

**Propuesta de diseño de planta de la microempresa Pura Pulpa
para aumentar la producción de pulpa de fruta**



Windy Dayanna Ardila Bogotá, Jenifer Solanyi Chavez Ramirez
Abril 2021.

Universidad Antonio Nariño
Facultad Ingeniería Industrial
Programa Ingeniería Industrial

**Propuesta de diseño de planta de la microempresa Pura Pulpa
para aumentar la producción de pulpa de fruta**

Windy Dayanna Ardila Bogotá, Jenifer Solanyi Chavez Ramirez
Abril 2021.

Universidad Antonio Nariño
Facultad Ingeniería Industrial
Programa Ingeniería Industrial

Notas del autor

Windy Dayanna Ardila Bogotá, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño Villavicencio.

Jenifer Solanyi Chávez Ramírez, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño Villavicencio.

Con la colaboración de la empresa Pura Pulpa para la realización de este proyecto de grado.

Nota de Aceptación

Ramiro Hernando Polanco Contreras

Diego Ferney García Orjuela

Nancy Esperanza Saray Muñoz

Agradecimientos

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil, a mis hermanas y mis sobrinos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A la ingeniera Nancy Esperanza Saray por su dedicación en la asesoría presente trabajo para culminar esta meta que finalmente me enorgullece.

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con la humildad de mi corazón, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

Windy Dayanna Ardila Bogotá

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con la humildad de mi corazón, dedico primeramente mi trabajo a Dios. También, dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. Al hombre que me dio la vida, el cual, a pesar de haberlo perdido a temprana edad, ha estado siempre cuidándome desde el cielo.

Y a mi amiga y compañera de tesis, Windy Ardila que, gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Jenifer Solanyi Chávez Ramírez

Resumen

La distribución en planta hace referencia a la colocación de forma organizada elementos que hacen parte de un proceso productivo con el fin de poder determinar aquellos espacios óptimos como también aquella ubicación adecuada de cada una de las secciones pertenecientes al proceso productivo. Se tuvieron en cuenta tres metodologías: el método Guerchet, la metodología SLP y la metodología Corelap, las cuales se configuraron por independiente pero el entregable de las dos primeras (Guerchet y SLP) sirvieron de elementos de entrada para la determinación del Layout resultante de la metodología Corelap.

Los instrumentos traídos en el presente trabajo para captar la información relevante para poder ser utilizadas las tres metodologías citadas anteriormente, fueron la observación principalmente con las visitas de campo a la planta de producción de Pura Pulpa, como también el juicio de expertos, interrogatorios directos con el personal operarios de cada uno de los departamentos de la empresa.

Es importante resaltar que la aplicación de metodologías que soportan el estudio de distribución en planta, permite que las empresas reduzcan la distancia de recorridos de trabajo innecesarios, y en consecuencia los tiempos para cada una de esas tareas innecesarias debido a un diseño preliminar poco planeado pero que en el tiempo representa espacio ocupado innecesariamente que atrasa la producción y por consiguiente estanca la productividad.

Palabras claves: método Guerchet, metodología slp, corelap, distribución en planta.

Abstract

The floor plan refers to the organized placement of elements that are part of a production process in order to determine the optimal spaces as well as the appropriate location of each of the sections belonging to the production process. Three methodologies were taken into account: the Guerchet method, the SLP methodology and the Corelap methodology, which were configured independently but the deliverable of the first two (Guerchet and SLP) served as input elements for the determination of the Layout resulting from the Corelap methodology.

The instruments brought in the present work to capture the relevant information to be able to use the three methodologies mentioned above, were the observation mainly with the field visits to the Pura Pulpa production plant, as well as the judgment of experts, direct interrogations with the operating personnel of each of the company's departments.

It is important to highlight that the application of methodologies that support the plant distribution study, allows companies to reduce the distance of unnecessary work trips, and consequently the times for each of those unnecessary tasks due to a preliminary design that is not very planned but that in time represents unnecessarily occupied space that delays production and consequently stagnates productivity.

Keywords: *guerchet method, slp methodology, corelap, plant distribution.*

Tabla de Contenido

<u>Introducción</u>	13
<u>Problema de Investigación</u>	14
<u>Descripción</u>	14
<u>Planteamiento del problema</u>	14
<u>Objetivos</u>	19
<u>Objetivo general</u>	19
<u>Marco de Referencia</u>	20
<u>Factores que influyen directamente en una distribución de planta.</u>	29
<u>Guerchet</u>	30
<u>Systematic Layout Planning (SLP)</u>	31
<u>Corelap</u>	33
<u>Marco conceptual</u>	35
<u>Marco Geográfico</u>	36
<u>Marco Legal</u>	37
<u>Diseño Metodológico</u>	39
<u>Tipo y enfoque de investigación</u>	39
<u>VARIABLES DE MEDICIÓN</u>	39
<u>Recolección y análisis</u>	40
<u>Resultados</u>	42
<u>Etapa I. Describir el estado actual del proceso de la planta de producción de la microempresa pura pulpa mediante visita preliminar</u>	42
<u>Etapa II. Analizar la situación de la empresa a través de técnicas que permitan determinar su estado actual respecto a su distribución encontrada</u>	54
<u>Etapa III. Proponer la redistribución de la planta que satisfaga las necesidades encontradas, mediante la utilización de metodologías de distribución</u>	61
<u>Conclusiones</u>	72
<u>Recomendaciones</u>	73
<u>Referencias</u>	77
<u>Anexos</u>	78

Lista de Tablas

<u>Tabla 1. Factores que influyen directamente en una distribución de planta</u>	29
<u>Tabla 2. Fases de Desarrollo del modelo SLP</u>	32
<u>Tabla 3. Códigos de razón</u>	33
<u>Tabla 4. Reglamento para alimentos procesados en Colombia</u>	38
<u>Tabla 5. Variables de medición</u>	40
<u>Tabla 6. Máquinas y equipos de Pura Pulpa</u>	44
<u>Tabla 7. Requerimientos del personal de planta</u>	46
<u>Tabla 8. Requerimientos del personal de planta lavado</u>	46
<u>Tabla 9. Requerimientos del personal de planta despulpado</u>	47
<u>Tabla 10. Requerimientos del personal de planta empaque</u>	48
<u>Tabla 11. Requerimiento del personal de planta almacenamiento</u>	49

Lista de Figuras

<u>Figura 1. Esquema SLP</u>	32
<u>Figura 2. Relaciones de las actividades.</u>	33
<u>Figura 3. Ubicación geográfica</u>	37
<u>Figura 4 Estructura Organizacional.</u>	43
<u>Figura 5. Diagrama SIPOC Pura Pulpa</u>	45
<u>Figura 6. Corte y separación</u>	47
<u>Figura 7. Diagrama de flujo actual</u>	49
<u>Figura 8. Cursograma analítico actual</u>	50
<u>Figura 9. Evidencia de carencia de espacio en el lugar de trabajo.</u>	52
<u>Figura 10. Layout de Pura Pulpa</u>	54
<u>Figura 11. Cálculo de Superficie</u>	56
<u>Figura 12. Área mínima y máxima según método Guerchet.</u>	55
<u>Figura 13. Resultado de la metodología SLP.</u>	57
<u>Figura 14. Distribución de planta según metodología SLP</u>	58
<u>Figura 15. Aplicación metodología de relación de los departamentos.</u>	59
<u>Figura 16. Flujo de material apoyado en matriz origen – destino.</u>	59
<u>Figura 17. Cálculo de costo de transporte.</u>	59
<u>Figura 18. Análisis de las relaciones de las actividades.</u>	59
<u>Figura 19. Diagrama relacional de actividades.</u>	60
<u>Figura 20. Layout.</u>	60
<u>Figura 21. Ingreso al programa Corelap 1.0.</u>	61
<u>Figura 22. Ventana cantidad de departamentos.</u>	61

<u>Figura 23. Ventana nombre de departamentos y su relación.</u>	62
<u>Figura 24. Ventana diligenciada.</u>	64
<u>Figura 25. Ingreso de datos según SLP al Corelap 1.0.</u>	64
<u>Figura 26 Presentación de resultados según Corelap 1.0.</u>	65
<u>Figura 27. Layout adecuado según Corelap 1.0.</u>	65
<u>Figura 28. Iteración 1 según Corelap 1.0.</u>	66
<u>Figura 29. Iteración 2 según Corelap 1.0.</u>	67
<u>Figura 30. Resultado según Corelap Layout, por una semana.</u>	68
<u>Figura 31. Resultado según Corelap Layout, por un mes.</u>	68
<u>Figura 32. Resultado según Corelap Layout, por un año.</u>	69
<u>Figura 33. Resúmenes de resultados según Corelap Layout, en el simulador Flexsim.</u>	69
<u>Figura 34. Comparativo de tiempos y distancias.</u>	69
<u>Figura 35. Variaciones de las distancias recorridas y tiempos.</u>	69

Lista de Anexos

Anexo 1. Lista de chequeo	78
Anexo 2. Encuesta dirigida	80

Introducción

Para una distribución en planta es muy común encontrar en los libros proyectos de distribución de una nueva instalación, pero en los últimos años ha venido creciendo el número de proyectos de redistribución de plantas debido a la situación actual por el que están pasando las empresas manufactureras como también el alto grado de variabilidad del entorno en el que fluctúan.

El problema pasa de pasar de una distribución a otra minimizando los costos de la redistribución teniendo en cuenta la optimización del espacio de producción como las interrelaciones de cada uno de los departamentos, los movimientos lógicos de los operarios durante un intervalo de tiempo.

En el presente trabajo se pretende emplear conceptos de redistribución de planta que ayuden a mejorar los procesos productivos de la empresa Pura Pulpa, empresa que quiere mejorar su producción basado en un mejoramiento del espacio de planta como también la utilización de la maquinaria que cuentan en inventario.

Problema de Investigación

Descripción

“Pura Pulpa” es una microempresa ubicada en el km 17 vía Puerto López, vereda Vegas del Guayuriba, finca la isla, dedicada a la producción y distribución de pulpa de fruta desde hace 5 años; esta organización tiene como objeto facilitar a los consumidores la preparación de jugos naturales, llevando al mercado un producto libre de semillas y cáscara.

Dentro de sus clientes se encuentran inicialmente restaurantes, hoteles y casas de familia. Actualmente este modelo de negocio hace procesamiento a 6 frutas (maracuyá, mango, guanábana, mora, lulo y tomate de árbol) cada fruta un día a la semana; produciendo en promedio semanal aproximadamente 327 kilos de pulpa de fruta, en presentaciones de bolsas de 250 gramos, de 1.000 gramos y 10 kilos cada unidad, trabajando 6 días a la semana y contando con 6 personas, distribuidas así: 1 en el área administrativa y 5 personas en el área operativa.

Actualmente la fruta se pela manualmente, se pasa por una máquina extractora de pulpa, se empaca con ayuda de una tolva dosificadora en bolsas de plástico con cremallera y bolsa en manga, se sella la dosificación exacta manualmente con una máquina selladora y finalmente se almacena en congeladores.

Teniendo en cuenta la descripción del proceso se refleja la necesidad de Pura Pulpa de modificar y mejorar el proceso de producción, así como también pensar en la comodidad que necesita cada trabajador para realizar su trabajo de manera eficiente.

Planteamiento del problema

PURA PULPA, lleva más de 6 años distribuyendo su producto, es una microempresa que se dedica a la satisfacción de las necesidades de sus clientes de allí la

importancia de que su proceso de producción sea el más efectivo acorde con la distribución de planta de su área operativa, incluyendo mejorar los espacios de tiempos de operación en el flujo de materia prima. La empresa PURA PULPA tiene como meta lograr una integración eficiente de factores como son la materia prima, personal, flujo de material, normas de seguridad y salud en el trabajo.

En la visita inicial guiada por los dueños a la planta se identifica a primera vista que su proceso es manual, ya que utilizan algunas máquinas o herramientas básicas no automatizadas como por ejemplo empacadora manual, lavado y corte manual de la fruta, los cuales que requieren de la labor operativa de los trabajadores de la planta. El dueño explica que se presentan demoras por retrasos en las tareas asignadas en las estaciones de trabajo, teniendo como consecuencia trabajar horas extras para tratar de cumplir con la demanda.

Así mismo al interior de la planta se observa una deficiente estructura de almacenaje para la materia prima como para el producto terminado que va hasta la salida de la planta para su previa distribución, ya que no cuenta con áreas delimitadas para cada cosa y esto puede llegar a generar una contaminación cruzada dando como resultado productos con una baja inocuidad.

Con la distribución de las maquinas actuales en la organización se están presentando demoras de acuerdo a la información de la gerencia que conllevan a una ineficiencia en el proceso de producción, generando problemas de transporte interno tanto para el personal como para el producto, ocasionando tropiezos, caídas, que pueden llegar a generar si bien lesiones en los trabajadores, como también problemas con la calidad del producto produciendo desperdicios o fruta maltratada durante el proceso productivo.

Con el fin de lograr una mejor sincronización en la producción haciéndose necesario que se realice un análisis de la distribución de planta actual con el fin de ofrecer un lugar más seguro y grato para el trabajador y también de aumentar la productividad y el cumplimiento de las órdenes de entrega a los clientes”. (Cardenas Moraga, 2017)

Por lo anterior para PURA PULPA es necesario hacer un diagnóstico de su distribución con el fin de mejorar no solo su flujo interno si no aumentar su producción. Lo cual nos permite llegar a plantearnos la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede mejorar la distribución del área de producción en la microempresa Pura Pulpa para mejorar su proceso productivo?

Justificación.

Según cifras de la FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura), la tasa promedio de consumo per cápita de frutas a nivel global aumentó del 36% al 40% en el último medio siglo, en Colombia los estudios del Ministerio de Salud y el Bienestar Familiar, han revelado que el 35% de las personas no consumen frutas diariamente. (Iragorri Valencia, 2015)

Esto demuestra que pese a las personas que no consumen hay un porcentaje muy amplio que se ve favorecido en su alimentación por que muy posiblemente consume este producto, basado en esto PURA PULPA ha decidido darle provecho al alto consumo de jugo e incrementar la producción para abastecer la demanda y obtener una ganancia económica.

Dentro de los clientes de PURA PULPA se encuentran los supermercados, casas de familia, hoteles y uno de los principales clientes son los restaurantes donde la necesidad del rápido acceso a un producto como la pulpa de fruta natural ganan cada

vez un mayor atractivo dado que es un producto de rápida preparación, es por este motivo que la empresa debe garantizar la mayor calidad posible que este a su disposición. Por lo anterior se deduce que la empresa cada día tiende a crecer y por ende su proceso productivo, mano de obra y logística también debe hacerlo y para ello es necesario hacer una revisión del diseño de planta con el fin de brindar a la organización una propuesta de mejoramiento de sus procesos productivos, aportándole a ésta la posibilidad de incrementar en la producción, disminuir los retrasos y mejorar la distribución de los departamentos, generando así un aumento en la productividad para poder satisfacer la demanda actual y futura.

En la actualidad se está produciendo en promedio semanal aproximadamente 327 kilos de pulpa de fruta, de los cuales el 15,2% aproximadamente pertenece a desperdicios intrínsecos del proceso productivo, en la actualidad el 3,4% de los desperdicios adicionales son originados por la mala manipulación en la recepción de la fruta, siendo esta última una variable que afecta directamente el rendimiento de la producción de la planta y por ende a la velocidad alcanzada por cada línea de pulpa de fruta.

Según autores anteriores con una buena distribución de las áreas de trabajo se pretende aumentar la eficiencia de las operaciones, aumentar la producción, reducir costos, favorecer los métodos de trabajo, garantizar la seguridad y salud de los operarios y por tanto lograr un mejor desempeño de las labores.

Según (Cedillo Cuevas & Beltran Sanchez, 2015) en sus estudios define que “las decisiones de distribución en planta pueden afectar significativamente

la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos”, esto implica que es necesario realizar un rediseño en la planta la cual sería fundamental para un proceso adecuado en la transformación de la materia prima y en especial para el aumento de la producción para mayor satisfacción de la demanda del mercado, seguido de esto la mano de obra se verá beneficiada por que se presentarían menos accidentes laborales gracias a mejores espacios de trabajo, especialización de la tarea encomendada, también podrá incrementar los índices de rentabilidad donde con el precio se podrá superar la barrera comúnmente conocida donde el consumir la fruta en su estado natural conserva las propiedades naturales, por ende es mejor y más económica frente a los costos del mercado.

Una buena distribución también le permite a la microempresa Pura Pulpa mantener un flujo adecuado de recursos necesarios sin generarle pérdidas en la materia prima y podrá contar con la infraestructura necesaria para el almacenamiento, procesamiento y distribución.

Objetivos

Objetivo general

Proponer el diseño de planta para el mejoramiento de la producción de pulpa de fruta en la microempresa Pura Pulpa.

Objetivos específicos.

- Describir el estado actual del proceso de la planta de producción de la microempresa Pura Pulpa mediante visita preliminar.
- Analizar la situación de la empresa a través de técnicas que permitan determinar su estado actual respecto a su distribución encontrada.
- Proponer la redistribución de la planta que satisfaga las necesidades encontradas, mediante la utilización de metodologías de distribución.

Marco de Referencia

Antecedentes

A continuación, se describen los antecedentes del proyecto dentro de los que se enmarcan investigaciones y artículos científicos con temáticas complementarias, para una mayor comprensión del lector se organizan primero las investigaciones y posterior los artículos:

En primer lugar, investigaciones científicas como “Diseño de planta extractora de zumos de frutas en la ciudad de milagro” (Mejía C, 2016). Este trabajo de investigación se basó en determinar la viabilidad de negocio determinando los impactos que generaría este producto en el mercado calculando y analizando la oferta y demanda, y con los datos recolectados se realiza el diseño del proceso operativo de la empresa para la comercialización del producto en la ciudad, de acuerdo con la demanda actual y futura calculada al inicio de la investigación, y por último se realiza la evaluación financiera donde se determinara la rentabilidad del proyecto. Llegando a concluir que este mercado tiene un bajo conocimiento en este producto por lo cual, al industrializar la producción y comercialización de este, incursionaría en el mercado como un producto novedoso.

En el mismo sentido Castro & Galindo (2018). “Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa Congelados Trust S.A. a través de técnicas de ingeniería”. Este proyecto establece la propuesta de un diseño de distribución en planta para la empresa Congelados Trust S.A.S, donde se toma como variable el área de producción, donde se elabora un balance entre la planta actual sus debilidades y fortalezas; realizando un diseño óptimo de propuesta mediante un análisis estadístico en base a la simulación del programa Promodel, el cual tiene en

cuenta factores como distancias, ciclos de proceso y terminado con un análisis financiero con el propósito determinar la viabilidad del proyecto. (Castro Galindo Vallejo, 2018)

Según Roa & Rivera (2017) “Propuesta para el diseño y distribución de planta para las instalaciones de producción de Biopinturas mediante técnicas de ingeniería. En esta investigación se propone un diseño de distribución en planta la cual satisfaga la demanda necesaria proyectada para dos años, con el objeto de generar nuevas alternativas para establecer áreas de trabajo eficaces y optimas, minimizando desperdicios, costos y tiempos de producción, generando un mejor flujo de material, desplazamientos de personal, etc.” (Roa Gamez & Rivera Camargo, 2017)

Adicionalmente Rivera (2017). “Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemía Gourmet para aumentar la capacidad instalada. Este trabajo tiene como objetivo proponer un diseño para la ampliación de la planta de distribución de la empresa, se realiza con una metodología descriptiva y explicativa y nos amplía el conocimiento de los procesos internos y externos que debe tener una empresa, concluyendo que la ampliación de la empresa aumentaría la producción del producto y con esto se lograría cumplir con la demanda proyectada a 1 año”. (Rivera, 2017)

Finalizando las investigaciones Arnulfo Zaraza propone: “mejora para el diseño del sistema productivo en la empresa productora de Bocadillos las Dalias en Vélez Santander. Esta investigación desarrolla una metodología descriptiva, donde se establecen los documentos de antecedentes relacionados con procesos de distribución de planta, posterior a esto se realiza un análisis de los sistemas de

distribución y se evalúa cada uno determinando sus falencias y fortalezas, para así determina un diseño óptimo y eficaz para la empresa de estudio, teniendo en cuenta procesos, áreas de trabajo, personal operativo, demanda y oferta a cumplir”. (Zaraza Perico, 2018)

En complemento Pérez, (2016). “Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño. Este trabajo se basa en diagnosticar un indicador el cual evalúa el desempeño actual de distribución espacial existente de una empresa, identificando si la organización es ideal o anti-ideal, siendo este un problema que se está presentando en las plantas industriales nuevas. Aportándonos al trabajo de investigación en desarrollo los índices de desempeño de layout que se deben tener en cuenta para lograr un diseño de distribución de planta óptimo, según de las necesidades y/o condiciones de la microempresa a la cual se le aplique” (Perez Gosende, 2016)

Por su parte (Medina & Pozo, 2016). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de pulpa de fruta congelada, en la ciudad de Ibarra, Provincia Imbabura. Los puntos claves de esta investigación se desarrollaron en el diagnóstico de los productos necesarios para la producción de pulpa, determinando la materia prima requerida, estudio técnico y de mercado de aceptación del producto en el área de estudio, y un plan organizacional y legal para el correcto funcionamiento interno y externo de la microempresa a crear. (Medina A & Pozo P, 2016)

Por otra parte, recurrimos a artículos científicos que sustentan en su investigación González, Martínez, Malcon, y Cavazos, (2013). “Metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas, esta investigación está enfocada en

proporcionar apoyo para mejorar el campo de operaciones de logística para pequeños empresarios en sus negocios, implementando herramientas que pueda mejorar los problemas de logística internos de la empresa. Aportando conocimiento de las áreas que se deben tener en cuenta para el diagnóstico general de una empresa” (Martinez Flores, Gonzalez Camargo, Malcon Cervera, & Cavazos Arroyo, 2013)

Adicionalmente Caicedo (2017). “Diseño de un modelo de negocio para la gestión productiva de una planta procesadora de pulpa de mango”. Esta propuesta se desarrolla mediante el análisis de modelos de negocios Canvas, donde se diseña un modelo de negocios aplicado a una planta procesadora de pulpa de mango, la cual permita el desarrollo social y económico, de la región. (Caicedo S, 2017)

Para un mayor sustento se decidió referenciar artículos en idioma extranjero Sáez & García, (2016). “Protocol: Material flow risk evaluation for layout design”. Mediante esta investigación se plantea la importancia del factor de seguridad para el trabajador durante los procesos de operación de una empresa, cuando se están realizando los diseños o rediseños para ampliar la empresa para producir mayor demanda o incorporar nuevos productos, dado que esto permitiría un mayor rendimiento en la producción generando confort a los operarios, ganancias a la empresa aumentando la demanda y disminuyendo los costos de operación. (Saez Mas & Garcia Sabater, Protocol: Material flow risk evaluation for layout desing, 2016)

Algo semejante ocurre con Sáez Más, García Sabater, Morant Llorca, & Maheut, (2016). “Assembly plant simulation to support decision-making n

Layout Design considering safety issues. A case study. Este artículo desarrolla un método de simulación en el cual se plantean diferentes casos y/o escenarios de rediseños de las instalaciones de la planta con el propósito de plantear sistemas de distribución apropiados para la empresa que satisfaga la gestión de las operaciones, y un flujo constante de los materiales, generando ahorro de tiempo y costos”. (Saez Mas, Garcia Sabater, Morant Llorca, & Maheut, 2016)

Es importante señalar el artículo de Solano, Moreno, & Ramos (2016). “Ant colony optimization algorithm for facility layout problem”. Este artículo es el resultado de una investigación la cual se basó en determinar un modelo de planificación y optimización de los problemas de distribución de planta que presentan las empresas por medio el algoritmo de Optimización de Colonias de Hormigas (Ant Colony Optimization – ACO), obteniendo como resultados varios escenarios que permitían una distribución óptima en cuanto a la asignación espacial de las áreas de trabajo. (Obando Solano, Zamora Moreno, & Giraldo Ramos, 2016)

Por otra parte, Delgado & Condori, (2018). “Comparative study of methods to improve administrative processes in an organization”. Esta investigación se enfocó en plantear metodologías ágiles y buenas prácticas para la optimización de tiempo y minimización de costos de una empresa, realizando comparaciones con métodos tradicionales (método DSDM, método Scrum, método Lean y método Kanban), que utilizan las empresas para la ejecución de sus tareas y procesos, lo cual permite evidenciar que estos métodos tradicionales están quedando obsoletos debido a que no permiten un desarrollo total de los procesos generando retrasos en los pedidos y pérdida de clientes, al no tener un sistema eficiente que se renueve a medida del cambio de ciclo de vida de las generaciones”. (Delgado & Condori, 2018)

Marco teórico

Distribución de planta

Según Iván José Turmero “La distribución de planta es un concepto relacionado con la disponibilidad de las máquinas, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento y los espacios comunes dentro de una instalación propuesta o ya existente”. El fin fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del ritmo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema de producción”. (Turmero Astros, 2019)

Tipos de distribución en planta

Teóricamente se utilizan cuatro clases de distribución en planta que son:
Distribución por posición fija: consiste básicamente en construir el producto donde va a quedar, permanece en un solo lugar y por tanto las máquinas, personal y demás equipos empleados en la construcción se llevan hacia el producto. (Baron Muñoz & Zapata Alvarez, Repository Icesi, 2012)

Distribución por proceso: Es cuando hay una gran gama de productos con baja demanda entre ellos, en esta distribución las operaciones de la misma naturaleza se agrupan, adicionalmente se considera una demanda deficiente para dedicar tiempos a un solo producto.(Baron Muñoz & Zapata Alvarez, Repository Icesi, 2012)

Distribución por producto: consiste básicamente en la distribución denominada “Producción en Cadena”, en la misma zona se agrupan la

maquinaria y equipos y según su proceso de fabricación, normalmente es utilizado cuando hay poca variedad de producto y alta demanda de los mismos. (Baron Muñoz & Zapata Alvarez, Repository Icesi, 2012)

Principios de la integración de conjunto

Según Murther, (1970) “La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todos los factores” (Garcia Flores & Perez Cruz, 2003). Una distribución en planta se integra toda la maquinaria e instalaciones en una gran unidad operativa, es decir, se convierte la planta en una máquina. Dicha distribución debe ser acorde tanto para el personal directo como indirecto. (Garcia Flores & Perez Cruz, 2003).

El personal de mantenimiento debe engrasar la maquinaria; el personal de control de producción tiene que sostener en marcha diversas operaciones; los inspectores (verificadores) verifican la calidad del trabajo en proceso. Además, deben garantizar las condiciones de seguridad apropiadas al tipo de producción. (Muther, 1970)

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 entre operaciones sea la más corta. Todo proceso industrial implica movimiento de material; por más que deseemos eliminarlo no podremos conseguirlo por entero. Siempre que dividimos un proceso en varias operaciones, podemos disponer un especialista o una maquina específica para cada una de ellas. Esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de una producción eficiente, a pesar de que supone movimientos de material de una operación

a otra. Estamos, por tanto, bien dispuestos a realizar esos traslados, aunque no añadan ningún valor al producto por sí mismos. (Garcia Flores & Perez Cruz, 2003).

Principios 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 o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales. Este es un complemento del principio de la mínima distancia recorrida. Significa que el material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hacia su terminación. No deben existir retrocesos o movimientos transversales; habrá un mínimo de congestión con otros materiales u otras piezas del mismo conjunto. El material se «deslizara.» a través de la planta sin interrupción. Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento a una sola dirección. Muchas buenas distribuciones precisan de recorridos en zigzag o en círculo y, cuando por ejemplo trabajamos en uno de los pisos de un edificio que solo posea un elevador, la mejor circulación será siempre la que tenga forma de «U». El concepto de circulación se centra en la idea de un constante progreso hacia la terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones, más bien que en una idea de dirección. (Garcia Flores & Perez Cruz, 2003).

Principio del espacio cubico

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal. Básicamente, una Distribución es la ordenación del espacio, esto es: la ordenación de los diversos espacios

ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares. Todos ellos tienen tres dimensiones; ninguno ocupa meramente el suelo. Por esto una buena distribución debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo. Por otra parte, el movimiento de los hombres, material o maquinaria puede efectuarse en cualquiera de las tres direcciones; esto significa que aprovecharemos el espacio libre existente por encima de nuestras cabezas o bajo el nivel del suelo. (García Flores & Pérez Cruz, 2003).

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 productores. La satisfacción del obrero es un factor importante. Como objetivo, es fundamental, Para algunos distribuidores es su único objetivo, dicen: Haz que el trabajo sea realizado con satisfacción, y automáticamente conseguirás muchos otros beneficios». Esto es verdad; nos proporcionara costes de operación más reducidos y una mejor moral de los empleados. La seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las Distribuciones, y vital en algunas. Una Distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes. (García Flores & Pérez Cruz, 2003).

Principio de la flexibilidad

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada en el tiempo, con menor costo o inconvenientes. Este objetivo se va haciendo más y más importante día a día, a medida que los descubrimientos científicos, las comunicaciones, los transportes, etc., evolucionan con mayor rapidez, exigen de la industria que les siga en el ritmo de su avance. Esto acarrea cambios frecuentes, ya sea en el desafío del producto, proceso, equipo, producción, o fechas de

entrega. Las empresas pierden, a menudo, pedidos de los clientes a causa de que no pueden readaptar sus medios de producción con los cambios del mercado volátil. Por este motivo podemos esperar notables beneficios de una distribución que nos permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía. (García Flores & Pérez Cruz, 2003).

Factores que influyen directamente en una distribución de planta.

En su artículo, (Palacios Acero), manifiesta que hay factores que influyen directamente en el proceso productivo y hay que tenerlos en cuenta, no solamente hay que considerar los existentes según Luis Carlos Acero Palacios en su libro Ingeniería de Métodos, movimientos y tiempos, en la distribución de planta. y estos son:

Tabla 1. Factores que influyen directamente en una distribución de planta.

<i>Producto y Materiales</i>	<i>Maquinaria</i>
Materias primas.	Máquinas de producción.
Material entrante.	Equipo de proceso o tratamiento.
Material en proceso.	Dispositivos especiales.
Producto acabado.	Herramientas manuales y eléctricas, moldes, patrones, plantillas, montajes.
Material saliente o empaques y material en recuperación.	Mano de obra directa.
Viruta, desperdicios o desechos.	Jefes de equipo, sección o encargados, servicio.
Materiales para mantenimiento.	Personal indirecto o de actividades auxiliares.
<i>Movimiento</i>	<i>Espera</i>
Manejo de productos y materiales.	Las demoras o esperas comprenden las áreas de recepción de materiales y productos, áreas para esperas o demoras durante el proceso.
Uso adecuado del equipo de manejo de materiales.	
Uso de equipos mecanizados o automáticos.	

<i>Servicio</i>	<i>Circulación y flujo</i>
Oficinas, cafeterías.	Flujos horizontales: Flujos en I, S, O, U, L, Combinado.
Servicios sanitarios y de seguridad.	
Capacitación y desarrollo.	Flujos verticales: Ascendentes y descendentes, elevación centralizada y descentralizada. - Flujo unidireccional y retroactivo.
Servicios relativos al material.	Flujo vertical e inclinado.
	Flujo simple o múltiple.
<i>Cambio</i>	
Planear el todo y después el detalle.	Planear con un equipo multidisciplinar
Planear la distribución ideal y luego la práctica.	Comprobar la distribución.
Seguir los ciclos de distribución y superponer las fases.	Vender el proyecto de distribución.
Planear el proceso y la maquinaria con las necesidades de material.	Instalaciones de la distribución de planta.
Planear la distribución con base en el proceso y la maquinaria.	
Proyectar el edificio a través de la distribución	

Fuente: (Palacios Acero)

Guerchet

Este método permite evaluar las dimensiones de cada uno de los espacios físicos que ocupan las máquinas y equipos de trabajo, así mismo define la relación que existe entre cada actividad, referente a los procesos para poder gestionar una mejor propuesta en base a los resultados que se obtengan. El impacto económico que afecta a la empresa, se debe a la baja productividad, causada por la mala distribución de planta. 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). (Caicedo Cantos, 2019)

Systematic Layout Planning (SLP)

La metodología *Systematic Layout Planning* (SLP), es una metodología aceptada y utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos. (Caicedo Cantos, Repositorio UG, 2019)

Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 como “un procedimiento sistemático multicriterio, que se aplica a toda clase de distribuciones, nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes” (Fernández, 2020). El método 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, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. (Caicedo Cantos, Repositorio UG, 2019)

El método tiene un carácter jerárquico lo que indica es que este debe aplicarse en fases jerarquizadas en cada una de las cuales el nivel de detalle es mayor que en la anterior. Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son:

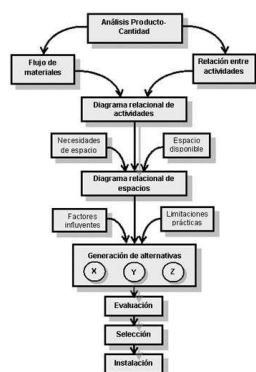
Tabla 2. Fases de Desarrollo del modelo SLP

Fases	Descripción
Fase I: Localización.	Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio nuevo o bien hacia un área de similares características y
Fase II: Plan de Distribución General.	Aquí se establece el patrón de flujo para el total de áreas que deben ser atendidas en la actividad a desarrollar, indicando también (y para cada una de ellas) la superficie requerida, la relación entre las diferentes áreas y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin atender aún las cuestiones referentes a la distribución en detalle. El resultado de esta fase nos llevará a obtener un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.
Fase III: Plan de Distribución Detallada.	Aquí se debe estudiar y preparar en detalle el plan de distribución alcanzado en el punto anterior e incluye el análisis, definición y planificación de los lugares donde van a ser instalados/colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos e instalaciones de la actividad.
Fase IV: Instalación.	Aquí, última fase, se deberán realizar los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas e instalaciones, para lograr la materialización de la distribución en detalle que fue planeada.

Fuente: (Fernández, 2020).

Estas cuatro fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras.

Figura 1. Esquema SLP



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Relaciones de las actividades.

Valor	Cercanía	Código de línea
A	Absolutamente necesario	=====
E	Especialmente importante	=====
I	Importante	=====
O	Normal u Ordinaria	=====
U	Poco importante	=====

Fuente: Código de líneas (Fernandez)

Tabla 3. Códigos de razón.

Códigos de razón	
1	Espacios y equipos
2	Personal Común
3	Flujo de proceso
4	Contacto necesario
5	Seguridad e higiene
6	Psicología

Fuente: elaboración propia.

Corelap

El Corelap es un algoritmo basado en las relaciones de diseños de distribución de planta, donde toma de vital importancia al primer proceso relacionado con la creación del bien que realiza dicha entidad, como procedencia tendrá a los otros procesos según sea el orden de algún instrumento que emplee la entidad para contar con la relación por área de cada una de ellas como según Álvarez (2008) “Este algoritmo llamado CORELAP ayuda a llevar de forma cualitativa a la metodología utilizada por el

SLP, Planificación Sistemática del Diseño que es cuantitativa con las tablas de valoraciones asignadas en su metodología, el algoritmo CORELAP ayuda dar la distribución física y adecuada para los departamentos en una distribución de planta, realizando un prototipo de las ubicaciones gracias a su algoritmo utilizado “, siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución asistida por computador. En esta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande. (Mejia H. , Wilches , Galofre, & Montenegro, 2011).

Lo primero que se tiene que evaluar es el cuadro final desarrollado por la metodología SLP, donde los datos ingresados a allí tanto los numero y letras (la cual tienen un significado específico, ya indicado en cada una de sus talas), después utilizar los resultados por área en metros cuadrados obtenidos en el método Guerchet, los dos elementos más el nombre de cada área del proceso de producción, son los que se utilizaran para el ingreso de datos en la primera pestaña del algoritmo CORELAP.

Una vez obtenidos los datos, la segunda pestaña nos solicitara las letras específicas y los valores de los números de la cual tendrán un valor designado en el algoritmo, para que se pueda calcular el índice TCR (Ratio Total de Proximidad), donde su metodología para calcular este índice ya se encuentra programada y directa para un desarrollo en la pestaña del algoritmo y con solo colocar el clic en el botón de seguir los resultados serán automáticos.

Como resultado emitirá la primera pestaña del LAYOUT ADECUADO, la cual indica cómo es que debe estar representada la planta con las distribuciones de cada una de sus áreas que comprenden en su proceso productivo, al lado izquierdo de la pantalla los procesos serán cambiados según el orden ingresado por números y en la parte inferior se puede observar las iteraciones de como el algoritmo llevo a hallar matemáticamente el resultado y mostrar el layout adecuado. (Auris Goicochea & Solano Castro, 2019)

Marco conceptual

Capacidad: facultad de algo de albergar ciertas cosas dentro de un marco limitado de alguna forma. (Perez Porto & Gardey, 2012)

Costo: gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. (Mandanes, s.f.)

Demora: Retraso o detención de una cosa por algún tiempo. (Farlex, s.f.)

Distribución: Se denomina distribución al reparto de uno o varios elementos. (Duarte, 2008)

Espacio: medio físico en el que se sitúan los cuerpos y los movimientos, y que suele caracterizarse como homogéneo, continuo, tridimensional e ilimitado. (Ronaldo, 2015)

Flujo de material: comprende el equipo físico necesario para asegurar el flujo de artículos dentro de un sistema. El flujo de material liga todos los procesos necesarios para recolectar, preparar, procesar y distribuir artículos en áreas específicas. (Indistrie, 2021)

Material: elemento con alguna propiedad útil, sea mecánica, eléctrica, óptica, térmica o magnética. (Buenaventura, Ayala , Riaño, & Sanchez, 2013)

Materia prima: sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto. (Anonimus, 2015)

Maquinaria: aparato creado para aprovechar, regular o dirigir la acción de una fuerza. Estos dispositivos pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto. (Quiroga, s.f.)

Movimiento: Cambio de lugar o de posición de un cuerpo en el espacio. (Zemanky & Young, 1986)

Producto: objeto producido o fabricado, algo material que se elabora de manera natural o industrial mediante un proceso, para el consumo o utilidad de los individuos. (Significados, 2021)

Puesto: unidad impersonal de trabajo que identifica las tareas y deberes específicos, por medio del cual se asignan las responsabilidades a un trabajador, cada puesto puede contener una o más plazas e implica el registro de las aptitudes, habilidades, preparación y experiencia de quien lo ocupa. (Gomez Rivera, 2010)

Seguridad: ausencia de peligro, daño o riesgo. (Raffino, 2021)

Sistema: Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad. (Dervinji, s.f.)

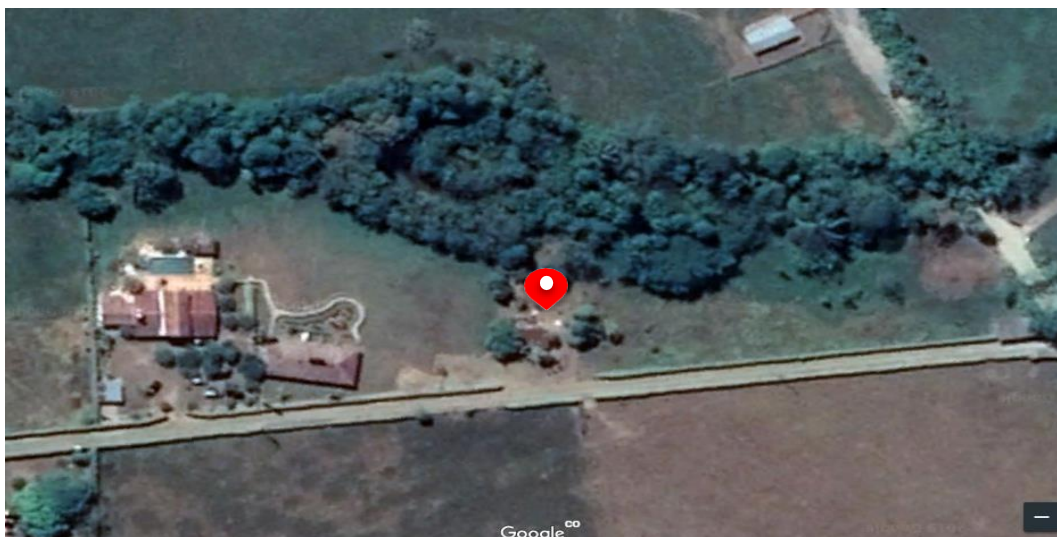
Marco Geográfico

La propuesta de distribución de planta se desarrollarlo para la empresa productora de pulpa de fruta PURA PULPA que se encuentra ubicada en la finca La Isla, vereda Las Vegas, km 17 vía Pto López, Villavicencio-Meta.

Localizado en la región central del país, el Meta, con 85 mil kilómetros cuadrados de extensión, es decir 8 millones 563.000 hectáreas, es uno de los departamentos con mayor crecimiento en los últimos tiempos, especialmente en

lo que tiene que ver con productos para la generación de biocombustibles y la seguridad alimentaria.

Figura 3. Ubicación geográfica



Fuente: (Google Maps, 2021)

Ubicada en el km 17 vía Pto López, vereda Vegas del Guayuriba, finca la isla, coordenadas; (4°00'28.9"N 73°28'14.2" W, 4.008020, -73.470605). La empresa PURA PULPA cuenta con una sola planta en el municipio.

Marco Legal

De acuerdo a la Ley 09 de 1979, se dictan medidas sanitarias para procedimientos, preparación, empaque, almacenamiento, transporte, importaciones y exportaciones de productos alimenticios. Esta ley está organizada en doce títulos y 607 artículos, en el que el Título V establece el marco general para los alimentos. (JARAMILLO SALAZAR, 1978)

De acuerdo con esta ley y con base en las facultades asignadas, el Ministerio de Salud y Protección Social, en coordinación con otros ministerios, organismos oficiales y la participación del sector privado, emitió las reglamentaciones para diferentes productos alimenticios y sus respectivas

actividades de producción, procesamiento y comercialización, por medio de decretos y resoluciones. Las resoluciones más importantes en el marco de este estudio, son las siguientes:

Tabla 4. Reglamento para alimentos procesados en Colombia.

<i>Resoluciones</i>	<i>Descripción</i>
Resolución 15789 de 1984	Reglamenta las características organolépticas físico-químicas y microbiológicas de las mermeladas y jaleas de frutas.
Resolución 14712 de 1984	Reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y Comercialización de vegetales como frutas y hortalizas elaboradas.
Resolución 7992 de 1991	Reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de fruta
Resolución 243710 de 1999	Mediante el cual se fijan pautas sobre las etiquetas y rótulos, el uso de sticker y autorizaciones de agotamiento de empaques
Decreto 3075 de 1997	Reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y otras disposiciones como las Buenas Prácticas de Manufactura en Colombia.

Fuente: elaboración propia.

Diseño Metodológico

Tipo y enfoque de investigación

Este trabajo desarrolla una investigación de tipo básica de nivel descriptivo con un enfoque cuantitativo no experimental ya que se tiene como objeto determinar un diseño de redistribución de planta adecuado para satisfacer las necesidades actuales y futuras, donde se detalla la información obtenida en campo de los procesos, distribución actual, maquinaria, oferta y demanda.

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Garcia Hernandez, 2011)

Por otra parte, se puede decir que tiene un enfoque cuantitativo “se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones. Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos”

Variables de medición

Variables de medición definidas para el presente trabajo fueron cuatro (4) variable dependiente identificadas así:

La primera variable dependiente fue la producción que mide la cantidad en toneladas de pulpa de fruta a producir.

La segunda, tercera y cuarta variables dependientes consistieron en aplicar metodologías de distribución de planta (Guerchet, SLP y Corelap) al estado encontrado, con el fin de poder determinar el diseño óptimo teniendo en cuenta el área de trabajo (hombre-máquina) en metros cuadrados, el desplazamiento de los operarios en metros lineales teniendo en cuenta las interrelaciones de las áreas involucradas en el proceso de producción de pulpa de fruta, y finalmente el tiempo que fue calculado en minutos.

Tabla 5. Variables de medición

<i>Variable</i>	<i>Tipo</i>	<i>Modalidad</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Descripción</i>
Producción	Dependiente	Cuantitativa	Ton	Permite medir el flujo de producción
Área	Dependiente	Cuantitativa	M ²	Permite medir el área total de la infraestructura de la planta
Desplazamiento	Dependiente	Cuantitativo	Mts	Permite medir el desplazamiento del operario
Tiempo	Dependiente	Cuantitativo	Min	Permite medir el tiempo de producción

Fuente: elaboración propia.

Recolección y análisis

En la etapa 1 se realizó el levantamiento de la información del proceso productivo actual de la planta y su distribución, para ello se realizaron visitas de campo formales con el fin de identificar las condiciones actuales de producción de la empresa Pura Pulpa. El método aplicado utilizado para el levantamiento de la información fue por medio de una encuesta basada en entrevistas dirigidas al personal encargado de cada proceso. Con toda la información recopilada se pudo realizar los diagramas de flujo y sinóptico que sirvieron como soporte de referencia del estado de la planta.

Posteriormente en la etapa 2 se planeó la utilización de metodologías reconocidas desde el ámbito de la ingeniería Industrial que ayudaran a determinar un

diseño de planta que mejorara al actual. Las metodologías escogidas fueron el método guerchet, para ello se realizaron visitas a planta con el fin de tomar las medidas de las superficies de las maquinarias o elementos que hacen parte de cada proceso por departamentos y su interacción con el operario. Con esta información se determinó el área de producción requerida según las dimensiones de las maquinarias existentes en cada uno de los departamentos como también el movimiento a su alrededor de cada operario. De esta forma se logró un mejor diagnóstico de la superficie intervenida de la planta como también aquella área excedente o faltante para optimizar las distancias de recorrido y relación de cada uno de los departamentos. Posteriormente y con la ayuda de la observación de un experto y con la opinión conjunta de cada uno de los operarios de planta se logró la realización de una matriz de relación (chart de relación) de cada una de las actividades en donde se clasificaron por rangos según el flujo de materiales.

Para el diseño final de la propuesta de diseño de planta más factible para la organización, se trabajó con el software Corelap para poder trabajar la información obtenida en cada una de las etapas anteriores. Para el caso del Corelap se ingresaron las áreas por departamentos, el área de la superficie disponible y el chart de relaciones de cada uno de los departamentos. Con esto se logró la información del área total requerida para el nuevo diseño, de cómo debían ir organizados los departamentos en específico. Después con el simulador Flexsim se rueda la producción con tiempos, recursos e insumos simulando la producción basada en el nuevo Layout propuesto en Corelap, con el fin de obtener una información lo más parecido con la realidad de la producción y así estimar tiempos, distancias, volúmenes de producción. Así se pudo obtener un resultado a la presente propuesta de mejora sustentada con técnicas de ingeniería industrial.

Resultados

Etapa I. Describir el estado actual del proceso de la planta de producción de la microempresa pura pulpa mediante visita preliminar.

Pura Pulpa es una microempresa Ubicada en el km 17 vía Puerto López, vereda Vegas del Guayuriba, finca la isla, cuenta con cinco (5) trabajadores operativos y un (1) administrativo, y su actividad principal es la producción y comercialización de pulpa de fruta a nivel regional principalmente Meta, Casanare y Guaviare, con aspiraciones de ampliar el mercado a nivel nacional, desde su creación la empresa no ha realizado una redistribución en el área de producción, aun cuando año a año se ha venido incrementando la demanda y por consiguiente la producción, esto le ha generado inconvenientes con los clientes a la hora de entregar la pulpa de fruta.

Estructura organizacional

La empresa Pura Pulpa está estructurada funcionalmente de la siguiente manera: Departamento de producción, departamento almacenaje, departamento de distribución departamento de compra y venta, se presentó una breve explicación de cada una de las áreas:

Departamento de producción: En esta área es donde se integran las áreas lavado, corte y producción, cuya función principal es la transformación de la fruta en pulpa de fruta. Este departamento cuenta con tres (3) operarios encargados del lavado y corte de la fruta y la manipulación de la maquina despulpadora.

Departamento de almacenaje: En esta área se integran las áreas de almacenaje inicial y final, aquí se reciben los lotes de fruta para su proceso productivo como también para el proceso de distribución. Esta área cuenta con dos (2) operarios cuya tarea principal es el descargue y acomodación de las canastillas de frutas en el área

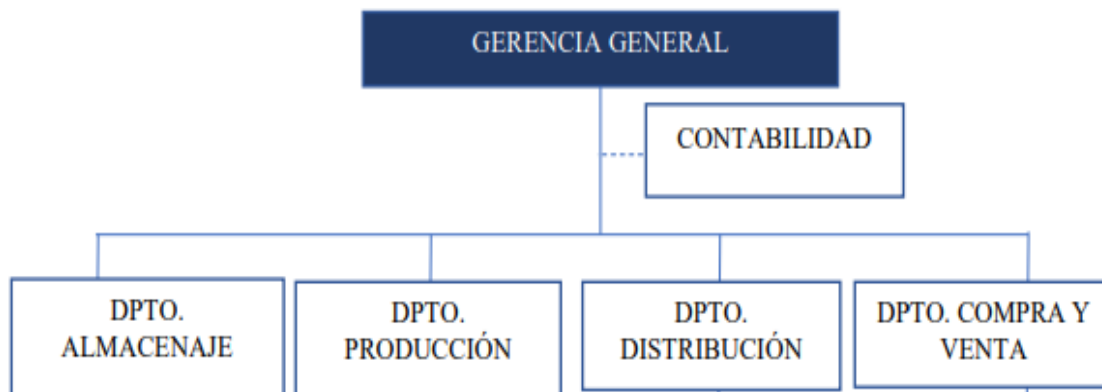
respectiva de almacenaje y llevar control de su inventario de ingreso para el caso del almacenaje inicial. En el almacenaje final se realizan tareas de empacado que la pulpa de fruta de fruta y la debida acomodación en los congeladores, llevando inventario de ingreso y egreso de pulpa de fruta para su posterior entrega a los distribuidores de pulpa de fruta.

Departamento de distribución: Esta Área es un área independiente a la del proceso productivo, encargada de hacer las entrega o ventas de los productos terminados a los diferentes clientes. Actualmente la empresa cuenta con tres (3) vendedores entregadores.

Departamento de compras y ventas: Esta área es la encargada de realizar toda la logística de la cadena de valor, también esta área soporta todas las áreas de producción como un área central administrativa. Esta área la integra un (1) profesional.

Para ello se presenta en la Figura 4 Estructura Organizacional., de la empresa Pura Pulpa:

Figura 4 Estructura Organizacional.



Fuente: Elaboración propia

Maquinaria y Equipos

La maquinaria utilizada en todo el proceso de elaboración que ocupa un espacio determinado durante el proceso de producción de pulpa de fruta se detalla a continuación en la (tabla 5), en la cual se relacionan según las diferentes áreas, así también se detalla su modelo, dimensiones y cantidad.

Tabla 6. Máquinas y equipos de Pura Pulpa.

Equipo o maquinaria	Marca/Modelo	Dimensiones* (m)			Cantidad
		A	L	H	
Area de Almacenaje inicial					
Pesa	Oyster	0.23	0.35	0.12	1
Canastillas	Nacional	0.40	0.60	0.25	40
Area de limpieza					
Mesón en acero inoxidable	Nacional	1.33	3.0	1.55	1
Mesón en acero inoxidable	Nacional	1.33	2.5	1.55	1
Mesón en acero inoxidable	Nacional	1.33	1.5	1.55	1
Mesa de limpieza	Rimax	0.72	0.72	0.72	6
Tinas	CJS	0.00	0.00	0.30	6
Area de producción					
Despulpadora	Caval dotaciones	0.60	0.45	1.40	1
Cocina industrial 2 fogones	Nacional	0.61	1.40	1.45	1
Cocina industrial 3 fogones	Nacional	0.62	2.00	1.45	1
Mesas de trabajo 1	Rimax	0.72	0.72	0.72	3
Mesas de trabajo 2	Rimax	0.72	0.72	0.72	3
Canecas plásticas	Nacional	0.00	0.00	0.32	24
Ollas	Alfusa	0.00	0.00	0.42	6
Area de empackado					
Mesas de trabajo 3	Rimax	0.72	0.72	0.72	3
Mesas de trabajo 4	Rimax	0.72	0.72	0.72	3
Selladora	MAPLAS	0.90	0.75	1.90	1
Pesa	Oyster	0.23	0.35	0.12	1
Area de almacenamiento final					
Canastillas	Gavyventas	0.28	0.41	0.16	24
Congelador	Electrolux	0.55	0.91	0.84	2

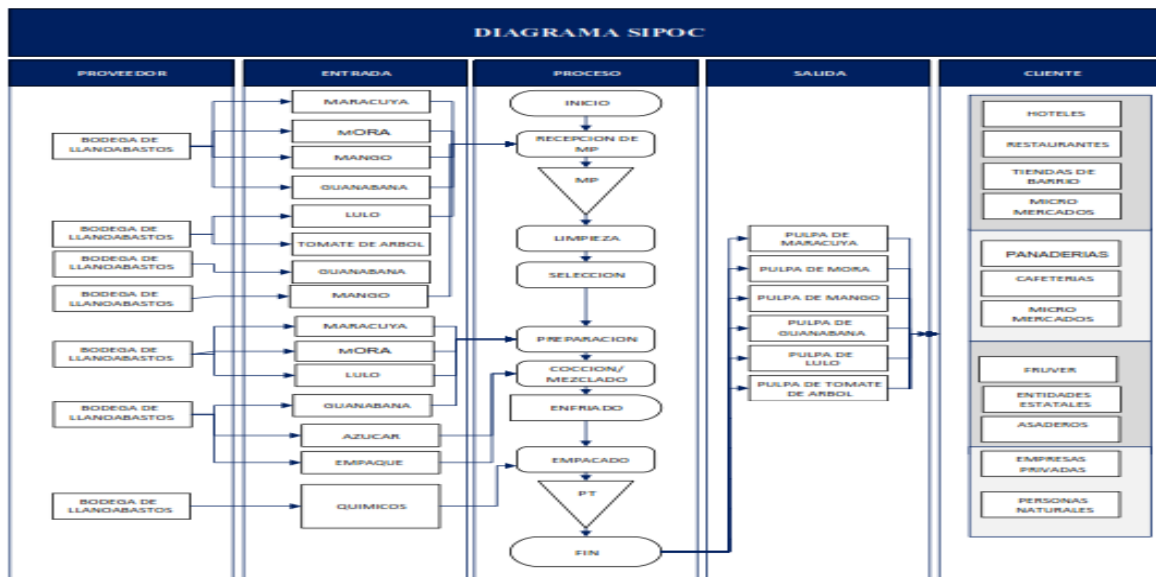
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior existe gran inventario de canastillas, canecas de plástico y mesas de trabajo Rimax en cada una de las áreas.

Diagrama SIPOC

A continuación, se presenta el diagrama SIPOC. En el cual se muestran los proveedores, entradas, proceso, salida y clientes de la empresa.

Figura 5. Diagrama SIPOC Pura Pulpa



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el diagrama encontramos una caracterización de toda la cadena de abastecimiento de la empresa Pura Pulpa. Aquí una resumida imagen para demostrar todos los procesos desde la identificación de proveedores hasta la entrega a clientes finales.


Proceso de producción

Para la elaboración de la pulpa de fruta se realiza las siguientes operaciones:

Recepción de materia prima

Se recibe y verifica el estado de la materia prima, se separan todas las frutas en mal estado, tanto por golpes como por roturas de las cáscaras, las sobre maduras y las verdes. Las frutas con imperfecciones se eliminan del proceso de elaboración de pulpas.

Tabla 7. Requerimientos del personal de planta


Requerimientos del personal de planta	
Se necesita un espacio más grande en mesas y con puestos de trabajo a la altura adecuada, con sillas adecuadas para un proceso más rápido y eficiente.	
Se necesita un área de almacenamiento de la materia prima, en canastas plásticas sobre estibas.	
Igualmente es necesaria una Banda transportadora de selección para pasar la fruta al siguiente proceso.	

Fuente: elaboración propia.

Lavado

La fruta seleccionada debe someterse a un proceso de lavado en que se retiren las partes que constituyen suciedad, tales como tierra, barro, hojas, entre otras. Esta operación se hace mediante la inmersión de la fruta en agua potable y se cepilla vigorosamente (en el caso del Maracuyá), así las frutas quedan exentas de cualquier material extraño, adherido a su superficie. Se eliminan manualmente los pecíolos y cálices (mora) o los trozos de tallo.

Tabla 8. Requerimientos del personal de planta lavado

Requerimientos del personal de planta	
se necesita un proceso de prelavado y desinfección de la fruta mediante el proceso de inmersión en una solución desinfectante. Se podría utilizar una lavadora de inmersión.	
Igualmente es necesario automatizar y darle una mayor velocidad a este proceso mediante una lavadora de cepillos	

Fuente: elaboración propia.

Corte y Separación

Frutas como el maracuyá necesitan cortarse y separar la pulpa antes de introducirse a la máquina despulpadora. Las demás frutas como el mango se cortan las frutas manualmente.

Figura 6. Corte y separación



Fuente: elaboración propia

Despulpado

Permite separar la pulpa o parte comestible de las frutas, de las cáscaras, semillas y otros residuos. Después entra a una despulpadora cuyo objetivo es separar la cáscara, quedando por otro lado la pulpa con la semilla. Dependiendo del tipo de proceso industrial se puede separar en la misma etapa la cáscara y la semilla, quedando la pulpa lista. (Morales Robles, Zabaleta Polo, & Diaz Avila, 2015)

Tabla 9. Requerimientos del personal de planta despulpado

Requerimientos del personal de planta

La máquina despulpadora es muy básica, se necesita aumentar la capacidad de producción.



Fuente: elaboración propia.

Empaque

El producto es vertido a un tanque, el cual tiene una válvula manual que permite la dosificación de la pulpa. El producto es empacado en bolsas de polietileno, selladas correctamente sin exceso de aire; las cuales estarán impresas con el sabor y la fecha de vencimiento indicadas. Las pulpas se empacan en bolsas de polietileno calibre 3 controlando que el peso sea de 125, 250 y 500 gr respectivamente.

Tabla 10. Requerimientos del personal de planta empaque

Requerimientos del personal de planta	
<p>-Se requiere una máquina empacadora la vacío para sellar las bolsas. -Se requiere aumentar la capacidad del tanque.</p>	

Fuente: elaboración propia.

Almacenamiento

La conservación de las pulpas por congelación depende esencialmente de dos factores: (a) Por debajo de -8°C los microorganismos no se multiplican, (b) Por debajo de 0 grados centígrados van desapareciendo las reacciones bioquímicas, cuanto más baja sea la temperatura, menor son las reacciones de alteración.

Hay sin embargo microorganismos psicrófilos que crecen por debajo de 0°C pero no por debajo de -8°C . La temperatura normal de almacenamiento esta entre los -10°C y -20°C con objeto de mantener la textura, aroma y color de la pulpa. (Morales Robles, Zabaleta Polo, & Diaz Avila, 2015)

Debido a la producción constante de fruta en el año, se hace necesario procesar y almacenar toda la materia prima que llega a la planta, para luego obtener la pulpa, conservarla, almacenarla y posteriormente ser vendida o empleada en procesos de elaboración que generen valor agregado.

Tabla 11 Requerimiento del personal de planta almacenamiento

Requerimientos del personal de planta

Se requiere la construcción de un cuarto frío para aumentar la capacidad de almacenamiento.

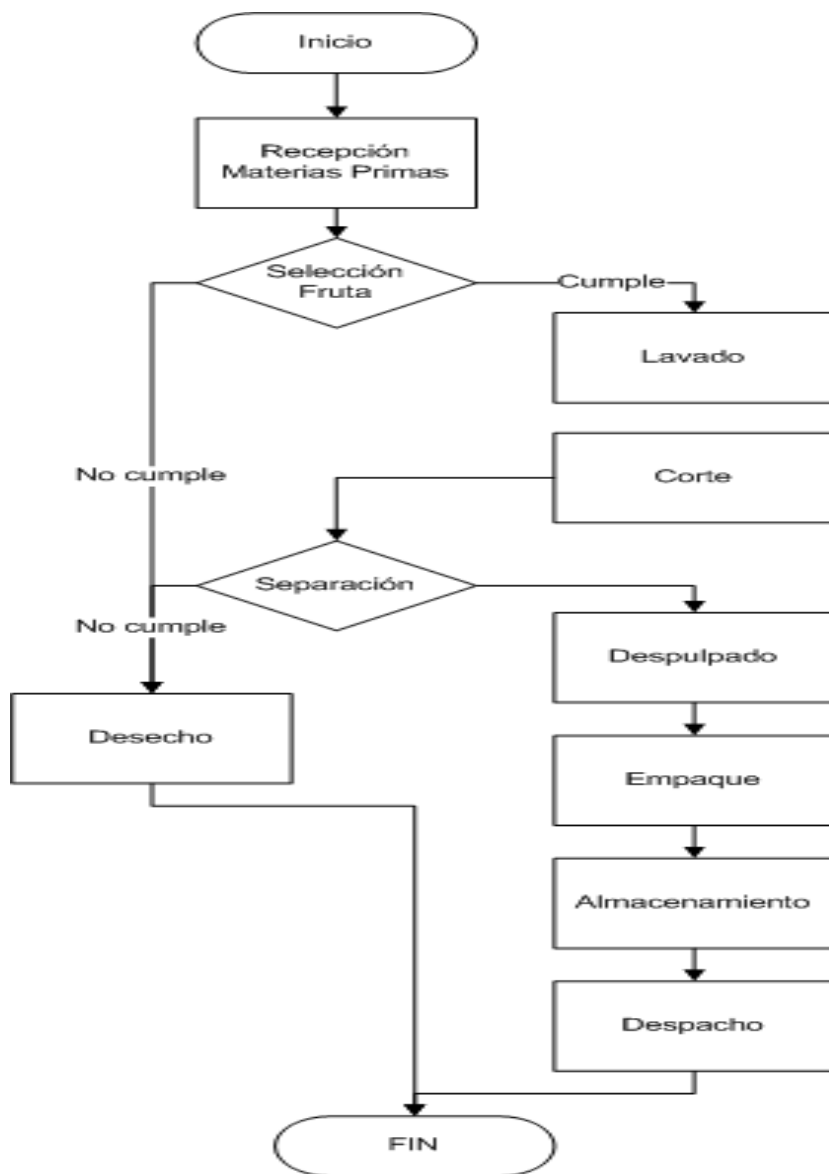


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de flujo actual

En el diagrama de flujo actual se puede identificar claramente de inicio a fin el proceso productivo de pulpa de fruta de la empresa Pura Pulpa. Los rectángulos significan actividades principales del proceso productivo como por ejemplo (Recepción de materia prima, lavado, corte, empaque, almacenamiento final y despacho) y el rombo que significa decisión, en donde para la actividad de corte se revisa si la fruta viene dañada y no puede seguir con el proceso de despulpado.

Figura 7. Diagrama de flujo actual

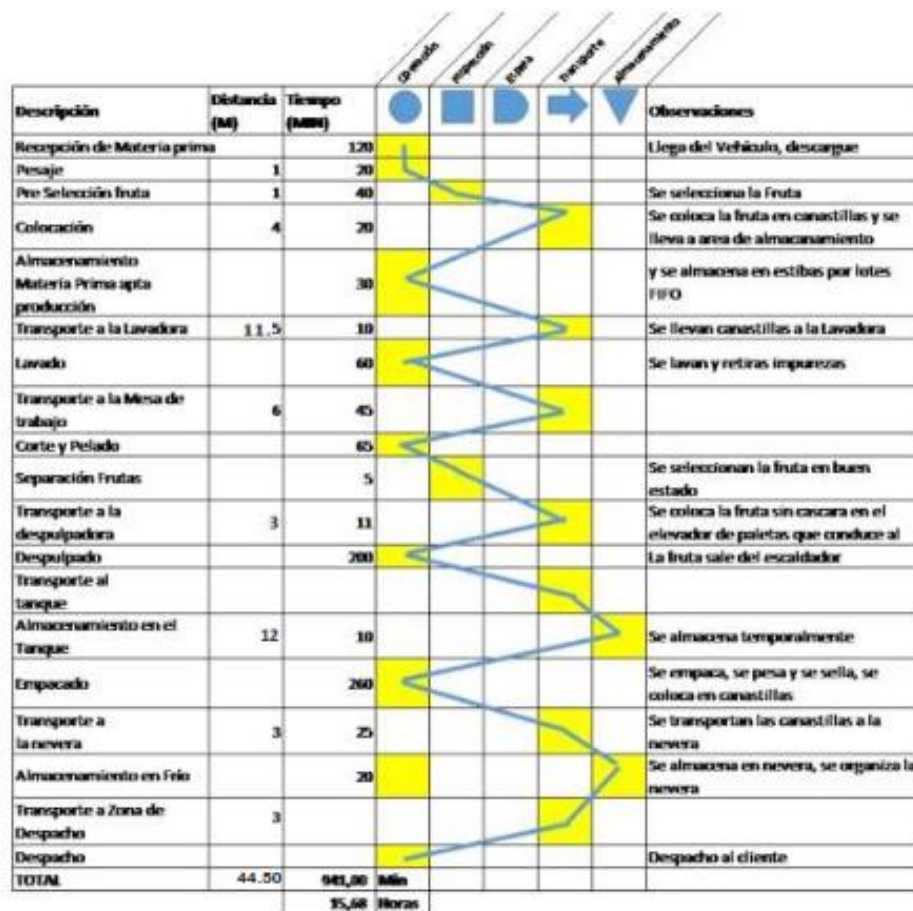


Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico Proceso actual

Al analizar el diagrama encontramos que la distancia recorrida para el proceso productivo de pulpa de fruta es de 44.5 Metros y que el tiempo empleado para dicho proceso es de 941 Minutos.

Figura 8. Cursograma analítico actual.



Fuente: elaboración propia.

Actividades críticas del proceso de producción

La empresa Pura Pulpa cuenta con áreas de recepción de materias primas, lavado, Corte y separación, despulpado, empaque y almacenamiento, lo cual en el proceso de la elaboración de pulpa de fruta genera diversos inconvenientes como la falta de personal operativo cuando se eleva la productividad en las áreas de recepción de materia prima, lavado y corte lo cual genera retrasos para continuar la siguiente operación. A su vez la falta de herramientas adecuadas y la mala manipulación de estas, hacen que el operario se demore en su trabajo.

Dificultad de espacio en lugar de trabajo

Es muy notoria ya que para realizar las actividades cotidianas no se tiene el espacio suficiente e incluso se improvisa lugares de trabajo para realizar actividades como para el armado de las pulpas de fruta.

Figura 9. Evidencia de carencia de espacio en el lugar de trabajo.



Fuente: elaboración propia

Congestión durante el traslado de material

Es frecuente, por falta de organización y distribución de los materiales como canecas, mesas o sub productos que están en lugares que no le corresponden obstaculiza el camino para trasladar los sub productos a los diferentes puestos de trabajo.

La distribución de la planta es desorganizada

La distribución se hizo de una manera empírica, sin tener en cuenta los riesgos que se pueden producir al juntar dos áreas como el área de recepción de materia prima,

lavado y corte, esto genera un peligro ya que puede generar un riesgo al personal encargado de esas áreas, a su vez no se tiene un tipo de distribución establecido.

Recorridos innecesarios durante el proceso

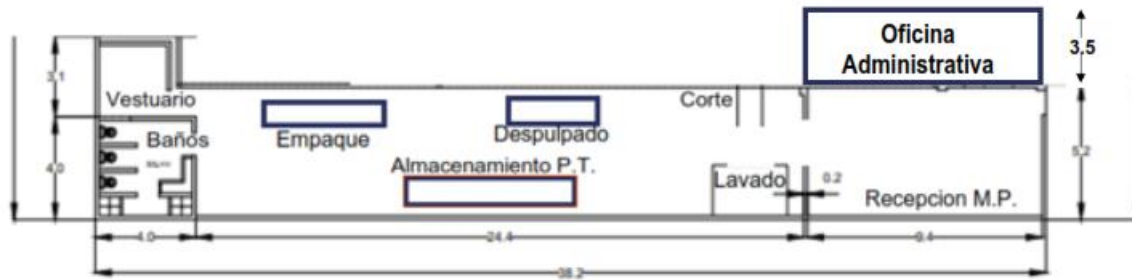
Por las distancias prolongadas que existen entre las áreas de recepción de materia prima, lavado y corte con las áreas despulpado empaque y almacenamiento que se tienen, se debe hacer recorridos adicionales durante el proceso de fabricación.

Maquinaria y equipos mal ubicados

Las maquinas no cumplen con las distancias y separaciones respectivas que debe existir, por ahorrar espacio algunas máquinas están juntas e incluso obstaculizan a los técnicos operativos a realizar sus funciones.

En segundo lugar, se realizó un análisis de la situación de la empresa, mediante la utilización de técnicas con el fin de detectar el estado actual respecto a su distribución. Para poder solucionar el problema determinado, el cual consistió en el retraso de la entrega de los productos terminados, se utilizó tres tipos de metodologías; la primera metodología fue el método Guerchet que nos proporcionó la dimensión teóricamente de cada área en metros cuadrados que involucra la separación entre, máquinas y movimientos que se pueden generar ya sea, para realizar las actividades del proceso o como realizar los mantenimientos correspondientes luego se empleó el método SLP que al criterio del experto y con ayuda de una tabla de valores se diseñó la distribución de áreas de todo el proceso y por último el método CORELAP para convertir nuestros resultado en una forma cuantitativa.

Figura 10. Layout de Pura Pulpa.



Fuente: elaboración propia.

En el diseño de planta de la empresa Pura Pulpa se puede identificar los diferentes departamentos y las dimensiones de la planta actual. El proceso empieza desde la recepción de la materia prima y termina con el almacenamiento de producto terminado, el cual debe ser transportado al área de recepción de materia prima para ser despachado y entregado a los distribuidores.

Etapas II. Analizar la situación de la empresa a través de técnicas que permitan determinar su estado actual respecto a su distribución encontrada.

Aplicación del Método Guerchet

Una vez se tuvo las dimensiones (largo, ancho) y los números de movimientos se procede a realizar el método Guerchet con la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Superficie Total

$$ST = n (Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St = Superficie Total

n = Número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Ss = Superficie Estática

Sg = Superficie de Gravitación

Se = Superficie de Evolución

Para poder determinar la superficie estática (S_s), que es el área neta a cada elemento a reducir (maquinas, muebles, instalaciones, etc). (Caicedo Cantos, Repositorio UG, 2019)

$S_s = L * A$, siendo L el largo y A el ancho.

Para poder determinar la superficie gravitacional (S_g), que es el área reservada para el manejo de la máquina y para los materiales en proceso. (Caicedo Cantos, Repositorio UG, 2019)

$$S_g = S_s * N$$

Para poder determinar la superficie de evolución (S_e), que es el área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las áreas de trabajo. Se obtiene de multiplicar el coeficiente K por las sumas de S_g y S_e respectivamente.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

Industria de alimento 0.05 a 0.15, luego ya con la recolección de datos de cada máquina o elemento que ocupa un lugar en el puesto de trabajo, se reemplaza en las fórmulas para determinar el área requerida por cada puesto de trabajo y del total del área requerida.

Figura 1. Cálculo de Superficie

		Formato Calculo de Superficie					Fecha: 21 de noviembre de 2020							
Observador		Windy Ardilla												
Fecha		21/11/2020												
Hora de Inicio		7:00 a.m.												
		Kmin		0,05		"K" coeficiente								
		Kmax		0,15										
AREA	MAQUINARIA/EQUIPO/MUEBLES	CANTIDAD	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO (m)	N	Ss	Sg	Se min	Se max	ST Min	ST Max	
Almacenaje Inicial	Pesa	1	0,35	0,12	0,23		1	0,08	0,08	0,01	0,02	0,17	0,19	
	Canastilla	40	0,6	0,25	0,40		4	0,24	0,96	0,06	0,18	50,40	55,20	
												Total	50,57	55,39
Limpieza de la Fruta	Meson en acero inoxidable 1	1	3,00	1,55	1,30		2	3,90	7,80	0,59	1,76	12,29	13,46	
	Meson en acero inoxidable 2	1	2,50	1,55	1,30		2	3,25	6,50	0,49	1,46	10,24	11,21	
	Meson en acero inoxidable 3	1	1,50	1,55	1,30		2	1,95	3,90	0,29	0,88	6,14	6,73	
	Mesa de limpieza	5	0,72	0,72	0,72		4	0,52	2,07	0,13	0,39	13,61	14,90	
	Tinas	5	0,60	0,30	0,60		4	0,36	1,44	0,09	0,27	9,45	10,35	
												Total	51,72	56,65
Produccion	Despulpadora	1	0,45	1,4	0,60		4	0,27	1,08	0,07	0,20	1,42	1,55	
	Cocina industrial 2 Fogones	1	1,4	1,45	0,61		1	0,85	0,85	0,09	0,26	1,79	1,96	
	Cocina industrial 3 Fogones	1	2	1,45	0,62		1	1,24	1,24	0,12	0,37	2,60	2,85	
	Mesa de trabajo 1	3	0,72	0,72	0,72		4	0,52	2,07	0,13	0,39	8,16	8,94	
	Mesa de trabajo 2	3	0,72	0,72	0,72		4	0,52	2,07	0,13	0,39	8,16	8,94	
	Ollas	6	0,50	0,42	0,50		4	0,25	1,00	0,06	0,19	7,88	8,63	
	Canecas Plasticas	24	0,30	0,32	0,30		4	0,09	0,36	0,02	0,07	11,34	12,42	
												Total	41,36	45,30
Empacado	Mesas de trabajo 3	3	0,72	0,72	0,72		4	0,52	2,07	0,13	0,39	8,16	8,94	
	Mesas de trabajo 4	3	0,72	0,72	0,72		4	0,52	2,07	0,13	0,39	8,16	8,94	
	Selladora	1	0,75	1,9	0,9		1	0,68	0,68	0,07	0,20	1,42	1,55	
	Pesa	1	0,35	0,12	0,23		1	0,08	0,08	0,01	0,02	0,17	0,19	
												Total	17,916	19,622
Almacenamiento Final	Canastilla	24	0,6	0,25	0,40		4	0,24	0,96	0,06	0,18	30,24	33,12	
	Congelador	2	0,91	0,84	0,55		1	0,50	0,50	0,05	0,15	2,10	2,30	
												Total	32,34	35,42

193,91 212,38

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, para determinar el área total de producción se suman las áreas de almacenaje Inicial, limpieza de la fruta, producción, empacado, almacenamiento final.

Figura 12. Área mínima y máxima según método Guerchet

Áreas de trabajo	Áreas resultantes	Áreas resultantes
	mínima m2	máxima m2
Almacenaje inicial	50.57	55.39
Limpieza de la fruta	51.72	56.65
Producción	41.36	45.30
Empacado	17.91	19.62
Almacenamiento	32.34	35.42
Total	193.91	212.38

Fuente: Elaboración propia

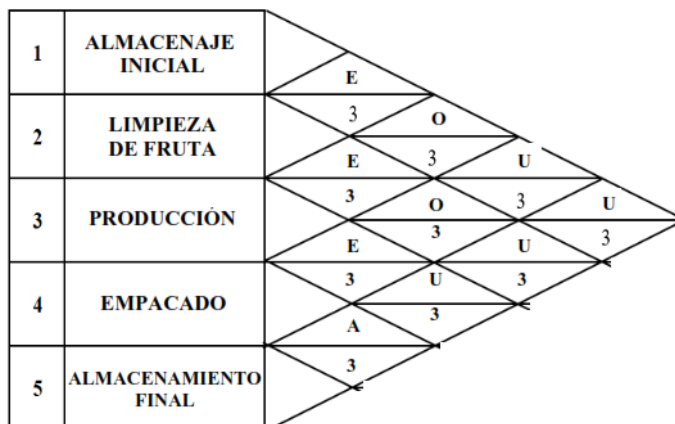
Según los resultados obtenidos basado en el método de Guerchet, el área resultante como mínimo es de 193.91 m² y como máximo a emplear es de 212.38 m² para el área de producción de la empresa Pura Pulpa.

Aplicación de la metodología SLP

Se realizó la metodología Planificación Sistemática del Diseño, Systematic Layout Planning o también conocido como el SLP, en donde se hizo un análisis bajo el criterio propio del observador de cada proceso que interviene en la elaboración de la pulpa de fruta y según cada caso presentado se dio un resultado, se llegó al consenso de la importancia de cada proceso, con la opinión conjunta de cada uno de los operarios de la planta actual y se empezó a utilizar las tablas que intervinieron en esta metodología según base de los autores mencionados en el marco teórico.

En el resultado final se obtuvo toda la matriz de acuerdo a las evaluaciones dadas para su desarrollo, dando como resultado final al diagrama mostrado, la cual servirá de apoyo e ingreso de información en el algoritmo CORELAP, ya que allí se hará el uso de la matriz rellena y fue de gran importancia.

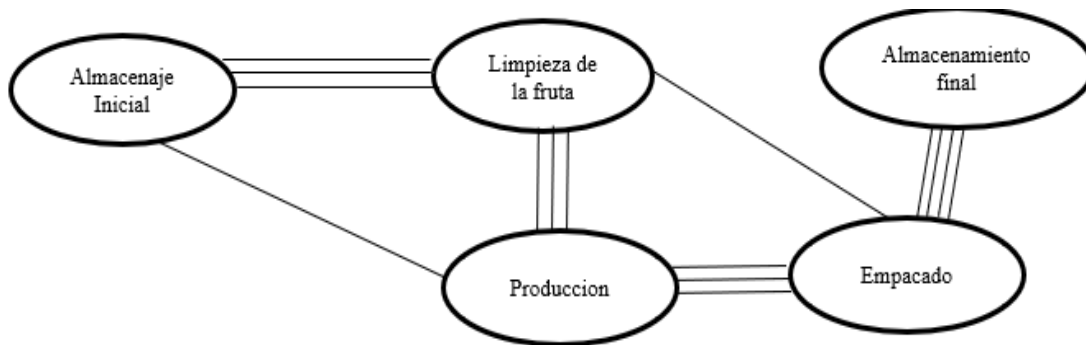
Figura 2. Resultado de la metodología SLP.



Fuente: elaboración propia.

Diagrama final de ubicaciones de según la metodología SLP, para que se lleve a cabo este programa se tuvo que realizar según la tabla de proximidades utilizando la tercera columna para el desarrollo del diagrama. (Torres Soto, Florez Peña, Sanchez, & Castañeda, 2020)

Figura 3. Distribución de planta según metodología SLP



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la distribución de planta según metodología SLP, se obtiene un diagrama relacional en donde la relación más significativa se encuentra entre el departamento de empacado y almacenamiento final de producto terminado, siendo esta relación de tipo A (absolutamente necesaria representada por 4 líneas) de acuerdo a la cantidad de flujo que existe entre esas áreas. Seguidamente encontramos las relaciones lógicas de acuerdo la naturaleza del proceso entre el almacenaje inicial hasta empacado, siendo esta relación de tipo E (especialmente importante representada con 3 líneas) de acuerdo a la cantidad de flujo que existe a través del proceso productivo y finalmente se encuentra dos relaciones de tipo I (importante representada con 1 línea), entre el área de almacenaje inicial y de producción y el área de limpieza y de empacado, siendo esta relación importante de acuerdo al flujo de material de estas áreas y que su proximidad y relación es importante tener en cuenta con un grado menor a las anteriores mencionadas, las relaciones de tipo A y E.

Aplicación de la metodología SLP

Figura 45. Aplicación metodología de relación de los departamentos.

TIPO DE PRODUCTO	Maracuya	Mango	Guanabana	Mora	Tomate Arbol	Lulo	promedio
PRODUCCION MENSUAL (Kg)	750	375	375	250	60	150	327
	A	A	A	A	A	A	
	L	L	P	P	L	L	
	P	P	E	E	P	P	
	E	E	T	T	E	E	
	T	T			T	T	

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos se encuentra que el flujo de material más significativo es el de la pulpa de fruta de maracayá con 750 kg al mes, seguido del mango y la guanábana con 375 kg. Lo anterior para poder identificar por medio de una matriz la relación según su importancia de acuerdo al grado de fluidez del material de producción.

Figura 56. Flujo de material apoyado en matriz origen – destino.

TABLA O/D	A	L	P	E	T
A	0	1335	625	0	0
L	0	0	1335	625	0
P	0	0	0	1335	0
E	0	0	0	0	1960
T	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la matriz origen destino se puede consolidar la información según la relación de acuerdo a las cantidades de material que va de un departamento a otro. Para el caso de la guanábana y la mora, son frutas que no requieren pasar por un proceso de limpieza en la planta ya que el proveedor las entrega en sitio ya listas para el proceso de producción de acuerdo a la adecuada manipulación por parte del proveedor.

Figura 6. Cálculo de costo de transporte.

MOVIMIENTO	W	D/M	C	Ct
A L	1335	11,5	\$ 25	\$ 383.813
A P	625	11,5	\$ 25	\$ 179.688
L P	1960	3	\$ 25	\$ 147.000
P E	625	12	\$ 25	\$ 187.500
P E	1336	12	\$ 25	\$ 400.800
E T	1960	3	\$ 25	\$ 147.000

Fuente: elaboración propia.

El costo total por el desplazamiento del flujo del producto a cada uno de los departamentos es de \$1.445.800 pesos, en otras palabras, lo que cuenta mover las cargas unitarias en donde las distancias están en metros lineales D/M y que para mover un (1) metro le cuesta a la empresa Pura Pulpa \$25.

Figura 7. Análisis de las relaciones de las actividades.

ANÁLISIS DE LAS RELACIONES DE LAS ACTIVIDADES		
FLUJO MAYOR	1960	
INTERVALO	392	
1960 - 1568	A	Absolutamente necesaria
1567 - 1176	E	Especialmente importante
1175 - 784	I	Importante
783 - 392	O	Ordinaria
391 - 0	U	Sin importancia

Fuente: elaboración propia.

Para el caso anterior encontramos los rangos (A,E,I,O y U), los cuales resultan de dividir el flujo mayor en las 5 categorizaciones obteniendo un intervalo de 392 por cada criterio.

A continuación, se presenta el diagrama relacional de cada una de los procesos de producción que involucran los seis productos de pulpa de fruta de la empresa Pura Pulpa.

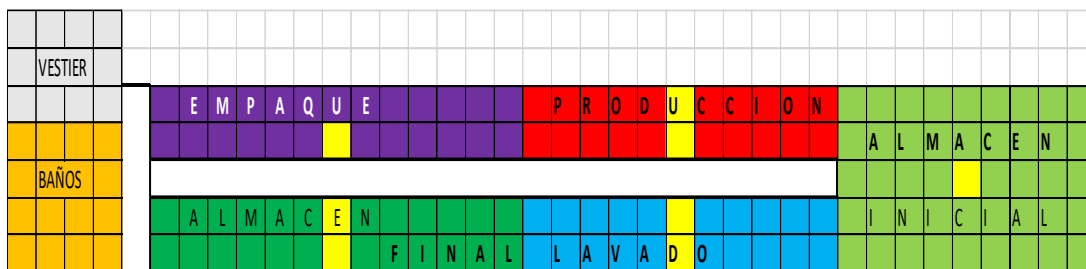
Figura 8. Diagrama relacional de actividades.

DESARROLLO DEL DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES					
	A	L	P	E	T
A		E	O		
L			E	O	
P				E	
E					A
T					

Fuente: elaboración propia.

Al establecer los rangos según el flujo de material, se reemplaza en el diagrama relacional de los departamentos, obteniendo un cuadro multicriterio según la escala de importancia propuesta en el estudio.

Figura 9. Layout.



Fuente: elaboración propia.

Al revisar la información de las distancias de los departamentos en el diagrama sinóptico se realizó un Layout tomando como base los centroides de cada área.

Etapa III. Proponer la redistribución de la planta que satisfaga las necesidades encontradas, mediante la utilización de metodologías de distribución.

Finalmente, una vez obtenido el Layout óptimo se prosigue a la propuesta de una redistribución de la planta que satisfaga las necesidades encontradas, mediante la utilización de la metodología de distribución en planta (Corelap) que ayude a optimizar dicha distribución. La herramienta utilizada es el software Corelap en donde se ingresarán los datos obtenidos en los estudios anteriores.

Una vez descargada el programa Corelap 1.0, se da en nuevo para entrar al programa tal como se ve a continuación.

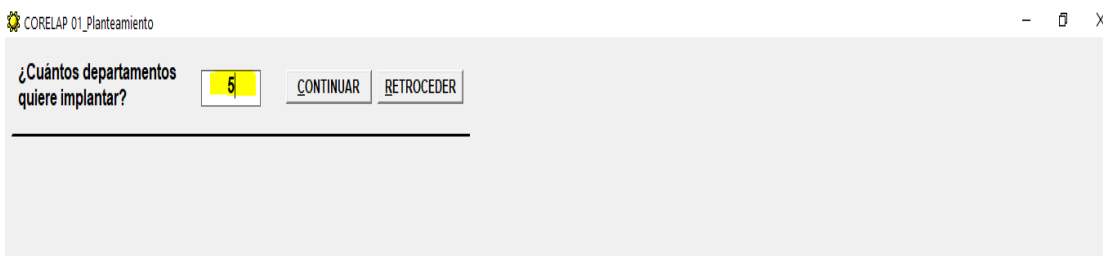
Figura 21. Ingreso al programa Corelap 1.0.



Fuente: elaboración propia.

Después de hacer clic en nuevo aparece una ventana que da la opción de escribir el número de departamentos que se desea implantar, para este caso se pretende implantar 5 departamentos, luego clic en continuar.

Figura 10. Ventana cantidad de departamentos.




Fuente: elaboración propia.

Luego de insertar los 5 departamentos que intervienen en la fabricación de las Pulpas de Fruta, se escriben los nombres de los cinco (5) departamentos, el tamaño por

departamentos en metros cuadrados determinados por el método Guerchet, ya que allí se realizó un breve estudio del espacio ocupado por todas las maquinarias, equipos y herramientas. También se diligencia el cuadro de la superficie disponible con la que cuenta la empresa Pura Pulpa.

Figura 11. Ventana nombre de departamentos y su relación.

 CORELAP 01_Planteamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1		
2		
3		
4		
5		

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Ventana diligenciada.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Almacén Inicial	50,57
2	Lavado	51,72
3	Producción	41,36
4	Envasado	17,91
5	Almacén Final	32,34

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	6
E =	5
I =	4
O =	3
U =	2
X =	1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Fuente: elaboración propia.

Se colocó el total de superficie disponible dentro del área de producción de pulpa de fruta, teniendo en cuenta la figura 9, la cual representa el dibujo CAD, de las medidas actuales de la planta de Pura Pulpa, luego se dio clic en continuar.

Figura 13. Ingreso de datos según SLP al Corelap 1.0.

CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5
1	Almacén Inicial	50,57		E	O	U	U
2	Lavado	51,72			E	O	U
3	Producción	41,36				E	U
4	Envasado	17,91					A
5	Almacén Final	32,34					

Fuente: elaboración propia.

Una vez ingresados los datos de las relaciones obtenidas del estudio del SLP, se procede dar clic en seguir.

Figura 14 Presentación de resultados según Corelap 1.0.

CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

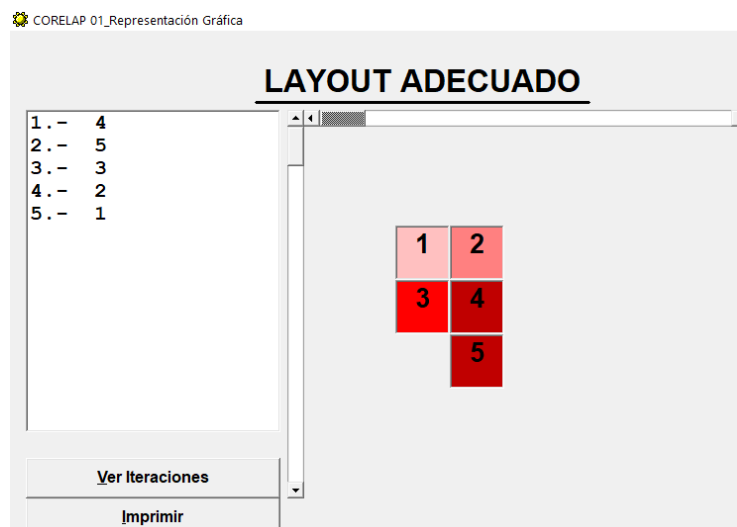
Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Envasado	16	17,91
2.-	Lavado	15	51,72
3.-	Producción	15	41,36
4.-	Almacen Inicial	12	50,57
5.-	Almacen Final	12	32,34

Calcular Iteraciones
 Superficie Requerida < Superficie Disponible
 Superficie Requerida: 193,9
 Superficie Disponible: 209

Fuente: elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la figura anterior, el programa ordena los departamentos de acuerdo a su importancia, también aparecen los resultados TCR, datos obtenidos del cálculo de las iteraciones del Corelap, como también la superficie requerida. Después se dio clic en solución gráfica.

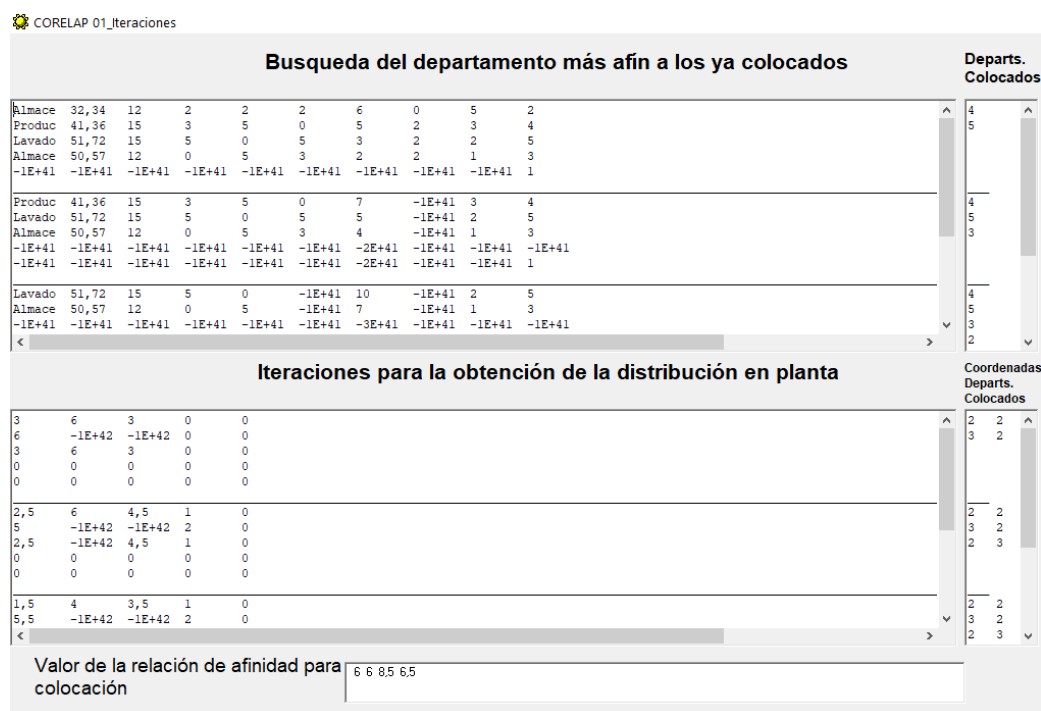
Figura 15. Layout adecuado según Corelap 1.0.



Fuente: elaboración propia.

El software presenta un Layout adecuado, significando que según los datos ingresados y basado en un algoritmo multicriterio, el software presenta un modelo de diseño de cómo deben ir organizados los departamentos según escala de 1 a 5, siendo el primer orden (almacén inicial), seguido del (almacén final), en tercer lugar, se encuentra el área de producción, en cuarto lugar, el área de lavado y el ultimo grado del diseño propuesto es el almacén final. Se logra ver una reorganización de las áreas quedando más distantes el área de envasado con el área de almacén final, pero presenta más proximidad entre las áreas almacén inicial, lavado y producción.

Figura 16. Iteración 1 según Corelap 1.0.



Fuente: elaboración propia.

Entre los cálculos del software Corelap se puede identificar el algoritmo con que el programa calcula la relación de afinidad incorporando valores de áreas de los departamentos y el área total requerida, hasta encontrar la mejor afinidad para la colocación según coordenadas de los departamentos 4, 5, 3,2.

Figura 17. Iteración 2 según Corelap 1.0.

CORELAP 01_iteraciones

Busqueda del departamento más afin a los ya colocados										Departs. Colocados
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-2E+41	-1E+41	-1E+41	1	
Lavado	51,72	15	5	0	-1E+41	10	-1E+41	2	5	4
Almacé	50,57	12	0	5	-1E+41	7	-1E+41	1	3	5
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	3
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	2
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-3E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1
Almacé	50,57	12	0	-1E+41	-1E+41	12	-1E+41	1	3	4
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	5
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	3
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	2
-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-4E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1

Iteraciones para la obtención de la distribución en planta					Coordenadas Departs. Colocados
1,5	4	3,5	1	0	2 2
5,5	-1E+42	-1E+42	2	0	3 2
6,5	-1E+42	-1E+42	1	0	2 3
2,5	5	2,5	0	0	3 3
0	0	0	0	0	
1	3	3	1	0	2 2
3,5	-1E+42	-1E+42	4,5	0	3 2
4	-1E+42	-1E+42	6	0	2 3
1,5	5,5	-1E+42	2,5	0	3 3
0	0	0	0	0	3 4

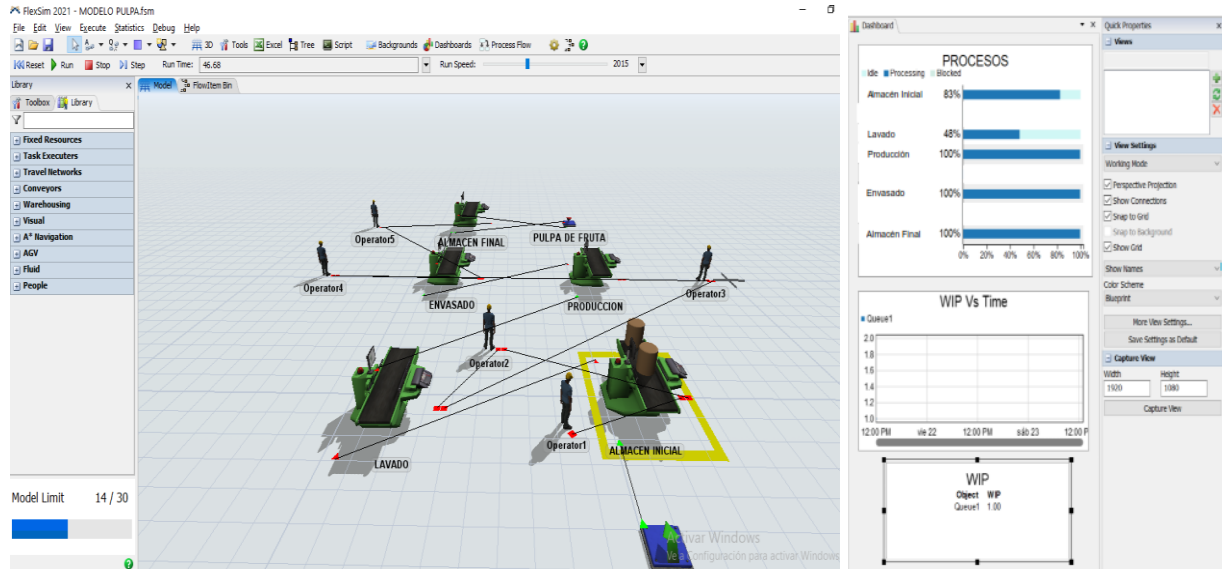
Valor de la relación de afinidad para colocación: 6 6 8,5 6,5

Fuente: elaboración propia.

Entre los cálculos del software Corelap se puede identificar el algoritmo con que el programa calcula la relación de afinidad incorporando valores de áreas de los departamentos y el área total requerida, hasta encontrar la mejor afinidad para la colocación según coordenadas de los departamentos 4, 5, 3, 2,1.

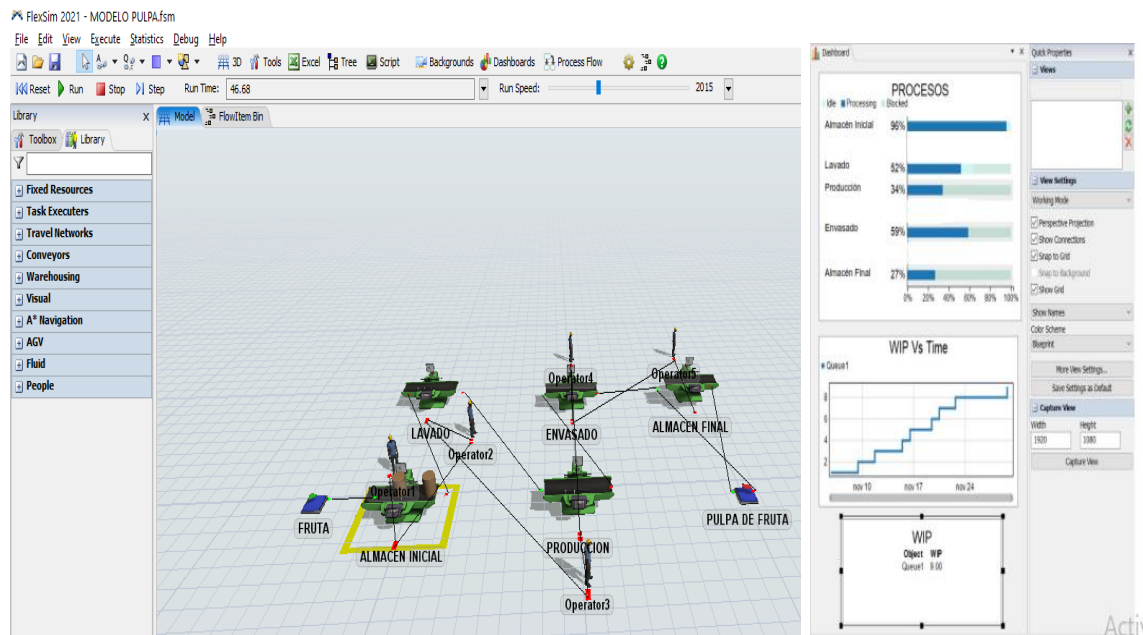
Empleando los parámetros y el Layout sugerido por la metodología Corelap, se simulo con el software Flexsim asemejándose lo más posible a la realidad con los datos, tiempos y movimientos tomados previamente en la empresa Pura Pulpa.

Figura 30. Resultado según Corelap Layout, por una semana.



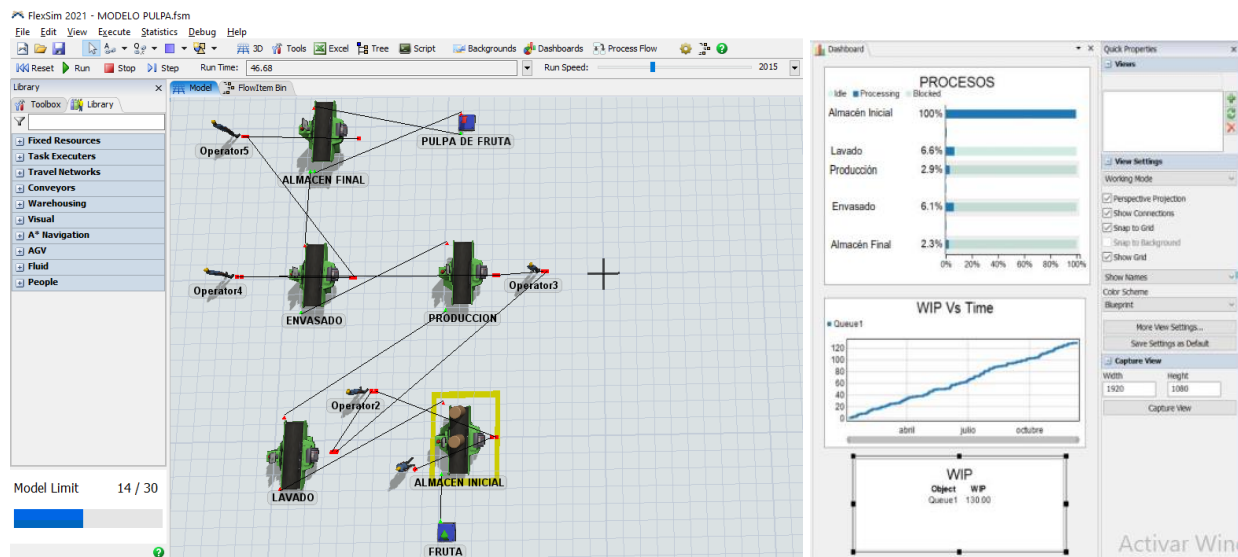
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Resultado según Corelap Layout, por un mes.



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Resultado según Corelap Layout, por un año.



Fuente: elaboración propia.

Según los datos arrojados por Flexsim una vez simulado los procesos y toma de tiempos asemejándose los mas cercano a la realidad según la ubicación de las respectivas áreas propuesta por la metodología Corelap, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 19. Resúmenes de resultados según Corelap Layout, en el simulador Flexsim.

Resultados de la producción de la planta	
Pura Pulpa	
Tiempo	Cantidad Producida (Toneladas)
1 semana	1
1 mes	9
1 año	130

Fuente: elaboración propia.

Análisis de los resultados

Una vez simulados los procesos de la empresa pura pulpa, basados principalmente en la información recolectada para el desarrollo de cada una de las

metodologías aquí propuestas en el presente trabajo y que después de la propuesta obtenida por la metodología Corelap de una mejor ubicación de las áreas pertenecientes a los procesos se procedió a comparar el flujograma anterior con los datos de distancia y tiempos recolectados con las nuevas distancias según el Layout encontrados. A continuación, se muestra tabla comparativa:

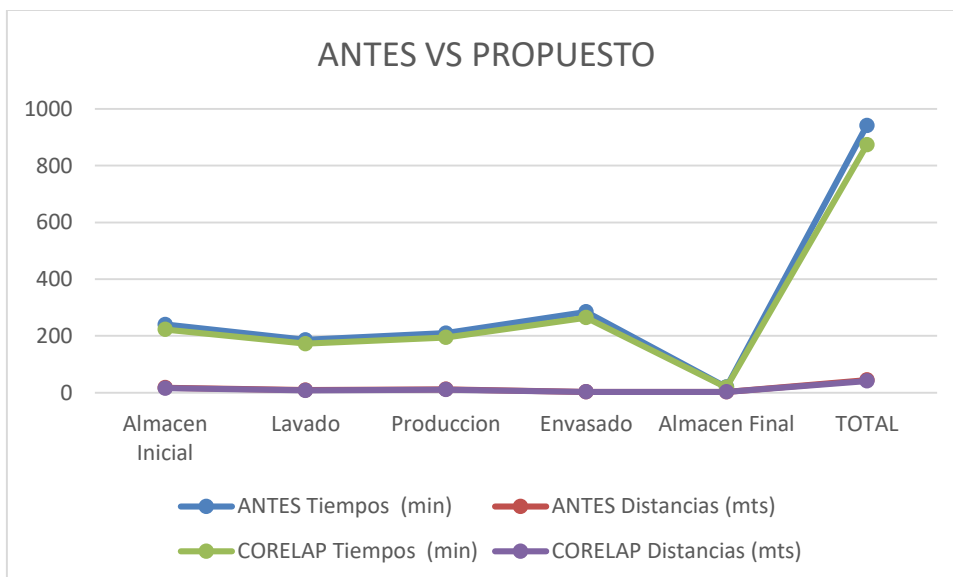
Figura 20. Comparativo de tiempos y distancias.

COMPARATIVO DE TIEMPOS Y DISTANCIAS					
AREA	ANTES		Velocidad = $d/(t*60)$	CORELAP	
	Tiempos (min)	Distancias (mts)		Tiempos (min)	Distancias (mts)
Almacen Inicial	240	17,5	0,001215278	222,66	16,2
Lavado	186	9	0,000806452	172,56	8,3
Produccion	210	12	0,000952381	194,83	11,1
Envasado	285	3	0,000175439	264,41	2,8
Almacen Final	20	3	0,002500000	18,56	2,8
TOTAL	941	44,5		873,0	41,3
		100%			92,8%

Fuente: elaboración propia.

En el comparativo del Antes vs. Corelap se puede identificar como los tiempos y las distancias de cada proceso se redujeron significativamente, lográndose más eficiencia en la distribución del diseño propuesto en el presente estudio.

Figura 21. Variaciones de las distancias recorridas y tiempos.



Fuente: elaboración propia.

Según la gráfica anterior se comparó los resultados de las distancias como también los tiempos recolectados en el diagnóstico antes y post metodología Corelap. En cuanto a la metodología Corelap la distancia recorrida es de 41.3 metros valor que redujo 3.2 metros de recorrido al que se había encontrado preliminar en el cursograma analítico, distancia que influye significativamente en los tiempos de cada proceso por eso se observa una reducción en el tiempo de producción de 68 min, que hace que la producción por semana sea de una (1) tonelada en comparación con los 327 kilos que se producían por semana, este aumento significativo en los indicadores hacen que nuestra propuesta de redistribución genere interés en la empresa Pura Pulpa en reorganizar las áreas de trabajo con el fin de lograr una mejora en la producción anual que brinde más solvencia al negocio.

Conclusiones

Al aplicar técnicas del estudio de trabajo, tendientes a disminuir las distancias de recorrido de trabajo innecesario, se pudo concluir que la empresa Pura Pulpa presenta fallas en el diseño de planta debido a una distribución desordenada, maquinaria y equipos mal ubicados que genera recorridos innecesarios del personal durante el proceso de producción que hacen que el proceso termine siendo más largo y por ende menos productivo.

Se puede concluir en el presente trabajo la importancia del estudio del trabajo y las aplicaciones de metodologías que podrían ayudar a la empresa Pura Pulpa a mejorar la productividad, en espacio y tiempo, se ve como una buena elección para la empresa de distribuir la planta teniendo en cuenta las metodologías aplicadas en el presente trabajo, que ayude a mejorar el flujo del proceso reduciendo las distancias y tiempos de recorridos durante la producción de pulpa de fruta.

Al ingresar los resultados obtenidos de los métodos Guerchet y SLP al software Corelap y simulado el Layout propuesto en el software Flexsim, se pudo pronosticar 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%. Se deja claro que en el presente estudio se tuvo en cuenta en el simulador Flexsim con un flujo continuo sin fallas de ninguna índole.

Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Pura Pulpa, la realización de un estudio financiero y de factibilidad para la implementación de nueva maquinaria y equipos que sustituya la existente y que ayude a optimizar el espacio de trabajo como también los tiempos de producción.

Para el caso de implantar nuevas máquinas o equipos que ocupen un lugar representativo en el Layout de la planta, se recomienda a la empresa Pura Pulpa seguir la misma metodología para determinar la mejor distribución y antes simularlo en el software Flexsim para detallar si la propuesta es la más correcta y así mitigar gastos o pérdidas en una distribución inadecuada.

Es importante recomendar se tenga en cuenta la implementación de nuevos turnos de trabajo con el fin que la planta no pare, logrando un aumento de la producción diaria y así poder ampliar el segmento del mercado potencial.

También se recomienda empoderar al grupo de trabajo sobre los cambios que se podrán hacer, para generar un compromiso y dedicación de toda la empresa.

Referencias

- Anonimus. (6 de 11 de 2015). *Cuidado del agua y la contaminacion del medio ambiente*. Obtenido de <http://elcuidadodelaguaylacontaminacion.blogspot.com/2015/11/el-cuidado-del-agua-y-la-contaminacion.html>
- Auris Goicochea, J., & Solano Castro, M. (2019). *Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51699>
- Baron Muñoz, D. A., & Zapata Alvarez, L. M. (2012). *Repository Icesi*. Obtenido de https://repositorio.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta_redistribucion_planta.pdf
- Baron Muñoz, D. A., & Zapata Alvarez, L. M. (2012). *Repository Icesi*. Obtenido de https://repositorio.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/75757/5/propuesta_redistribucion_planta.pdf.txt
- Buenaventura, N., Ayala, R., Riaño, I. D., & Sanchez, J. E. (18 de 02 de 2013). *Calameo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/00118899879cb7d31d5f9>
- Caicedo Cantos, M. A. (Septiembre de 2019). *Repositorio UG*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46040/1/TESIS%20MIGUEL%20AICEDO.pdf>
- Caicedo Cantos, M. A. (11 de 2019). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46040/1/TESIS%20MIGUEL%20AICEDO.pdf>
- Caicedo S, L. T. (2017). *Diseño de un modelo de negocio para la gestión productiva de una planta procesadora de pulpa de mango. Trabajo de grado: Maestría en Ingeniería Administrativa*. Barranquilla: Uninorte. Recuperado el 01 de dic de 2020, de <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/7626#page=1>
- Cardenas Moraga, D. I. (2017). *Universidad Austral de Chile*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcic266p/doc/bpmfcic266p.pdf>
- Castro Quintero, E. A., & Galindo Vallejo, A. (2018). *Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa Congelados Trust S.A. a través de técnicas de ingeniería. Trabajo de grado Ingeniera Industrial*. Bogotá: Universidad de la Salle. Recuperado el 20 de jul de 2020, de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1066&context=ing_industrial
- Cedillo Cuevas, C. C., & Beltran Sanchez, K. (5 de julio de 2015). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/analisis-de-distribucion-en-planta-para-una-empresa-de-pinturas/>
- Delgado, A., & Condori, P. (2018). Comparative Study of Methods to Improve Administrative Processes in a Organization. *Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONITI)* (pág. 15). Semantic Scholar.
- Dervinji, F. (s.f.). *Course Hero*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/43588081/Exp-Sistemapdf/>
- Duarte, G. (Noviembre de 2008). *Definicion ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/social/distribucion.php#:~:text=Se%20denomina%20distribuci%C3%B3n%20al%20reparto%20de%20uno%20o%20varios%20>

- elementos.&text=Desde%20esta%20perspectiva%2C%20la%20distribuci%C3%B3n,cada%20uno%20de%20sus%20integrantes.
- Farlex. (s.f.). *The free Dictionary*. Obtenido de <https://es.thefreedictionary.com/dilaci%C3%B3n>
- Fernández, A. (21 de ene de 2020). *Systematic Layout Planning*. Recuperado el 01 de dic de 2020, de <http://www.fernandezantonio.com.ar>: <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Fernandez, A. (s.f.). *Sistematic Layout Planning SLP*. Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Garcia Cardenas, H. (29 de 10 de 2014). *Slideshare*. Obtenido de https://es.slideshare.net/ector_03/tipos-de-distribucin-de-planta
- Garcia Flores, N., & Perez Cruz, R. (2003). *Dgsa Uaeh*. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/675/Distribucion%20en%20planta%20procesadora%20frutas.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Garcia Hernandez, A. (23 de 03 de 2011). *Metodologia de la Investigacion*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/metodologiadelainvestigacionb7/capitulo-5-sampieri>
- Gomez Rivera, J. F. (2010). *Biblioteca Usac*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2223_in.pdf
- Google Maps. (2021). *Google Maps*.
- Indistrie, T. G. (2021). *Glossar*. Obtenido de <https://glossar.item24.com/es/indice-de-glosario/articulo/item//sistema-de-flujo-de-material-2.html>
- Iragorri Valencia, A. (13 de 07 de 2015). *Ministerio de Agricultura*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-Colombia-35-de-las-personas-no-consumen-frutas-y-70-hortalizas-.aspx>
- JARAMILLO SALAZAR, A. (1978). *LEY 9 DE 1979*. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Mandanes, D. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/94090885/El-costo-o-coste-es-el-gasto-economico-que-representa-la-fabricacion-de-un-producto-o-la-prestacion-de-un-servicio>
- Martinez Flores, J. L., Gonzalez Camargo, C., Malcon Cervera, C., & Cavazos Arroyo, J. (2013). Metodologia de gestion logistica para el mejoramiento de pequeñas empresas. *Revista internacional administracion & finanzas*, 9.
- Medina A, B. D., & Pozo P, J. F. (2016). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción y comercialización de pulpa de fruta congelada, en la Ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura. Proyecto de rado: Ingeniería Comercial*. Ibarra: Universidad Técnica Del Norte. Recuperado el 01 de dic de 2020, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5577/1/02%20ICO%20532%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Mejía C, B. (2016). *Diseño de planta extractora de zumos de frutas en la ciudad de Milagro. Proyecto de Grado: Ingeniería Industrial*. Samborondon: Universidad Espíritu Santo. Recuperado el 01 de dic de 2020, de

- <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/278/1/Mejia%20Bryan%20Plan%20de%20Negocio.pdf>
- Mejia, H., Wilches, M., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia Technica*, 6.
- Mejia, H., Wilches, M. J., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia et Technica*, 6.
- Morales Robles, J. A., Zabaleta Polo, P. A., & Diaz Avila, J. M. (06 de 2015). *REPOSITORY UCC*. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10375/1/2015_creacion_empresa_despulpadora.pdf
- Muther, R. (1970). *Distribucion en planta*. New York: Hispano Europea.
- Obando Solano, J. P., Zamora Moreno, J. A., & Giraldo Ramos, F. N. (2016). Ant colony optimization algorithm for facility Layout problem. *Vision electronica*, 20.
- Palacios Acero, L. C. (s.f.). *Ingenieria de Metodos Movimientos y Tiempos*. Madrid: ECOE.
- Perez Gosende, P. A. (2016). Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño. *RAE*, 15.
- Perez Porto, J., & Gardey, A. (2012). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/capacidad/>
- Quiroga, S. (s.f.). *Calameo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/005119623fb50d242e4b6>
- Raffino, M. (6 de 04 de 2021). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/seguridad/>
- Rivera, J. P. (2017). Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemia Gourmet para aumentar la capacidad instalada. *Scribd*, 5.
- Roa Gamez, J. N., & Rivera Camargo, J. A. (1 de 1 de 2017). *Universidad de la Salle*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1037&context=ing_industrial
- Ronaldo, E. (1 de 2 de 2015). *Clubensayos*. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/Medio-f%C3%ADsico-en-el-que-se-sit%C3%BAan-los/2301441.html>
- Saez Mas, A., & Garcia Sabater, J. (2016). Protocol: Material flow risk evaluation for layout desing. *WPON*, 21.
- Saez Mas, A., Garcia Sabater, J., Morant Llorca, J., & Maheut, J. (2016). Assembly plant simulation to support decision-making on Layout Desing considering safety issues. A case study. *WPON*, 25.
- Significados. (7 de 04 de 2021). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/producto/>
- Torres Soto, K., Florez Peña, L., Sanchez, C., & Castañeda, N. (2020). Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada. *Scielo*, 14.
- Turmero Astros, I. J. (2019). *Monografias.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos109/distribucion-planta-e-implementacion-sgc/distribucion-planta-e-implementacion-sgc.shtml>

- Zaraza Perico, A. (1 de 1 de 2018). *Universidad de la Salle*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=ing_industrial
- Zemanky, & Young. (1986). *G-SE*. Obtenido de <https://g-se.com/movimiento-bp-E57cfb26e2e07f>

Anexos

Anexo 1 Formato Lista de Chequeo

CHECK LIST PARA DETERMINAR LA NECESIDAD DE DISTRIBUCION DE PLANTA
--

Si 1/3 de las respuestas son positivas, tiene posibilidades de mejora. Si 2/3 de las respuestas lo son, es recomendable realizar la revisión de la distribución en planta.

MATERIAL		SI	NO
A	Alto porcentaje de unidades rechazadas.		
B	Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas en proceso, pero no en las operaciones productivas.		
C	Entregas entre áreas lentas		
D	Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a mayores distancias que otros más pequeños, más ligeros o menos caros.		
E	Material que se extravía		
F	Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación.		

MAQUINARIA		SI	NO
A	Maquinaria inactiva		
B	Muchas averías de maquinaria.		
C	Maquinaria anticuada.		
D	Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.		
E	Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación.		

MANO DE OBRA		SI	NO
A	Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes		
B	Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios.		
C	Quejas sobre condiciones de trabajo incómodas.		
D	Excesiva rotación de personal		
E	Obreros de pie, ociosos o paseando gran parte de su tiempo.		
F	Equívocos entre operarios		
F	Trabajadores cualificados pasando gran parte de su tiempo realizando operaciones de servicio (mantenimiento).		

MOVIMIENTO DE MATERIALES		SI	NO
A	Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales.		
B	Operarios cualificados realizando operaciones de movimiento de cargas.		
C	Gran proporción del tiempo invertido en recoger y dejar materiales		
D	Frecuentes acarreos y levantamientos a mano.		
E	Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo.		
F	Operarios esperando a sincronizarse con el equipo de manejo.		
G	Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes		
H	Equipamiento de manutención ocioso		
I	Congestión en los pasillos, excesivas transferencias.		

*Anexos 2 Encuesta dirigida***FORMATO DE ENCUESTA**

FECHA	
EMPRESA	
NOMBRE	
CARGO	

Lea toda la pregunta antes de elegir una respuesta. Seleccione y encierre la respuesta que más se aproxime a su punto de vista.

¿Cree que la distribución de la planta se encuentra en el orden

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente endesacuerdo

¿Cree que el equipo con el que cuenta para realizar su trabajo de manera rápida y resguardando su seguridad en todo momento?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente endesacuerdo

¿Se sentiría más seguro y cómodo en un ambiente de trabajo sin tener merma, materiales, herramientas y producto terminado acumulado?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente endesacuerdo

¿Cree que el área de almacenaje es suficiente?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

¿Cree que el área de almacenaje es suficiente?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Uno de los problemas latentes en las empresas son los tiempos muertos por recorridos innecesarios entre áreas ¿Cree usted que con una nueva propuesta de distribución esto daría solución al problema?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

¿Cree usted que una correcta distribución de planta tenga un impacto positivo en la capacidad de producción?

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo