima y actividades.
- Fomentar una cultura de seguridad, prevención y orden dentro de las instalaciones y así mejorar el ambiente laboral.
- Mantener limpia y ordenada el área de paletizado y el área de rechazo, brindando unas condiciones más óptimas, tanto para los trabajadores como para la fruta.

## 16. Anexos

**Figura 38. *Empacadora***



Fuente. Propia

**Figura 39. Piscina 2.**



Fuente. Propia

**Figura 40. Garruchero..**



Fuente. Propia



**Figura 41. Organigrama.**



Fuente. Propia

**Figura 42. Post Cosecha.**



Fuente. Propia



**Figura 43. Pesador.**



Fuente. Propia

**Figura 44. Banda transportadora.**



Fuente. Propia



**Figura 45. Desmanador.**



Fuente. Propia

**Figura 46.** *Entrada y salida de los garrucheros.*



Fuente. Propia



**Figura 47. Entrada a la Finca Córdoba Bis.**



Fuente. Propia

**Figura 48. Bodega de cartón.**



Fuente. Propia

**Figura 49. Bodega de cartón.**



Fuente. Propia

### Bibliografía

- Alcazar Campo, A. M., & Perez Campo, A. R. (2018). *Repositorio de la Universidad del Sinu*. Obtenido de <http://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/118>
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Ardila Bogota, W. D., & Chavez Ramirez, J. S. (Abril de 2021). *Repositorio de la Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4853>
- Aspel. (7 de Octubre de 2016). *SECRETARIA DE ECONOMIA*. Obtenido de <https://www.inadem.gob.mx/eficiencia-eficacia-y-productividad-en-una-empresa/AUGURA>. (1997). *MANUAL DE LABORES DE FINCAS BANANERAS*. Medellin .
- Barnwal, S., & Dharmadhikari, P. (Marzo de 2016). Optimization of Plant Layout Using SLP. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 5, Issue 3. Obtenido de [http://www.ijirset.com/upload/2016/march/46\\_Optimization.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2016/march/46_Optimization.pdf)
- Belic, D., Tihomir, O., Dukic, G., & Kunica, Z. (2018). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/154833699.pdf>
- Bergugo de la Hoz, K. D., & Charris Maldonado, C. P. (2018). *Repositorio de la Universidad de la Costa*. Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/86>
- Caceres Niveló, W. P., & Sarmiento Novillo, C. I. (Enero de 2019). *Repositorio de la Univeridad Politecnica Salesiana* . Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16820>
- Elias, A., & Morales, L. (10 de 6 de 2019). *Repositorio UTP*. Obtenido de Repositorio UTP: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2317/Andres%20Cuba\\_Luis%20Morales\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2317/Andres%20Cuba_Luis%20Morales_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Engineering. (Febrero de 2018). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323500638\\_Layout\\_design\\_in\\_order\\_to\\_improve\\_efficiency\\_in\\_manufacturing](https://www.researchgate.net/publication/323500638_Layout_design_in_order_to_improve_efficiency_in_manufacturing)
- Escudero Navarro, L. M. (Junio de 2021). *Repositorio de la Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6035>
- finagro, U. d.-U. (Junio de 2018). *FICHA DE INTELIGENCIA BANANO TIPO EXPORTACION*. Obtenido de [https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha\\_banano\\_version\\_ii.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_banano_version_ii.pdf)
- Fuente García, D., Parreño Fernández, J., Fernández Quesada, I., & Pino Díez, R. (2008). *Ingeniería de organización en la empresa: Dirección de Operaciones*. Servicio de Publicaciones.

- García Vargas, L. E., & Benítez Atilano, N. N. (Septiembre de 2018). Obtenido de [https://iydt.files.wordpress.com/2019/01/3-3-redistribuci%C3%B3n-optimizada-planta-mediante\\_vf.pdf](https://iydt.files.wordpress.com/2019/01/3-3-redistribuci%C3%B3n-optimizada-planta-mediante_vf.pdf)
- Guevara Velez, M. D. (02 de 11 de 2022). *Repositorio UAN*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6027>
- Janania Abraham, C. (2008). *Manual de tiempo y movimientos Ingeniería de metodos*. Mexico: EDITORIAL LIMUSA S.A DE CV.
- Kallurkar, D. S., & Naik, S. B. (Julio de 2016). *DEVELOPMENT, INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING RESEARCH AND*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Desktop/A\\_LITERATURE\\_REVIEW\\_ON\\_EFFICIENT\\_PLANT\\_LAYOUT\\_DESI.pdf](file:///C:/Users/pc/Desktop/A_LITERATURE_REVIEW_ON_EFFICIENT_PLANT_LAYOUT_DESI.pdf)
- Kanawaty, G. (s.f.). *Introduccion al estudio de trabajo*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo .
- La Web del Ingeniero Industrial*. (13 de Agosto de 2016). Obtenido de <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>
- LOPEZ ALVEAR, A. A. (23 de 07 de 2019). Obtenido de <http://ns2.prangleman.com/jspui/bitstream/123456789/6498/1/ALEX%20AUGUSTO%20LOPEZ%20ALVEAR.pdf>
- Marisol Leon, M. S. (05 de 12 de 2008). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/guest70d5814/tipos-de-distribucion-en-plantas-factores-y-ventajas-presentation>
- Medina Monteza, C. K., & Meregildo Pelaez, K. J. (2017). *Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego*. Obtenido de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4209/1/REP\\_ING.IND\\_%20CLAUDIA.MEDINA\\_KAROL.MEREGILDO\\_DISE%C3%91O.DISTRIBUCI%C3%93N.PLANTA.EMPRESA.TEXTIL.WILMER.SPORT.TRUJILLO.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4209/1/REP_ING.IND_%20CLAUDIA.MEDINA_KAROL.MEREGILDO_DISE%C3%91O.DISTRIBUCI%C3%93N.PLANTA.EMPRESA.TEXTIL.WILMER.SPORT.TRUJILLO.pdf)
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil*. Pearson educación.
- MORAGA, D. I. (2017). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcic266p/doc/bpmfcic266p.pdf>
- MUTHER, R. (s.f.). *DISTRIBUCION EN PLANTA*. HISPANO EUROPEA.
- Naranjo Chiriboga, I. E., & Yuccha Cuno, E. A. (Enero de 2020). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30713>
- Neto, M. A. (1994). *PRINCIPALES LABORES DEL CUTIVO DE BANANO*. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90013518.pdf>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial metodos, estandares y diseño del trabajo*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Pacheco, J. F., & Contreras, E. (2008). *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos* . Santiago de Chile: CEPAL. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/manual58\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/manual58_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Peña Rodríguez, L. J. (1 de 6 de 2020). Obtenido de  
<file:///C:/Users/pc/Desktop/PROYECTO-INFORME%20FINAL-LEANDRO%20PE%C3%91A%20-FENOCO.pdf>
- Perez Martínez, R. E. (Junio de 2020). *Repositorio de la Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2659>
- ProMusa*. (15 de Julio de 2020). Obtenido de  
[https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano#:~:text=fija%20al%20rizoma-,Racimo,dedos\)%20se%20agrupan%20en%20manos..](https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano#:~:text=fija%20al%20rizoma-,Racimo,dedos)%20se%20agrupan%20en%20manos..)
- QUINTERO, A. G. (2013). *Scielo*. Obtenido de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a14.pdf>
- Ruiz, S., Simon, A., Sotelo, F., & Raymundo, C. (2019). *Repositorio Academico UPC*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656263>
- Tine Razuri, P. J., & Gonzalez Laines, J. H. (2016). *Repositorio de la Universidad Señor de SIPAN*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2309>
- Tobar Villada, L. (Noviembre de 2021). *Repositorio de la Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6028>
- TRABAJO, O. I. (2002). *INTRODUCCION AL ESTUDIO DE TRABAJO*. Suiza: Editorial Limusa S.A. De C.V.
- UPS. (s.f.). *United Parcel Service*. Obtenido de  
<https://www.ups.com/mx/es/shipping/pickup/what-is-a-pallet.page>
- Vargas Afanador, W., & Monje Murcia, D. E. (Abril de 2020). *Repositorio de la Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de  
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2663>
- wikifab*. (95 de 05 de 2009). Obtenido de  
[http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/5/50/9.Distribucion\\_en\\_planta.pdf](http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/5/50/9.Distribucion_en_planta.pdf)