



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Rediseño de la planta de producción de pulpa de fruta para la empresa
Agrofruit en la ciudad de Píllaro

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
Industrial

Autor:

Díaz Robayo, Jhonatan Alexander

Tutor

Ing. Patricia Viñan

Riobamba, Ecuador. 2023

DECLARATORIA DE LA AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Jhonatan Alexander Díaz Robayo con cédula de ciudadanía 1805373337, autor del trabajo de investigación titulado: **Rediseño De La Planta De Producción De Pulpa De Fruta Para La Empresa Agrofruit En La Ciudad De Pillaro**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 13 de febrero de 2023.



Jhonatan Díaz
Autor
Ci: 1805373337

**DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL
TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros Del Tribunal De Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PULPA DE FRUTA PARA LA EMPRESA AGROFRUIT EN LA CIUDAD DE PÍLLARO”** por Jhonatan Alexander Díaz Robayo con cedula de identidad numero 1805373337, certificamos y recomendamos la **APROBACION** de este con fines de titulación.

Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor, no teniendo nada más que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 23 días del mes de febrero del 2023.


Mgs. Vicente Sóna
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Carlos Bejarano
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


Mgs. Wilfrido Salazar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Patricia Viñan
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A mi familia que ha sido mi mayor fuente de inspiración y mi motor para seguir ante cualquier situación, sin lugar a duda todos mis logros son gracias a ellos

A mi docente tutora la Mgs. Patricia Viñan que compartió conmigo esta larga aventura y supo guiar y resolver todas mis dudas que se presentaron en el camino.

A todos mis maestros de la carrera de ingeniería industrial por compartir conmigo y mis compañeros sus amplios conocimientos y experiencias en el campo laboral, información que me será vital para iniciar nuevas etapas en mi vida profesional.

A Frederick Taylor, padre fundador de la ingeniería industrial que mediante sus trabajos y estudios nos otorgaron una de las disciplinas más complejas y útiles en el mundo de la ingeniería y a pesar de los años nos siguen siendo de gran ayuda.

A Steve Jobs fuente de inspiración y demostración que todas las metas se pueden cumplir si te enfocas en ellas y que una persona si puede cambiar el mundo con sus ideas.

.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los miembros de la empresa AGROFRUIT en especial a su gerente propietario Luis Luzuriaga, por abrirme sus puertas y permitir que esta investigación haya sido posible. En segundo lugar, quiero agradecer a mi tutora Patricia Viñan por su paciencia y compartir sus conocimientos conmigo al igual que todos mis docentes que me han brindado una parte de su conocimiento y experiencia a lo largo de la carrera. Finalmente quiero agradecer a toda mi familia que me brindaron su apoyo incondicional desde que empecé esta carrera hasta el día de hoy que la termino y no me dejaron caer ni un solo momento...

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| DECLARATORIA DE LA AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN | |
| DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL | |
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | |
| RESUMEN | |
| INTRODUCCIÓN | |
| CAPITULO I: Problematicación | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 15 |
| 1.2. Justificación | 16 |
| 1.3. Objetivos..... | 17 |
| 1.3.1. General..... | 17 |
| 1.3.2. Específicos..... | 18 |
| CAPITULO II: Marco Teórico..... | 19 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 19 |
| 2.2. Fundamentación teórica..... | 19 |
| 2.2.1. Distribución en planta..... | 19 |
| 2.2.2. Método Systematic Layout Planning..... | 20 |
| 2.2.3. Conservación de la pulpa..... | 20 |
| 2.2.4. Capacidad de una planta de producción | 21 |
| 2.2.5. Simulación de procesos industriales..... | 21 |
| 2.2.6. Demanda insatisfecha | 21 |
| 2.2.7. Procesos de producción | 22 |
| 2.2.8. Tiempos y Movimientos..... | 22 |
| 2.2.9. Software..... | 22 |
| 2.3. Términos básicos | 22 |
| CAPITULO III: Marco Metodológico | 24 |
| 3.1. Metodología..... | 24 |
| 3.1.1. Tipo de investigación. | 24 |
| 3.1.1.1. Investigación descriptiva..... | 24 |
| 3.1.2. Diseño de la investigación..... | 24 |
| 3.1.2.1. Investigación no experimental. | 24 |
| 3.1.3. Población de estudio..... | 25 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.1.3.1. | Población..... | 25 |
| 3.1.4. | Operacionalización de variables..... | 25 |
| 3.2. | Técnicas..... | 25 |
| 3.2.1. | Técnicas de investigación..... | 25 |
| 3.2.2. | Técnicas de análisis de datos..... | 26 |
| 3.3. | Procedimiento de la investigación..... | 26 |
| 3.3.1. | Análisis del problema..... | 26 |
| 3.3.2. | Fase I: Localización..... | 26 |
| 3.3.3. | Fase II: Distribución General del Conjunto..... | 27 |
| 3.3.4. | Fase III: Plan de Distribución Detallada..... | 27 |
| 3.3.5. | Fase IV: Instalación..... | 27 |
| 3.3.6. | Cálculo de la superficie..... | 27 |
| 3.3.7. | Superficie estática (Ss)..... | 27 |
| 3.3.7.1. | Superficie de gravitación (Sg)..... | 27 |
| 3.3.7.2. | Superficie de evolución (Se)..... | 28 |
| CAPITULO IV: Resultados De La Investigación..... | | 29 |
| 4.1. | Análisis, Interpretación y representación de resultados..... | 29 |
| 4.1.1. | Análisis del problema..... | 29 |
| 4.1.2. | Índice de capacidad de la planta..... | 31 |
| 4.1.3. | Demanda Insatisfecha..... | 35 |
| 4.1.4. | Registro Histórico de producción..... | 43 |
| 4.1.5. | Diseño de producto y proceso de producción..... | 45 |
| 4.1.7. | Diagrama del proceso de producción..... | 47 |
| 4.1.8. | Descripción del proceso de obtención de pulpa de fruta..... | 51 |
| 4.1.9. | Balance de masa..... | 52 |
| 4.1.10. | Diagrama Analítico de Procesos..... | 52 |
| 4.1.11. | Diagrama recorrido de producto..... | 54 |
| 4.1.12. | Maquinas requerido para el proceso..... | 55 |
| 4.1.13. | Diseño actual de la planta..... | 56 |
| 4.1.14. | Datos de capacidad..... | 56 |
| 4.1.15. | Costos de producción..... | 57 |
| 4.1.16. | Simulación..... | 59 |
| 4.1.17. | Diseño de la nueva planta de producción..... | 60 |
| 4.1.17.1. | Fase I: Localización..... | 60 |
| 4.1.17.5. | Resultado de la Distribución..... | 66 |
| 4.1.17.6. | Fase III: Plan de Distribución Detallada..... | 66 |
| 4.1.17.7. | Fase IV: Instalación..... | 80 |

| | |
|--|----|
| 4.1.17.8. Limpieza de áreas | 80 |
| 4.1.17.9. Áreas calientes y frías | 81 |
| 4.1.18. Distribución de máquinas y equipos | 81 |
| 4.1.19. Flujo de producto | 82 |
| 4.1.20. Simulación de proceso | 84 |
| 4.1.21. Comparación entre procesos | 85 |
| CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones | 86 |
| 5.1. Conclusiones | 86 |
| 5.2. Recomendaciones | 87 |
| CAPITULO VI: Bibliografía y anexos..... | 88 |
| 6.1. Referencias..... | 88 |
| 6.2. Bibliografía | 88 |
| 6.3. Anexos de imágenes 3D del proceso. | 89 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1 Operacionalización de variables | 25 |
| Tabla N° 2 Valores predefinidos del coeficiente K..... | 28 |
| Tabla N° 3 Check List de observaciones..... | 30 |
| Tabla N° 4 Valores CP y su interpretación | 32 |
| Tabla N° 5 Datos para el proceso de envasado de pulpa de fruta | 33 |
| Tabla N° 6 B Población de estudio (Cantón Píllaro)..... | 35 |
| Tabla N° 7 Proyección de la demanda en los próximos años..... | 42 |
| Tabla N° 8 Bitácora del registro de producción segundo semestre 2021 | 43 |
| Tabla N° 9 Bitácora del registro de producción segundo semestre 2020..... | 44 |
| Tabla N° 10 Ficha técnica del producto | 45 |
| Tabla N° 11 Descripción de actividades | 51 |
| Tabla N° 12 Diagrama analítico del proceso..... | 53 |
| Tabla N° 13 Maquinas implicadas en el proceso | 55 |
| Tabla N° 14 Datos de capacidad actual | 56 |
| Tabla N° 15 Costos de producción de pulpa de fruta..... | 58 |
| Tabla N° 16 Comparación de producto con la fruta en estado natural..... | 58 |
| Tabla N° 17 Resultados de la simulación..... | 60 |
| Tabla N° 18 Matriz de priorización..... | 61 |
| Tabla N° 19 Calificación de factores subjetivos | 62 |
| Tabla N° 20 Determinación y calificación de factores críticos, objetivos y subjetivos | 62 |
| Tabla N° 21 Cálculo del área..... | 63 |
| Tabla N° 22 Cálculo de superficies | 64 |
| Tabla N° 23 Distribución del conjunto..... | 64 |
| Tabla N° 24 Simbología de la metodología SLP..... | 65 |
| Tabla N° 25 Codificación de colores..... | 80 |
| Tabla N° 26 Codificación de color para temperaturas en el área. | 81 |
| Tabla N° 27 Simulación de proceso propuesto | 84 |
| Tabla N° 28 Simulación What if entre procesos | 85 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico N° 1 Carta de control P | 34 |
| Gráfico N° 2 Diagrama de producción fase de compras | 47 |
| Gráfico N° 3 Fase de producción de pulpa de fruta | 48 |
| Gráfico N° 4 Fase de envasado y empaquetado de producto | 49 |
| Gráfico N° 5 Diagrama del proceso de producción completo..... | 50 |
| Gráfico N° 6 Balance de masa para un lote de Mora | 52 |
| Gráfico N° 7 Diagrama de recorrido actual..... | 54 |
| Gráfico N° 8 Layout actual de la planta | 56 |
| Gráfico N° 9 Diagrama de interrelaciones | 66 |
| Gráfico N° 10 Diagrama de relación | 66 |
| Gráfico N° 11 Planimetría del predio disponible. Vista Superior | 67 |
| Gráfico N° 12 Distribución general de la planta | 69 |
| Gráfico N° 13 Distribución con departamentos | 71 |
| Gráfico N° 14 Distribución de áreas para el proceso de producción. | 73 |
| Gráfico N° 15 Distribución de sanitarios | 75 |
| Gráfico N° 16 Determinación de áreas administrativas | 77 |
| Gráfico N° 17 Distribución de planta propuesto | 78 |
| Gráfico N° 18 Distribución de planta aplicado códigos de color | 80 |
| Gráfico N° 19 Distribución tomando en cuenta áreas de calor o frio | 81 |
| Gráfico N° 20 Diagrama de distribución de máquinas y equipos. | 82 |
| Gráfico N° 21 Diagrama de flujo del proceso. | 83 |

RESUMEN

Antes de rediseñar una planta de producción es importante conocer sus fortalezas y debilidades mediante la observación directa y entrevistas a las personas involucradas directamente dentro de esta. “AGROFRUIT PURAFRUTA” es una microempresa familiar de origen ecuatoriana la cual se dedica a la producción de pulpa de fruta, nació por inspiración del Ing. Luis Luzuriaga quien tuvo la visión de emprender en este campo y generar fuentes de trabajo en esta parroquia, actualmente la empresa cuenta con un total de 6 empleados a tiempo completo, incluyendo al jefe de producción y al gerente propietario, esta empresa ha tenido un crecimiento en la demanda por lo que pasó de vender 250 Kg mensuales a 3 ton de producto mensual en los últimos 10 años y sus espacios están reducidos. Al conocer esta problemática se propone realizar un rediseño de la planta de producción en una nueva localidad propia y más amplia que verdaderamente asegure el correcto flujo del producto reduciendo los retrasos, utilizando la ayuda de software AutoCad y SketchUp se diseñó una nueva planta que conserva el proceso de producción, previamente calculando su capacidad, una vez dibujado y analizado como mejoran estas soluciones los problemas antes mencionados se procedió a realizar la simulación tanto del proceso de producción actual como de nuestra propuesta de valor para de esta manera conocer cuánto tiempo se logró reducir en la nueva planta de producción haciendo uso del software Bizagi Modeler.

Palabras Clave: Pulpa de fruta, rediseño, proceso de producción y capacidad.

ABSTRACT

Before redesigning a production plant, it is important to know its strengths and weaknesses through direct observation and interviews with the people directly involved in it. "AGROFRUIT PURAFRUTA" is a family microenterprise of Ecuadorian origin which is dedicated to the production of fruit pulp, it was born by inspiration of Ing. Luis Luzuriaga who had the vision to undertake in this field and generate sources of work in this parish, currently the company has a total of 6 full-time employees, including the head of production and the owner manager. This company has had a growth in demand, which is why it went from selling 250 kg per month to 3 tons of product per month in recent 10 years and their spaces are reduced. Knowing this problem, it is proposed to carry out a redesign of the production plant in a new and larger locality that truly ensures the correct flow of the product, reducing delays, using the help of AutoCad and SketchUp software, a new plant is designed that preserves the production process, previously calculating its capacity, once drawn and analyzed how these solutions improve the aforementioned problems, we proceeded to carry out the simulation of both the current production process and our value proposition in order to know how much time it was possible to reduce in the new production plant using the Bizagi Modeler software.

***Keywords:** Fruit pulp, redesign, production process and capacity*



Reviewed by:
Lcda. Diana Chávez
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 065003795-5

INTRODUCCIÓN

Un adecuado rediseño en las plantas industriales es una decisión clave que permite a las empresas determinar la eficiencia a largo plazo de sus operaciones; además de establecer parámetros competitivos como la capacidad, procesos, flexibilidad y costos, sin olvidarse de ventajas como la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente y la imagen de las empresas. Esto es determinante en un mundo industrial competitivo, donde las empresas tienen que buscar alternativas que de una u otra forma las convierta en competitivas, teniendo en cuenta que un sin número de empresas a nivel nacional luego de la crisis sanitaria, han desaparecido por no adaptarse a un nuevo esquema productivo donde las empresas flexibles han sobrevivido por saber rediseñar sus productos y procesos a un mundo globalizado.

La pulpa de fruta a nivel mundial, constituye un grupo de productos relativamente nuevo en el comercio mundial de productos básicos, al tener una gran importancia en el mercado internacional a partir de los años setenta, gracias a los avances en el transporte, acuerdos comerciales y los cambios de las preferencias de los consumidores en favor de este tipo de productos. Los volúmenes de exportación han registrado las tasas medias anuales de crecimiento más rápidas entre los productos alimenticios comercializados en el ámbito internacional, superando considerablemente el crecimiento en los mercados de alimentos más importante a nivel mundial.

A nivel nacional la pulpa de fruta ha tenido un crecimiento favorable para la industria nacional, desde sus inicios por los años noventa, donde la pulpa fue reemplazando la fruta empezando por las principales ciudades del país hasta la actualidad donde la pulpa de fruta se ha convertido en un producto básico a nivel nacional reemplazando a la fruta en su estado natural debido a un mercado cuyo principal parámetro es el tiempo de preparación en los productos, lo cual ha convertido en un producto primordial para un cliente exigente que prefiere productos semielaborados y de fácil preparación.

Hace diez años nace AGROFRUIT como una empresa familiar de origen ecuatoriana, que vio sus inicios en la provincia de Tungurahua en el cantón Píllaro, Parroquia San Miguelito, a dos cuadras de la Iglesia de la parroquia, en la esquina de las calles Albaricoques y Capulíes. Dicha microempresa nace de la inspiración del Ing. Luis Luzuriaga

un profesional con más de 10 años de experiencia en el área agroindustrial, el mismo que arrendó una casa la cual la adecuó para la elaboración de pulpa de fruta y empezó con un trabajador y una producción de media tonelada mensual de producto, que fue ofertado en los restaurantes y hoteles de la provincia para luego extenderse a nivel nacional y actualmente cuenta con una producción de tres toneladas mensuales y cuatro trabajadores de la zona. La empresa cuenta con normas de higiene y calidad como son BPM y HACCP ofertando productos de alta calidad utilizando mano de obra local, creando de esta manera plazas de trabajo para los habitantes de esta parroquia.

Teniendo en cuenta que Tungurahua es la provincia con mayor producción de mora a nivel del país, el Gerente propietario de AGROFRUIT empezó en sus inicios con la producción de pulpa de mora como el producto estrella de la empresa. Actualmente la empresa se dedica a la producción de pulpa de fruta congelada y su posterior distribución a diferentes regiones del país. Esta cuenta con un número limitado de maquinaria y personal laboral para sus operaciones, quedando muy cerca de su capacidad máxima de producción, y con la demanda del producto en aumento dicha empresa requiere un Rediseño de la Planta para acoplarse al mercado globalizado que actualmente es necesario para continuar en la lista de empresas competitivas del mercado.

Para el desarrollo de esta investigación se recurrirá a datos de producción y demanda actuales, para realizar los respectivos cálculos y selección de maquinaria para el rediseño de la planta de producción en una nueva localidad, además de contar con el asesoramiento del propietario de la empresa para así llegar a obtener una propuesta de valor que satisfaga las necesidades de todos los interesados.

1. CAPITULO I: Problematicación

1.1. Planteamiento del problema

AGROFRUIT es una microempresa ubicada en la zona urbana de la Parroquia de San Miguelito en una casa arrendada con un espacio de 100 m² de área, la misma que se reparte en 60 m² para la producción y 40 m² de áreas anexas. Razón por la cual la distribución de la planta en un área tan pequeña hace que el espacio no sea tan operativo y cause muchos inconvenientes desde la parte de inocuidad como es la de contaminación cruzada hasta la dificultad en el proceso productivo por espacios reducidos e incómodos.

La empresa inició con una producción de media tonelada hace 10 años, y ha tenido un crecimiento hasta la actualidad con una producción de 3 toneladas, sin embargo, no ha tenido un crecimiento en espacio, maquinaria y automatización lo cual es muy importante en la elaboración de alimentos para garantizar la inocuidad de los mismos.

La empresa cuenta en la actualidad con un terreno propio ubicado en la zona rural de la Parroquia, con un área aproximada de 6000 m² de los cuales 3000 m² están disponibles para la producción y el resto está adecuado para tener su propia plantación de cultivo de mora.

Dentro del espacio físico actualmente utilizado, 60 m², se dispone aproximadamente de 40 m² para la producción y 20 m² para el envasado separados por una cortina plástica. Cada maquinaria está separada entre sí, por menos de 1 metro entre cada una, lo cual impide un movimiento adecuado de mano de obra y a su vez convierte en un riesgo cada movimiento realizado.

El espacio anexo (40 m²) se dispone para maquinaria como caldero, cuarto frío, compresor, tanque de almacenamiento de combustible, entre otros, que están junto al espacio de producción separados por menos de 5 metros, lo cual hace que se convierta en un riesgo para la gente que trabaja en producción.

El proceso de recepción y lavado de materia prima son manuales por lo tanto su capacidad depende de la mano de obra contratada, luego la fruta lavada entra al proceso de despulpado y pasteurizado don las máquinas tienen una capacidad real de 700 kg/h,

finalmente el producto se dirige a una envasadora automática cuya capacidad real es de 185 Kg/h, y es aquí donde se origina un cuello de botella, cuyos problemas son además de la cantidad producida, se ve afectada la inocuidad del producto por el tiempo de espera, lo cual representa un grave problema a la productividad, calidad e inocuidad del producto. Además, se debe considerar que la envasadora es una máquina que está diseñada para operar continuamente ya que cada arranque de la máquina produce un considerable desperdicio tanto de fundas como de producto, también es una máquina que requiere mucha atención en cuanto a mantenimiento ya que se producen muchas paralizaciones de las producciones por mantenimientos correctivos lo cual interrumpe la producción y se dan atrasos en las entregas fallando incluso en los pedidos.

Por último el proceso de congelación se lo realiza en un cuarto frío que éste comparte materia prima congelada, producto en proceso y producto terminado, lo cual no es conveniente tanto por inocuidad de los productos debido a contaminaciones cruzadas que puede existir, ni por operatividad debido a que hay poco espacio y no se congela pronto y además se abre y cierra la puerta demasiadas veces lo cual también dificulta la pronta congelación y produce un desperdicio de energía porque cada abierta de la puerta de un contenedor sufre un descenso de mínimo 10 grados centígrados lo cual significa mayor trabajo de los compresores del cuarto frío y se traduce en mayor consumo eléctrico.

1.2. Justificación

Según el documento de investigación realizado por (Pérez Gosende, 2016) Las empresas necesitan adaptarse constantemente a las necesidades cambiantes de los mercados. Para esto, aumentan o contraen su capacidad productiva, cambian parcial o totalmente de tecnología, crean nuevos productos y servicios y mejoran e implementan nuevos procesos. Esta dinámica requiere que las empresas dispongan de distribuciones espaciales suficientemente flexibles.

En concordancia con el autor, todas las empresas deben disponer de una distribución espacial flexible para realizar cambios rápidos en los procesos a medida que el mercado así lo requiera y poder cumplir con la nueva demanda.

De acuerdo con (Diego-Más, 2006) en su investigación “Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos” una distribución

ajustada debe contemplar entre sus criterios el bienestar, las condiciones laborales y la salud de sus trabajadores. Además, la disminución de los costos productivos suele deberse a un menor consumo de energía en procesos de manutención y acopio de materiales, lo que supone indirectamente menores costos medioambientales.

Además de significar una baja producción y aumento de costos, la mala distribución de plantas podría causar condiciones laborales negativas entre los trabajadores quienes no podrían cumplir con la demanda exigida por la empresa.

Como analizaremos en la presente investigación la correcta distribución de planta es fundamental para toda empresa, por lo que AGROFRUIT necesita de un rediseño, para así poder adaptarse a las nuevas necesidades del mercado y cumplir con la demanda de sus clientes, además llegar a los estándares de calidad e inocuidad los cuales se basan en las normas BPM y HACCP que incluyen un flujo de producción, la distribución de la maquinaria y el flujo operativo adecuados para evitar contaminación cruzada y disponer del espacio adecuado para evitar así los riesgos laborales provocados por un espacio insuficiente y una mala distribución.

De esta manera el rediseño de la planta a más de utilizar un terreno propio de la empresa, que tiene todas las condiciones para poder implantar en dicho lugar la nueva planta industrial, brindará las facilidades de espacio para movilidad, seguridad y evitar la contaminación cruzada por inocuidad, además de mejorar la productividad y poder cumplir con los pedidos realizados, dando la confianza al cliente y de esta manera, establecer contratos de productos nuevos, alcanzando el objetivo de la empresa de aumentar su capacidad productiva y su oferta de productos. Convirtiéndose así AGROFRUIT en una empresa flexible, capaz de adecuarse a cualquier modificación con el objeto de adaptarse fácilmente a un mundo globalizado totalmente competitivo.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Rediseñar la planta de producción de pulpa de fruta para la empresa AGROFRUIT en la ciudad de Píllaro

1.3.2. Específicos

- Determinar la demanda insatisfecha del producto.
- Diseñar el proceso de producción, determinar tiempos y movimientos del proceso de pulpa de fruta.
- Determinar las máquinas y el espacio físico de la planta.
- Diseñar la planta con ayuda de un software y simular el proceso de producción de pulpa de fruta.

2. CAPITULO II: Marco Teórico.

2.1. Antecedentes de la investigación

De acuerdo con (Sáez Más, García Sabater, Morant Llorca, & Maheut, 2016) en su investigación “Simulación de planta de montaje para apoyar la toma de decisiones en Layout Design considerando aspectos de seguridad. Un caso de estudio.” Este artículo presenta un modelo de simulación que ha sido creado para apoyar la toma de decisiones durante el rediseño del diseño de una planta de ensamblaje de motores y transmisiones en el sector automotriz.

La planta requiere un nuevo diseño y logística de suministro debido al aumento de su complejidad y producción diaria. La simulación de eventos discretos se ha utilizado para validar una propuesta inicial y proponer diferentes escenarios hipotéticos de sistemas de gestión de operaciones y diseño.

(Rodríguez, Mejía, Pantoja, Quevedo, & Grisales, 2016) evidencia en su documento de trabajo: “Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP” la dinámica del entorno al cual se enfrenta las empresas, genera la necesidad de que estas sean flexibles. Por este motivo, en este documento se realizó un rediseño de una planta de lácteos utilizando la metodología SLP, CRAFT y QAP, y así, optimizar el flujo de material y personal dentro de la planta permitiendo un aumento en la producción. Después de realizado el estudio en la empresa productora de lácteos, se puede apreciar la gran importancia que representa una óptima distribución en una organización, ya que no solo se mejoran los flujos de materiales, personas e información, sino que automáticamente, se aumenta la productividad de la organización, se reducen costos, se mejora el nivel de servicio al cliente y se evita la accidentalidad de los operarios.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Distribución en planta

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Esta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o

indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección. (Salazar López, 2016)

2.2.2. Método *Systematic Layout Planning*

La metodología SLP en sus siglas en inglés o Planificación Sistemática de Diseño en español, En la investigación “Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta (SLP) de Muther se dice que “esta metodología ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza”. (Arcila, Castaño, Amador, & DEL CAUCA, 2016)

También se menciona que “... fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos”. (Arcila, Castaño, Amador, & DEL CAUCA, 2016)

2.2.3. Conservación de la pulpa

Se determina el proceso de conservación de pulpa de fruta bajo la norma NTE-INEN 2337 “El jugo y la pulpa de fruta deben ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas aplicando los principios de buenas prácticas de manufactura” (INEN, 2008)

El producto obtenido para conservarse como pulpa dependerá del tiempo de vida que se le quiera dar. Para ello se puede recurrir a tres métodos:

- Pasteurizado-ensado- y almacenamiento en congelación
- Pasteurizado y aditivos químicos – ensado y almacenamiento -sin refrigeración -con refrigeración
- Evacuado-esterilizado, almacenaje a T° ambiente

2.2.4. Capacidad de una planta de producción

“Se entiende por capacidad, el volumen de producción (throughput) o número de unidades que puede producir, alojar, recibir o almacenar una instalación en un período de tiempo específico. Esta capacidad determina los requerimientos de capital. También determina si se podrá cumplir con la demanda o si las instalaciones estarán desocupadas.” (Render & Heizer, 2009)

Si la instalación es demasiado grande, algunas de sus áreas estarán ociosas y agregarán costos a la producción existente. Si la instalación es demasiado pequeña, se perderán clientes y quizá mercados” (Render & Heizer, 2009)

2.2.5. Simulación de procesos industriales

Para JR Cantú-González la simulación es sin duda una herramienta probada para el análisis del proceso productivo y por tanto un método de experimentación con las variables involucradas, todo ello con el objetivo de mejorar el rendimiento operativo de esta manera se sabe que la dinámica del uso de esta herramienta en algunos sectores específicos de la industria.

No siempre está presente; como estrategia para promoverlo, se recomienda realizar ejercicios de simulación de procesos en el aula, para que los estudiantes puedan participar en las operaciones industriales y retroalimentar a los del ámbito industrial. (Cantú-González, García, & Herrera, 2016)

2.2.6. Demanda insatisfecha

En la investigación realizada por Jimenes Realpe titulada Estudio de Factibilidad para la producción y comercialización del tomate riñón en su estado natural-pasta de tomate y su incidencia en la demanda insatisfecha en el mercado de la ciudad de Tulcán se define como “ La demanda insatisfecha es aquella que no ha sido cubierta por empresas que ya están en el mercado, puede ser porque los productos que ofrecen no son suficientes para cubrir los requerimientos o a su vez no se ha fabricado dicho producto”. (Jiménez Realpe & Minda Tedes, 2016)

2.2.7. Procesos de producción

Se conoce que un proceso es una secuencia de pasos enfocada a atender cada etapa para constituir un resultado, teniendo esta premisa un proceso de producción en la industria es un conjunto secuencial de pasos que conlleva a transformar una materia prima en un producto procesado teniendo en cuenta el valor añadido en cada etapa.

2.2.8. Tiempos y Movimientos

Se determina como tiempos y movimientos a un estudio puntual realizado en un proceso productivo dentro de la industria mediante la aplicación de técnicas y herramientas como el diagrama analítico, diagramas hombre maquina o diagramas bimanuales, los tiempos y movimientos fueron desarrollados y estudiados de la mano de Frederick Taylor y los esposos Gilbreth siendo en la actualidad una herramienta para la medición de la eficiencia de un proceso productivo.

2.2.9. Software

Para la organización internacional IEEE el Software se define como “software es la suma total de los programas de ordenador, procedimientos, reglas, la documentación asociada y los datos que pertenecen a un sistema de cómputo”.

2.3. Términos básicos

2.3.1. Pulpa de fruta:

Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar, pero susceptible de fermentación obtenido de procesos tecnológicos como, por ejemplo: Tamizado, triturado, o desmenuzado, entre otros. (INEN, 2008)

2.3.2. Layout:

Disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobra, estacionamiento y otros. (García & Valencia, 2014)

2.3.3. SLP: Sistematic Layout Planing.

2.3.4. INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

2.3.5. NTE: Norma Técnica Ecuatoriana.

2.3.6. MP: Materia Prima

2.3.7. PEA: Población Económicamente Activa

2.3.8. *BPM: Buenas Prácticas de Manufactura*

2.3.9. *HACCP: Análisis de Puntos de Críticos*

3. CAPITULO III: Marco Metodológico

3.1. Metodología

3.1.1. Tipo de investigación.

3.1.1.1. Investigación descriptiva.

Esta investigación se consideró del tipo descriptiva, ya que este tipo de investigación se usa para describir las características del fenómeno, sujeto o población a estudiar, limitándose a observar lo que ocurre sin buscar una explicación, pero si dando solución a los problemas. En este caso se analiza la empresa con la documentación en base de registros de producción para tener una base del estudio que se basa en el análisis de los problemas de la empresa para luego dar las debidas soluciones teniendo por objeto mejorar la productividad mediante el rediseño de la planta.

Este tipo de investigación no comprende el empleo de hipótesis ni predicciones, sino la búsqueda de las características del problema (espacios reducidos) estudiado. Por lo tanto, se limita a responder qué es el fenómeno y cuáles son sus características o propiedades.

Este método está enfocado dentro de lo que se conoce como investigación cualitativa (entrevistas), ya que lo más importante es entender en profundidad la población estudiada en lugar de descubrir distintas relaciones cuantitativas, es por esto que el investigador puede acompañar de técnica cuantitativas como la encuesta que es lo que se usa también en este trabajo.

3.1.2. Diseño de la investigación.

3.1.2.1. Investigación no experimental.

Para el presente proyecto de investigación se consideró la investigación del tipo no experimental debido a que carece de una variable independiente por lo que, en este tipo de investigación, el investigador observa el contexto en el que se desarrolla el fenómeno o problema y lo analiza para obtener información es decir que este método estudia los problemas exactamente cómo ocurrieron.

3.1.3. Población de estudio.

3.1.3.1. Población

Para esta investigación se tomó como población de estudio a todos los trabajadores de tiempo completo y el propietario de la empresa, dando un total de ocho personas. Además de la población económicamente activa de la ciudad de Píllaro para determinar si existe un nicho de mercado local para este producto.

3.1.4. Operacionalización de variables

Tabla N° 1 Operacionalización de variables

| <i>Variable</i> | <i>Conceptualización</i> | <i>Indicadores</i> | <i>Técnicas</i> | <i>Instrumentos</i> |
|---------------------------------------|--|--|--|---|
| Rediseño de la distribución de planta | El rediseño se define como el proceso que se lleva a cabo con el objeto de cambiar de imagen, conservando su esencia, para crear una versión más adecuado y eficiente. | Capacidad instalada Capacidad teórica | Observación Entrevistas Simulación | Cuestionarios Computador Software de simulación |

Nota. Tabla de variables

3.2. Técnicas

3.2.1. Técnicas de investigación

Observación directa: Se observó de manera directa el proceso de producción, el método de trabajo y las necesidades detectadas por los trabajadores de la empresa en su planta actual para poder aplicar las mejoras, en la nueva planta de producción.

Entrevistas: Se realizaron entrevistas tanto al jefe de producción de la planta como al propietario de ésta, lo cual nos ayudó a recolectar datos fundamentales para la elaboración de esta investigación.

Encuestas: Se realizó una encuesta a la población económicamente activa de la ciudad de Píllaro para determinar la demanda insatisfecha del producto a nivel local y que esto justifique el rediseño de la planta de producción y su aumento de capacidad.

Análisis de bitácoras de producción: Al analizar los registros de producción de la planta se logró determinar el índice de capacidad de la planta y su situación actual.

3.2.2. Técnicas de análisis de datos

Análisis de datos mediante:

Tabulación. – Se tabularon los resultados de las encuestas en Excel, también se realizaron tablas de cálculo para los diferentes indicadores de área, capacidad, entre otros.

Simulación de proceso de producción. – Se realiza la simulación del proceso actual y el proceso propuesto mediante software y se compara sus resultados para verificar las mejoras obtenidas.

3.3. Procedimiento de la investigación

3.3.1. Análisis del problema

Se analiza el problema inicial mediante la aplicación de entrevistas a los trabajadores de la planta de producción en donde se les realiza preguntas específicas sobre los problemas que han detectado dentro de la misma, además se realizan entrevistas y conversatorios con el gerente propietario de la empresa para conocer su punto de vista y que acciones podrían dar solución al problema

Durante los primeros días en la empresa se realiza observación en contacto directo con el proceso de producción de pulpa de fruta, y se logra identificar algunos fallos en donde se debe tomar cartas en el asunto para así poder generar una propuesta de valor que le aporte una posible solución a mediano plazo para esta empresa.

Para la realización de esta investigación se utilizó la metodología SLP de Richard Muther la cual se describe en cuatro fases:

3.3.2. 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 recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.

3.3.3. Fase II: Distribución General del Conjunto.

Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

3.3.4. Fase III: Plan de Distribución Detallada

Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

3.3.5. Fase IV: Instalación.

Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

3.3.6. Cálculo de la superficie

Este es un método de cálculo que para cada elemento a distribuir supone que su superficie total necesaria se calcula como la suma de las superficies parciales que contempla la superficie estática (S_s), la superficie de gravitación (S_g) y la superficie de Evolución y movimiento (S_e).

3.3.7. Superficie estática (S_s)

Es la superficie correspondiente de máquinas e instalaciones

3.3.7.1. Superficie de gravitación (S_g)

Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material apropiado para operaciones en curso.

Esta superficie se obtiene para cada elemento móvil, multiplicando para la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el equipo o maquina deben ser utilizados.

$$Sg = Ss * N$$

3.3.7.2. Superficie de evolución (Se)

Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para desplazamientos de personal y mantenimiento.

$$Se = Ss + Sg * K$$

Dónde:

K=Depende del tipo de industrias (Coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3, dependiendo de la razón de la empresa)

Tabla N° 2 Valores predefinidos del coeficiente K

| RAZÓN DE LA EMPRESA | K |
|--|-----------|
| Fran industria alimenticia | 0.05-0.15 |
| Trabajo en cadena, transporte mecánico | 0.10-0.15 |
| Textil hilado | 0.05-0.25 |
| Textil tejido | 0.05-0.25 |
| Relojería joyería | 0.75-1 |
| Industria mecánica pequeña | 1.50-2 |
| Industria mecánica | 2-3 |

Nota: Valores para K Obtenido de: Salazar López Bryan

Y por último la superficie total se obtiene de la sumatoria de todas las superficies anteriores: $St = Ss + Sg + Se$

4. CAPITULO IV: Resultados De La Investigación

4.1. Análisis, Interpretación y representación de resultados

4.1.1. Análisis del problema

La empresa AGROFRUIT PURAFRUTA se encuentra instalada en una localidad alquilada, por lo que cuenta con un espacio limitado para ubicar sus equipos y al estar cerca una máquina de otra produce contaminación cruzada entre procesos, para determinar estos problemas se utilizó la observación directa en la empresa y se realizó una entrevista a sus trabajadores y el gerente propietario la cual se detalla a continuación:

¿Cuál es el principal problema que usted percibe dentro la planta de producción?

"El espacio es muy reducido, no se puede realizar varios procesos a la vez, ya que al estar activos el despulpador y la marmita existe el riesgo de chocar entre los trabajadores y al manejar máquinas con altas temperaturas y de altas frecuencias sonoras se hace imposible trabajar en estas 2 áreas de la planta simultáneamente" Operario 1

"No se puede ingresar a otros puestos de trabajo mientras la despulpadora está funcionando, necesita de mucho espacio para colocar los tanques en donde se deposita la pulpa recién hecha" Operario 2

¿Cuál es la máquina que le ha traído más problemas?

"la envasadora tiende a retrasar mucho el trabajo, cada semana hay que hacer al menos una reparación y esto nos quita mucho tiempo, y aparte en cada encendido hay que calibrarla y se pierden algunos sobres de producto" Gerente

"La despulpadora requiere paralizar casi todas las actividades de la planta y dedicarse únicamente a esa actividad, porque ocupa mucho espacio con los tanques que entran y salen, y esto para algunas situaciones limita mucho la producción" Jefe de producción

¿Qué es lo que usted cambiaría de la planta de producción?

“Me gustaría tener más amplitud, aquí por poco estamos apretados entre los tanques y las máquinas” Operario 1

“Debería haber un espacio exclusivo para ubicar los tanques con producto, como no hay el suficiente espacio los tanques se quedan mucho tiempo en una zona en donde se pueden contaminar” Operario 2

Como se puede observar a través del testimonio del personal que labora en la planta de producción, esta tiene problemas de espacio físico limitado, lo cual le impide trabajar a su máxima capacidad y genera incomodidad en los empleados, además de que imposibilita el correcto flujo del producto cuando debe despulpar fruta en no tan grandes cantidades y conjuntamente con los mantenimientos continuos que exige la maquina empacadora provocan retrasos en el flujo de producción y genera retrasos o incluso incumplimiento de los pedidos de esta empresa.

A continuación, se presenta un check list de observación sobre la situación de la planta de producción:

Tabla N° 3 Check List de observaciones

| CHECK LIST | |  | |
|--|----------------------------|---|--|
| Empresa para analizar: AGROFRUIT | | | |
| Encargado: Ing. Luis Luzuriaga | Responsable: Jhonatan Díaz | | |
| Observación | SI | NO | |
| Existen al menos 2 metros de distancia entre maquinarias para evitar la contaminación. | | X | |
| Los trabajadores se ubican en un puesto de trabajo fijo | | X | |
| El producto tiene un recorrido fluido sin cruces o interrupciones. | | X | |
| El producto mantiene la calidad requerida de inicio a fin del proceso. | X | | |
| La empresa mantiene producto semielaborado en stock por paros no programados. | X | | |

| | | |
|---|---|---|
| Las maquinas utilizadas en el proceso son suficientes para cubrir la demanda. | | X |
| El proceso de producción conserva la inocuidad y calidad del producto | X | |

Nota: Check List sobre la situación de la empresa *Obtenido de:* Elaboración propia

En mi observación de la situación actual dentro de la planta de producción, existe un espacio muy limitado que dificulta el correcto flujo del producto, además se ve interrumpido por constantes paradas no programadas en la fase de envasado de producto, dicha maquina debe ser recalibrada durante su encendido y esto provoca perdida de plástico y reenvasado de producto.

En la fase de despulpado de la materia prima se ve limitada debido a que para preservar la inocuidad del producto este debe ser despulpado y almacenado de inmediato en tanques esterilizados y posteriormente llevado a enfriar, dichos tanques ocupan gran parte del espacio de la planta y esto impide casi por completo trabajar en las otras áreas, por lo que estas deben parar sus actividades hasta que el despulpado concluya por completo y los tanques sean retirados.

4.1.2. Índice de capacidad de la planta

Para comenzar esta investigación nos adentramos en el índice de capacidad de planta revisando datos de las bitácoras de producción basándose en una jornada normal en donde se procesa un lote de 500 Kg equivalentes a 5400 sobres de 100g, durante el subproceso de envasado se realiza el control de calidad de los sobres con el producto terminado y se toma una muestra aleatoria de 5 sobres cada 5 minutos, dándonos una muestra de 180 sobres a analizar, tomando como criterio de control el peso, el cual debe ser 100g, sin embargo, se permite una tolerancia de $\pm 10g$ por lo que esta especificación puede variar entre los 110g y 90g respectivamente.

Una vez descrita la situación procedemos a calcular el índice de capacidad de la planta según la siguiente formula (1):

$$Cp = \frac{Es - Ei}{6\sigma} \quad (1)$$

En donde:

Cp es el índice de capacidad

Es es la especificación superior

Ei es la especificación inferior

σ es la desviación estándar

Tomando los datos observados durante el control de peso obtuvimos para los 180 datos una media de 100,25g y para obtener la desviación estándar aplicamos la siguiente formula (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \mu|^2}{N}} \quad (2)$$

En donde:

x es el valor de peso tomado en cada sobre

μ es la media

N es el número total de datos

Reemplazando Obtuvimos lo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1491,75}{180}} = 2,9$$

Por lo que reemplazando en la formula (1) obtenemos lo siguiente:

$$Cp = \frac{110 - 90}{6(2,9)} = 1,16 \quad (1)$$

Tabla N° 4 Valores CP y su interpretación

| Valor del índice | Clase o categoría del proceso | Decisión |
|------------------|-------------------------------|---|
| Cp | | |
| $Cp \geq 2$ | Clase mundial | Si tiene calidad seis sigmas |
| $Cp > 1,33$ | 1 | Adecuado |
| $1 < Cp < 1,33$ | 2 | Parcialmente adecuado, requiere control estricto. |

| | | |
|------------------|---|---|
| $0,67 < C_p < 1$ | 3 | No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. |
| $C_p < 0,67$ | 4 | No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias |

Obtenido de: Gutiérrez H. Control estadístico de calidad y seis sigmas (2009).

Según nuestro resultado, el proceso se encuentra ubicado en la categoría 2 y requiere de un control estricto y a partir de estos datos se elaboró una carta de control P para control por proporción de defectuosos.

Tomando en cuenta los datos de productos defectuosos en un mes de labores de la planta calculamos los valores de proporción P_i mediante la siguiente formula (3):

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (3)$$

Tabla N° 5 Datos para el proceso de envasado de pulpa de fruta

| Subgrupo | Cantidad n_i | Defectuosos d_i | Proporción P_i | Subgrupo | Cantidad n_i | Defectuosos d_i | Proporción P_i |
|----------|-------------------|----------------------|---------------------|----------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 5400 | 100 | 0,019 | 11 | 5405 | 79 | 0,015 |
| 2 | 5420 | 117 | 0,022 | 12 | 5403 | 98 | 0,018 |
| 3 | 5376 | 95 | 0,018 | 13 | 5396 | 49 | 0,009 |
| 4 | 5403 | 106 | 0,020 | 14 | 5378 | 115 | 0,021 |
| 5 | 5400 | 84 | 0,016 | 15 | 5386 | 93 | 0,017 |
| 6 | 5387 | 102 | 0,019 | 16 | 5399 | 72 | 0,013 |
| 7 | 5369 | 98 | 0,018 | 17 | 5400 | 59 | 0,011 |
| 8 | 5429 | 79 | 0,015 | 18 | 5386 | 103 | 0,019 |
| 9 | 5423 | 119 | 0,022 | 19 | 5426 | 74 | 0,014 |
| 10 | 5395 | 56 | 0,010 | 20 | 5418 | 68 | 0,013 |

Nota: Datos de proporción P_i *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Para calcular los límites de control es necesario obtener la proporción promedio \underline{p} y el tamaño de subgrupo promedio \underline{n}

$$\underline{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de inspeccionados}} = \frac{1766}{107999} = 0,016 \quad (4)$$

$$\underline{n} = \frac{\text{Total de inspeccionados}}{\text{Total de subgrupos}} = \frac{107999}{20} = 5400 \quad (5)$$

Y con estos datos ya podemos calcular los límites de control para elaborar nuestra carta P y graficar nuestros puntos:

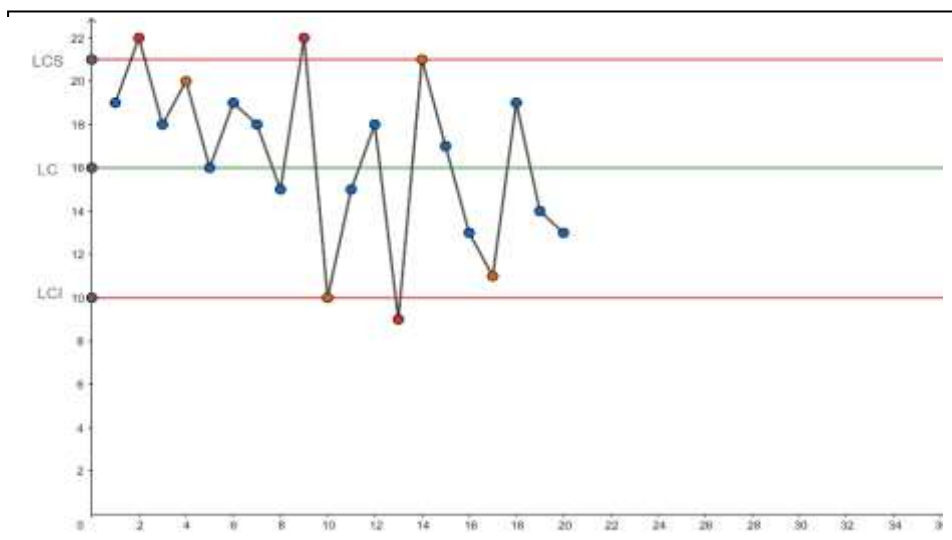
$$LCS = \underline{p} + 3\sqrt{\frac{\underline{p}(1-\underline{p})}{\underline{n}}} = 0,016 + 3\sqrt{\frac{0,016(1-0,016)}{5400}} = 0,021 \quad (6)$$

$$LC = \underline{p} = 0,016 \quad (7)$$

$$LCI = \underline{p} - 3\sqrt{\frac{\underline{p}(1-\underline{p})}{\underline{n}}} = 0,016 - 3\sqrt{\frac{0,016(1-0,016)}{5400}} = 0,010 \quad (8)$$

Por último, graficamos nuestra grafica de control tomando en cuenta que en el eje x se encuentran los números de subgrupo y en el eje y la proporción P_i

Gráfico N° 1 Carta de control P



Nota: Grafica de puntos de proporción P_i Obtenido de: Agrofruit desarrollo propio

Como se puede observar en la gráfica anterior el proceso se encuentra parcialmente controlado, sin embargo, en los puntos 2, 9 y 15 están fuera de los límites de control lo cual nos indica que hubo un número excesivo de productos defectuosos, investigando sus causas

se identificó que la maquina presentó problemas en su funcionamiento por lo que ocasionó ruptura en los sobres, errores de peso, sobres vacíos, entre otros. Es por eso que este tipo de máquinas requieren una calibración por lo cual no se puede parar la máquina ya que cada parada requiere una nueva calibración y esto produce productos defectuosos.

4.1.3. Demanda Insatisfecha

Para calcular la demanda insatisfecha se ha realizado una encuesta, tomando una muestra representativa de la población económicamente activa (PEA) de la ciudad de Píllaro tomando los datos del Instituto nacional de estadísticas y censos (INEC), lo cual se detalla a continuación (ver Tabla 5.):

Tabla N° 6 B Población de estudio (Cantón Píllaro)

| Dato Requerido | Detalle |
|---------------------|---|
| Población general | 38.4 mil hab. (7.6% respecto a la provincia de Tungurahua), |
| Población urbana | 19.4% |
| Población rural | 80.6% |
| Población femenina | 52.8% |
| Población masculina | 47.2% |
| PEA | 55.7% (7.1% de la PEA de la provincia de Tungurahua) |

Nota. PEA: Muestra representativa de la población económicamente activa. *Obtenido de:* INEC 2019

Basados en estos datos se realizó el cálculo de la muestra para realizar la encuesta, tomando en cuenta que 55,7% de 38400 habitantes del cantón obtuvimos una PEA de 21389, lo cual nos ayudará más adelante.

Tomamos como nuestro tamaño de población a la PEA del cantón, para un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5%, los valores de éxito y fracaso se tomarán como 50% ya que no se tiene una investigación previa a esta y lo reemplazamos en la siguiente fórmula (9):

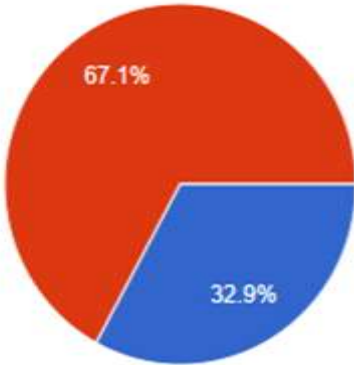
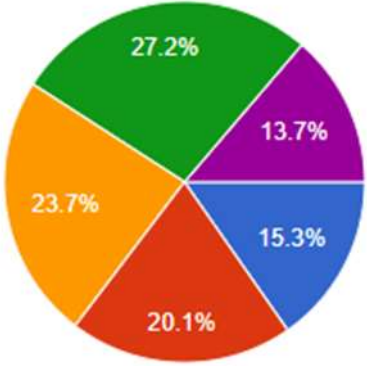
$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (9)$$

$$n = \frac{21389 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (21389 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

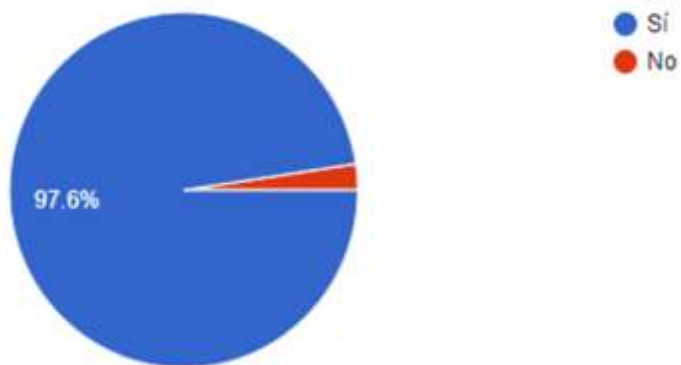
$$n = 378$$

Una vez calculado el tamaño de muestra para nuestra investigación procedemos con la encuesta, a continuación, se detallan los resultados de esta a través de gráficos:

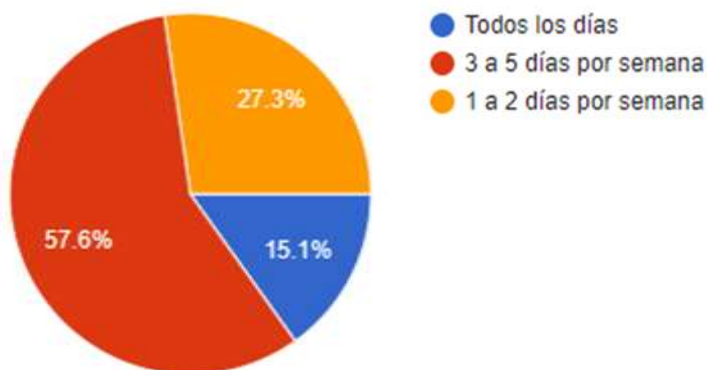
Resultados de datos encuestados

| <i>Pregunta</i> | <i>Dato Tabulado</i> | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 1. Sexo |  <p>Legend: ● Hombre (blue), ● Mujer (red)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sexo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hombre</td> <td>32.9%</td> </tr> <tr> <td>Mujer</td> <td>67.1%</td> </tr> </tbody> </table> | Sexo | Porcentaje | Hombre | 32.9% | Mujer | 67.1% | | | | | | |
| Sexo | Porcentaje | | | | | | | | | | | | |
| Hombre | 32.9% | | | | | | | | | | | | |
| Mujer | 67.1% | | | | | | | | | | | | |
| 2. Edad |  <p>Legend: ● 18-24 (blue), ● 25-30 (red), ● 31-36 (orange), ● 37-42 (green), ● 43 o más (purple)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Edad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18-24</td> <td>15.3%</td> </tr> <tr> <td>25-30</td> <td>20.1%</td> </tr> <tr> <td>31-36</td> <td>23.7%</td> </tr> <tr> <td>37-42</td> <td>27.2%</td> </tr> <tr> <td>43 o más</td> <td>13.7%</td> </tr> </tbody> </table> | Edad | Porcentaje | 18-24 | 15.3% | 25-30 | 20.1% | 31-36 | 23.7% | 37-42 | 27.2% | 43 o más | 13.7% |
| Edad | Porcentaje | | | | | | | | | | | | |
| 18-24 | 15.3% | | | | | | | | | | | | |
| 25-30 | 20.1% | | | | | | | | | | | | |
| 31-36 | 23.7% | | | | | | | | | | | | |
| 37-42 | 27.2% | | | | | | | | | | | | |
| 43 o más | 13.7% | | | | | | | | | | | | |

3. ¿Usted consume jugo de fruta o similares?



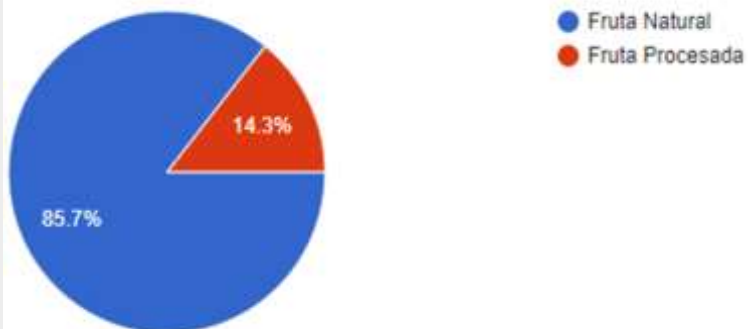
4. ¿Con que frecuencia toma jugo de fruta o similares?



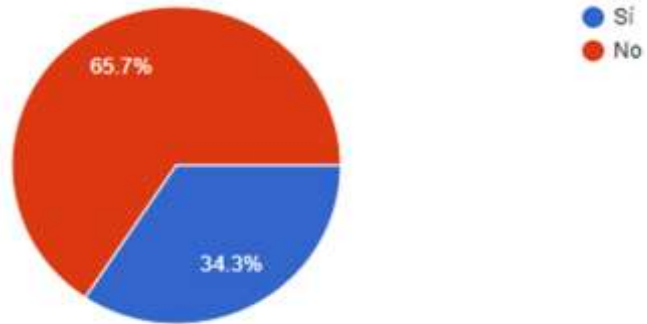
5. ¿En dónde compra los ingredientes para su jugo normalmente?



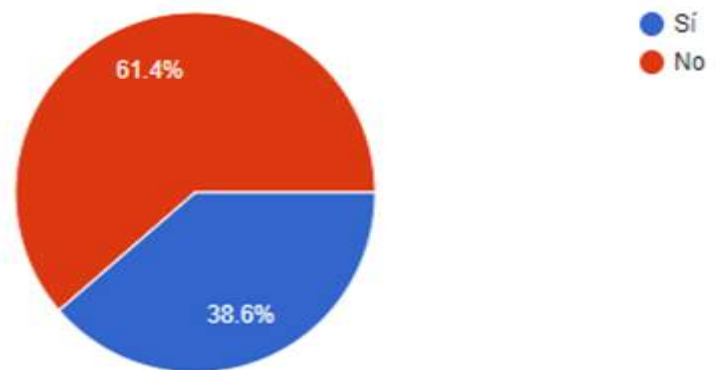
6. ¿Qué es lo que utiliza con mayor frecuencia para preparar sus jugos o bebidas?



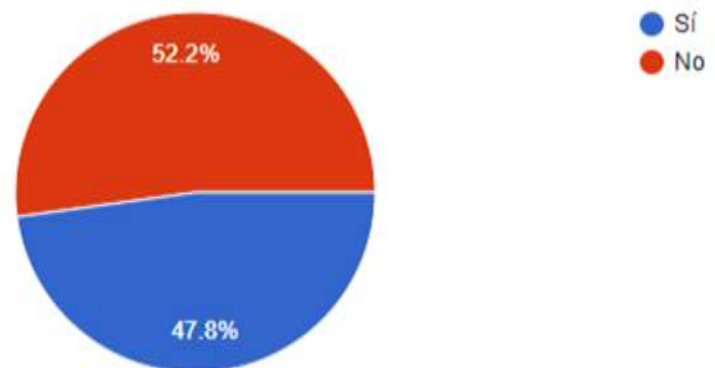
7. ¿Ha escuchado a cerca de los productos AGROFRUIT?



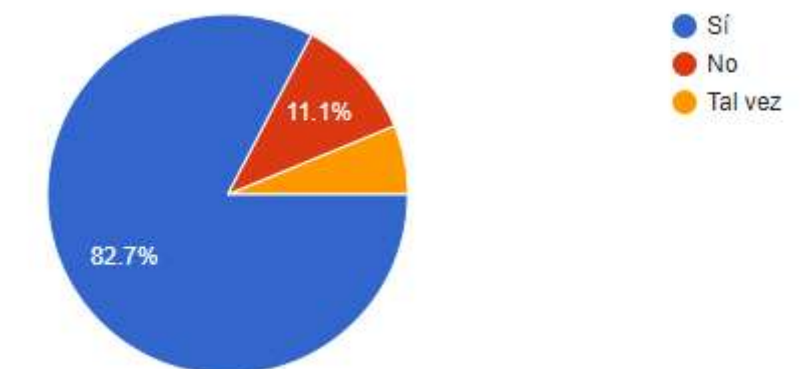
8. ¿Sabía que 100g de pulpa congelada rinde hasta 2 litros de jugo sin esfuerzo?



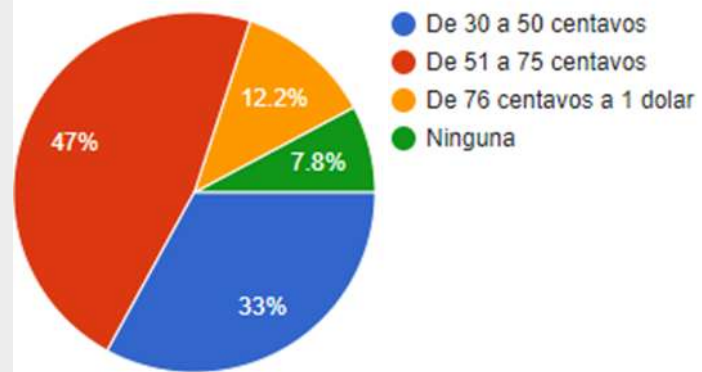
9. ¿Sabía que puede utilizar pulpa de fruta congelada para preparar helados?



10. ¿Usted reemplazaría la fruta natural por pulpa de fruta congelada?



11. ¿Cuánto pagaría por 100g de pulpa de fruta congelada?



Nota. Tabulación de datos obtenidos de las encuestas.

Pregunta 1.

El 67.1 % de los encuestados son mujeres, este sesgo se debe a que la mayor parte de amas de casa son las que mayormente utilizan frutas o pulpas de fruta para hacer los jugos, sin descartar que también lo hacen los hombres.

Pregunta 2.

Esta pregunta está dirigida hacia el conocimiento de los segmentos de edad de las personas encuestadas, obteniendo homogeneidad de todos los segmentos en las encuestas realizadas, lo que se traduce que, las personas de todas las edades fueron encuestadas, a partir de los 18 años que son los potenciales compradores de productos como los que estamos analizando.

Pregunta 3.

El 97,6% de los encuestados consume jugo de fruta o similares, lo que significa que ese porcentaje son los consumidores de pulpa de fruta o fruta fresca mediante el consumo de jugos de fruta o similares. Es decir, el 2.4% no consumiría estrictamente pulpa de fruta. Este dato servirá posteriormente para el cálculo de la demanda insatisfecha.

Pregunta 4.

Del 97,6 % que consumen jugos de fruta o similares, el 57,6% que es la mayoría de los encuestados, consumen los jugos de fruta o similares diariamente, el 27,35% lo consumen de 3 a 5 días por semana y apenas el 15,1% consumen de 1 a 2 días dichos

productos. Lo que significa que las personas consumen jugos de fruta o similares en un promedio de 5 días.

Pregunta 5.

Con esta pregunta se puede analizar que el 46,2% compra en el mercado o feria local, el 38,9% en las tiendas y el 14,35% en los supermercados, es decir la mayor parte de las personas compran en el mercado o tiendas y muy poca gente en los supermercados.

Pregunta 6.

El 85,7% utiliza fruta fresca para procesar sus jugos o similares y apenas del 14,3 % utiliza pulpa de fruta. Lo que significa que muy pocas personas utilizan o conocen de la pulpa de fruta.

Pregunta 7.

El 34,3% ha escuchado de los productos AGROFRUIT PURAFRUTA, y un 65,7% de los encuestados no conocen los productos AGROFRUIT y sus beneficios, lo cual abre una gran posibilidad de incrementar la demanda de producto a nivel local.

Pregunta 8.

Además, el 61,4% desconoce del rendimiento de la pulpa de fruta y sus facilidades de preparación con respecto a la utilización de la fruta fresca, lo cual hace referencia a la falta de publicidad que existe de parte de los productores de pulpa de fruta.

Pregunta 9.

El 52,2% de las personas encuestadas desconocen que la pulpa de fruta se puede utilizar en la producción de helados, lo cual abre otro tipo de mercado local que es el uso de pulpa de fruta para la elaboración de helados, teniendo en cuenta que en el Cantón Píllaro existe muchos productores de helados a nivel artesanal.

Pregunta 10.

La gran mayoría de las personas que representan un 82,7% reemplazarían la pulpa de fruta por la fruta fresca, esto nos da a conocer la potencial demanda insatisfecha local.

Pregunta 11.

Apenas el 7,8% de los encuestados no están dispuestos a pagar un precio por el producto pulpa de fruta 100 g, lo que significa que la gran mayoría estaría dispuesta a pagar por el producto pulpa de fruta 100 g AGROFRUIT PURAFRUTA que tiene un precio promedio de 30 a 50 centavos por unidad.

En resumen, de las encuestas puedo concluir: que fueron realizadas a una población homogénea en cuanto, a la edad y sexo, también estos datos nos sirven para calcular la demanda local insatisfecha.

Cálculo de la Demanda Insatisfecha Local (Cantón Píllaro).

Considerando la siguiente información:

Población Económicamente Activa del Cantón Píllaro (PEA) = 21389

Consumen jugos o similares = 97,6%

Utiliza fruta fresca para elaborar sus jugos o similares = 85,7%

Utiliza pulpa de fruta para elaborar sus jugos o similares = 14,3%

Conocen la marca AGROFRUIT PURAFRUTA = 65,7%

Desconocen la marca AGROFRUIT PURAFRUTA = 34,3%

Reemplazaría la pulpa de fruta por la utilización de fruta fresca = 82,7%

Uso de pulpa de fruta = al menos 1 día a la semana 100 g diarios por persona encuestada = 100 g o 0,1 Kg/semana/persona encuestada

Personas del Cantón que consumen jugos o similares $21389 * 0,976 = 20876$

Personas del Cantón que utilizan fruta fresca para elaborar sus jugos o similares $20876 * 0,857 = 17891$

Personas que utilizarían la pulpa de fruta en lugar de la fruta fresca para elaborar sus jugos o similares $17891 * 0,827 = 14796$

Potenciales clientes que utilizarían pulpa de fruta en lugar de fruta fresca en el Cantón Píllaro = 14796

Personas que utilizan pulpa de fruta para elaborar sus jugos y similares $20876 * 0,143 = 2985$

Potenciales clientes que ya consumen pulpa de fruta y conocen los productos AGROFRUIT PURAFRUTA $2985 * 0,657 = 1961$

Personas que utilizan pulpa de fruta para elaborar sus jugos y similares $20876 * 0,143 = 2985$

Potenciales clientes que ya consumen pulpa de fruta y desconocen los productos AGROFRUIT PURAFRUTA $2985 * 0,343 = 1024$

Potenciales Clientes que comprarían pulpa de fruta en el Cantón Píllaro = $14796 + 1961 + 1024 = 17781$

Cantidad utilizada por persona encuesta 0,1 Kg semanales = $0,4 \text{ Kg/mensuales} = 4,8 \text{ Kg/año/persona}$

Demanda Insatisfecha Local = $17781 * 4,8 = 85348 \text{ Kg / año} = 7112 \text{ Kg / mes}$

Lo que significa que al menos se duplicaría la venta de los productos AGROFRUIT PURAFRUTA solamente en venta local, promoviendo publicidad.

Incremento de ventas Cliente Actual por proyección anual y desarrollo de nuevos sabores.

De acuerdo con los datos proporcionados por el mayor cliente de la empresa que representa a una franquicia internacional y que es cliente de la empresa por más de 8 años, tenemos una proyección anual y además un estimado en productos por nuevos desarrollos de sabores los cuales ingresarían por ser proveedor de muchos años.

Tabla N° 7 Proyección de la demanda en los próximos años

| PRODUCTO | AÑO 2022 | AÑO 2023 | AÑO 2024 |
|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Pulpa de mora 100 g | 4 Ton / mes | 5 Ton / mes | 6 Ton / mes |
| Nuevos productos | 1 Ton / mes | 2 Ton / mes | 2,5 Ton / mes |


Nota: información proporcionada por el mayor cliente de la empresa

Por lo tanto, la planta AGROFRUIT PURAFRUTA requiere un rediseño para poder ajustarse a esta nueva demanda de producto tanto por la demanda local insatisfecha como por el incremento de ventas de sus clientes.

4.1.4. Registro Histórico de producción

Se elaboró una tabla utilizando los datos de los registros de producción de la planta durante el último semestre del año 2021, estos nos sirvieron para determinar si existe cumplimiento total de los pedidos que maneja la planta de producción y calcular su productividad.

Tabla N° 8 Bitácora del registro de producción segundo semestre 2021


|  BITACORA DE PRODUCCION MENSUAL (Segundo semestre 2021) | | | | | |
|---|------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | PRODUCTO: Mora | RESPONSABLE: J.Ortiz | Revisado por: Ing. L. Luzuriaga | |
| <i>Mes</i> | <i>Semana N°</i> | <i>Cantidad Producida (Kg)</i> | <i>Cantidad Solicitada (Kg)</i> | <i>Cumplimiento</i> | |
| Julio | semana 1 | 790 | 3000 | SI CUMPLE | |
| | semana 2 | 750 | | | |
| | semana 3 | 756 | | | |
| | semana 4 | 760 | | | |
| | TOTAL | 3056 | | | |
| Agosto | semana 1 | 732 | 3000 | NO CUMPLE | |
| | semana 2 | 700 | | | |
| | semana 3 | 745 | | | |
| | semana 4 | 750 | | | |
| | TOTAL | 2927 | | | |
| Septiembre | semana 1 | 756 | 3000 | SI CUMPLE | |
| | semana 2 | 754 | | | |
| | semana 3 | 752 | | | |
| | semana 4 | 749 | | | |
| | TOTAL | 3011 | | | |
| Octubre | semana 1 | 750 | 3000 | SI CUMPLE | |
| | semana 2 | 762 | | | |
| | semana 3 | 760 | | | |
| | semana 4 | 751 | | | |
| | TOTAL | 3023 | | | |
| Noviembre | semana 1 | 800 | 3000 | NO CUMPLE | |
| | semana 2 | 680 | | | |
| | semana 3 | 750 | | | |
| | semana 4 | 760 | | | |
| | TOTAL | 2990 | | | |
| Diciembre | semana 1 | 753 | 3000 | SI CUMPLE | |
| | semana 2 | 753 | | | |
| | semana 3 | 746 | | | |

| | | | | |
|--|----------|------|--|--|
| | semana 4 | 750 | | |
| | TOTAL | 3002 | | |

Nota. Detalle de producción de pulpa de fruta *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Como se puede observar en la tabla anterior en los últimos 7 meses del 2021 la empresa tuvo una demanda fija de 3000 Kg de producto mensual de los cuales han existido 2 meses en concreto en los cuales no se ha podido cumplir con la cantidad de producto solicitada por el cliente por diferentes motivos, pero el principal ha sido retrasos por daño de alguna máquina o falta de espacio físico en bodega. En comparación al mismo periodo del año 2020 en donde podemos observar un mejor cumplimiento, demostrado en la siguiente tabla:

Tabla N° 9 Bitácora del registro de producción segundo semestre 2020

|  BITACORA DE PRODUCCION MENSUAL (Segundo semestre 2020) | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------|--|---------------------|
| | PRODUCTO: Mora | RESPONSABLE: J.Ortiz | Revisado por: Ing. L. Luzuriaga | |
| <i>Mes</i> | <i>Semana N°</i> | <i>Cantidad Producida (Kg)</i> | <i>Cantidad Solicitada (Kg)</i> | <i>Cumplimiento</i> |
| Julio | semana 1 | 600 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 650 | | |
| | semana 3 | 700 | | |
| | semana 4 | 600 | | |
| | TOTAL | 2550 | | |
| Agosto | semana 1 | 800 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 450 | | |
| | semana 3 | 500 | | |
| | semana 4 | 850 | | |
| | TOTAL | 2600 | | |
| Septiembre | semana 1 | 750 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 750 | | |
| | semana 3 | 550 | | |
| | semana 4 | 450 | | |
| | TOTAL | 2500 | | |
| Octubre | semana 1 | 800 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 550 | | |
| | semana 3 | 600 | | |
| | semana 4 | 600 | | |
| | TOTAL | 2550 | | |

| | | | | |
|-----------|----------|------|------|--------------|
| Noviembre | semana 1 | 650 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 550 | | |
| | semana 3 | 650 | | |
| | semana 4 | 700 | | |
| | TOTAL | 2550 | | |
| Diciembre | semana 1 | 500 | 2500 | SI CUMPLE |
| | semana 2 | 1000 | | |
| | semana 3 | 750 | | |
| | semana 4 | 400 | | |
| | TOTAL | 2650 | | |

Nota. Detalle de producción de pulpa de fruta *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Cabe recalcar que en el ese periodo la demanda había sido de 2500 Kg de producto mensuales y para el siguiente año obtuvo un aumento de 500 Kg debido en gran medida a la reactivación económica propuesta por el gobierno nacional, el retiro progresivo de restricciones y se espera que esta demanda siga creciendo en los años venideros, tal como se observa en tabla de incremento de ventas de su cliente.

Sin embargo, si este caso llegara a darse la capacidad actual de la planta se vería comprometida, puesto que con el aumento actual de la demanda ha sufrido incumplimientos con sus clientes y esto lleva a la empresa a requerir una infraestructura mayor y mayor número de máquinas.

4.1.5. Diseño de producto y proceso de producción

Tabla N° 10 Ficha técnica del producto

| FICHA TÉCNICA | |
|---|---|
| DATOS DE LA EMPRESA | |
| Razón Social: AGROFRUIT - PURAFRUTA | Marca:  |
| Dirección Fiscal: Píllaro/ San Miguelito/ Calles Albaricoques y Capulíes. | |
| Dirección del centro de fabricación: Píllaro/ San Miguelito/ Calles Albaricoques y Capulíes. | |
| Propietario: Ing. Luis Luzuriaga | |
| R.G.S.A. 596726251 | |
| Teléfono: 0988309728 | |
| Pedidos: purafruta@yahoo.com | |
| DATOS DEL PRODUCTO | |

| | |
|--|--|
| Producto: Pulpa de frutas |  |
| Nombre del Producto: Pulpa de fruta | |
| Formato: 100 g | |
| Duración: Un año en congelación. | |
| CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS | |
| Aroma/Sabor/Persistencia: Aroma característico a fruta concentrado, sabor fuerte, no contiene azúcar | |
| MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES | |
| Pulpa de fruta extraída de manera natural, pasteurizada, envasada y congelada para su conservación (no contiene azúcar) | |
| MARCADO, IDENTIFICACIÓN DE LOTE Y FECHA DE CONSUMO PREFERENTE | |
| Impreso en la etiqueta que acompaña al producto, en el momento del envasado. | |
| Identificación del Lote: Fecha de fabricación del producto. | |
| Fecha de consumo preferente: Entre los 21 días y 3 meses post fabricación. | |
| ENVASADO Y ETIQUETADO | |
| El envasado se va realizando según programación de pedidos. | |
| Forma de envasado: Se envasa de manera automática una vez terminado el proceso de pasteurización y se envía a congelar de manera inmediata. | |
| Etiquetado: Tal y como figura en la etiqueta: Marca, Producto, Nombre del producto, Lote y Fecha de consumo preferente, Condiciones de conservación, R.G.S.A., Identificación del fabricante, Listado de ingredientes. | |
| ALMACENAMIENTO EN FABRICA | |
| La materia prima se atiende de manera inmediata tras su despacho en fabrica, luego se procede a limpiar y procesar para obtener la pulpa de fruta, una vez se obtiene se la pasteuriza para garantizar la inocuidad y se congela para su conservación. | |
| TRANSPORTE | |
| El transporte del producto se realizará respetando en todo momento las condiciones generales de transporte y manteniendo la cadena de frío desde la fábrica hasta el cliente | |
| CONSERVACIÓN Y MODO DE EMPLEO | |
| Conservación: Conservar en congelación entre los -15°C y -20°C | |
| Modo de empleo: 100 gramos de pulpa de fruta congelada pueden rendir hasta 2 litros de jugo, únicamente agregue agua y azúcar al gusto | |
| INTOLERANCIAS Y GRUPOS DE RIESGO | |

Nota. Detalle de la ficha técnica del producto *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

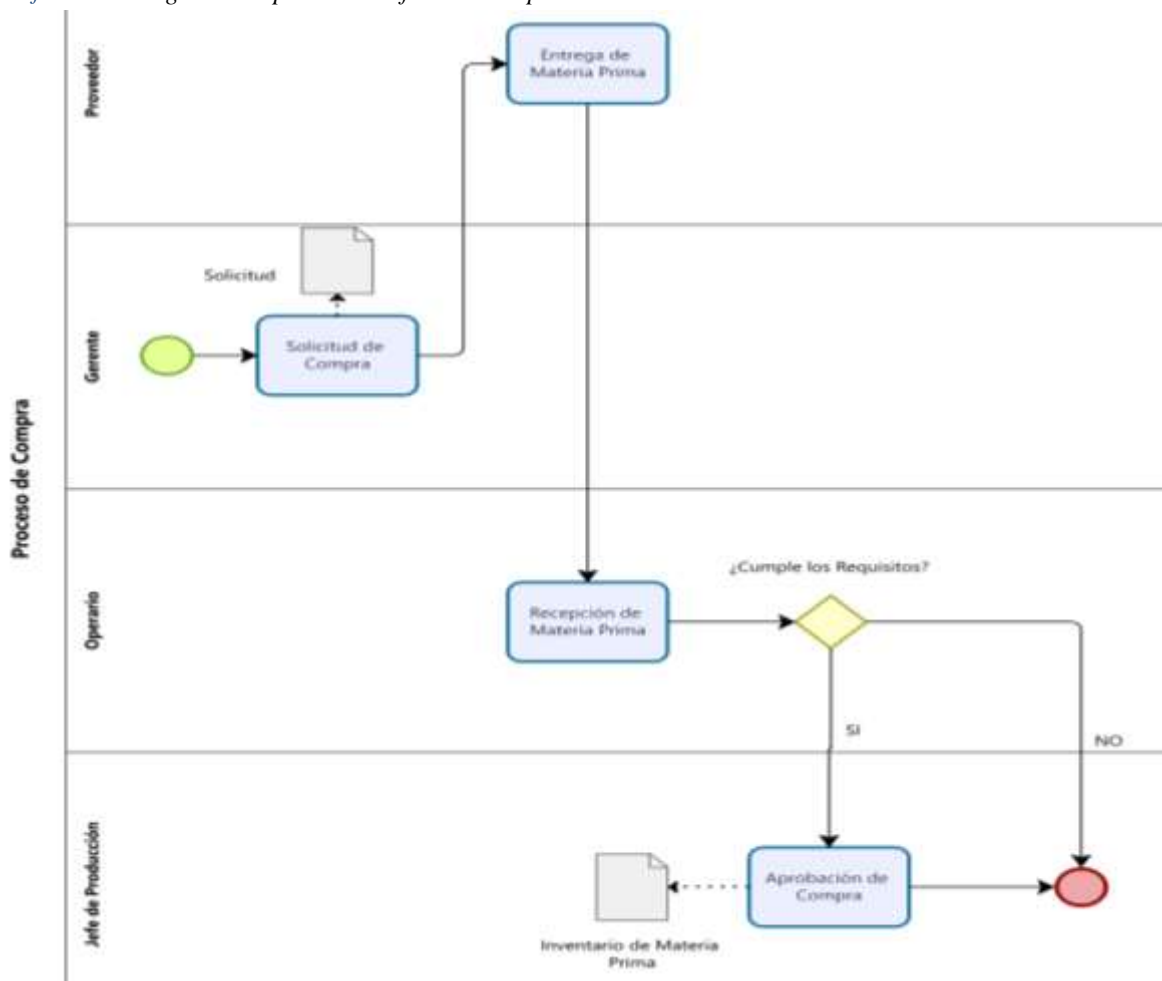
4.1.6. Introducción al proceso de producción

Se define pulpa a la parte comestible de las frutas sin fermentar y sin eliminar el jugo obtenido mediante procesos tecnológicos adecuados, las frutas deben estar sanas, frescas y limpias. Existe una gran variedad de pulpas, puede ser de una sola fruta o mixto todo va de acuerdo según la norma NTE INEN 2337:2008 “JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS”

4.1.7. Diagrama del proceso de producción

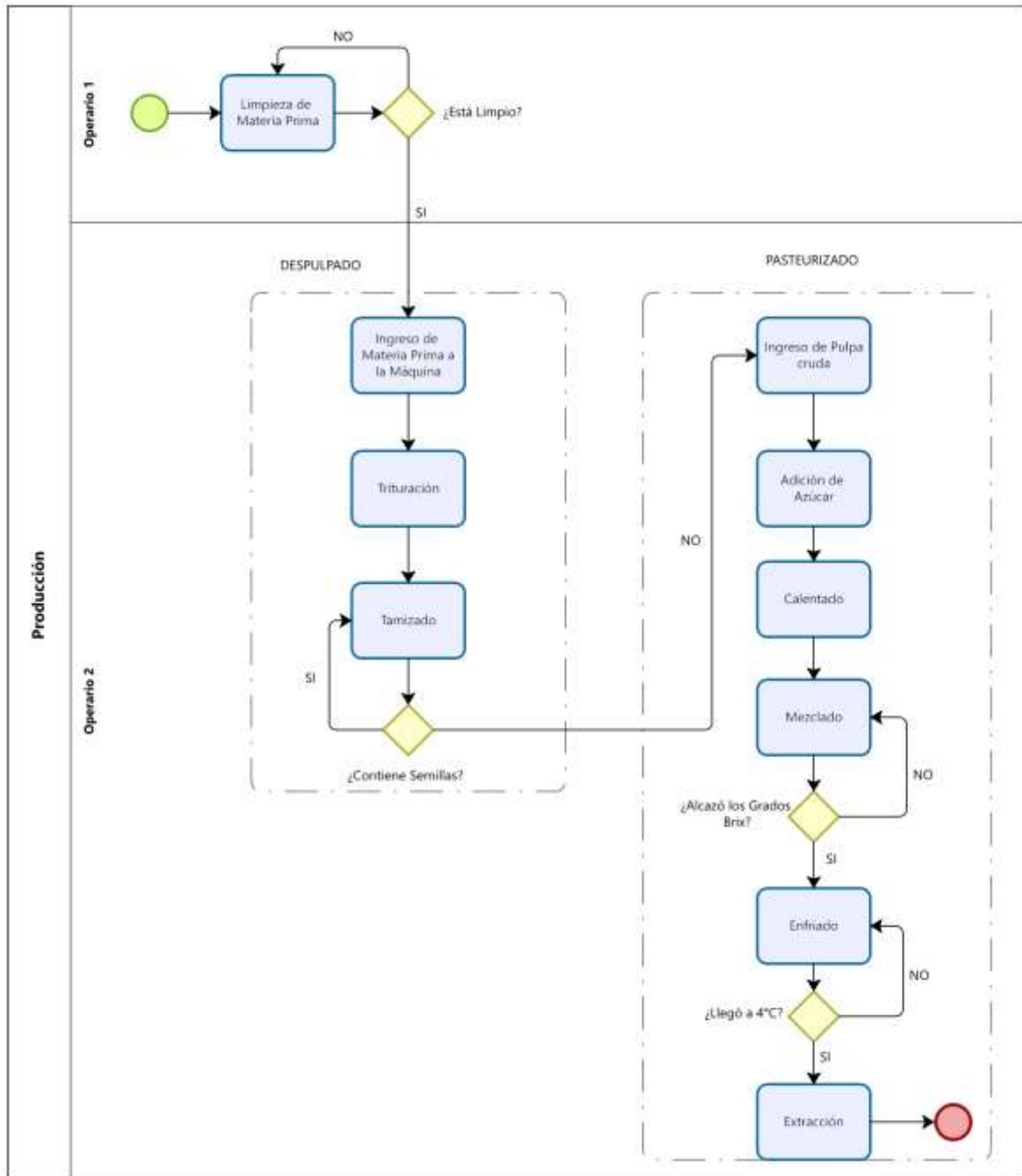
AGROFRUIT tiene sus procesos de producción definidos para cada tipo de fruta, sin embargo, en esta investigación se diseñó un proceso estándar que aplica a todas las pulpas de fruta. En este diagrama de proceso están contenidos todos los pasos a seguir desde la adquisición y recepción de materia prima hasta la distribución hacia los diferentes puntos de venta.

Gráfico N° 2 Diagrama de producción fase de compras



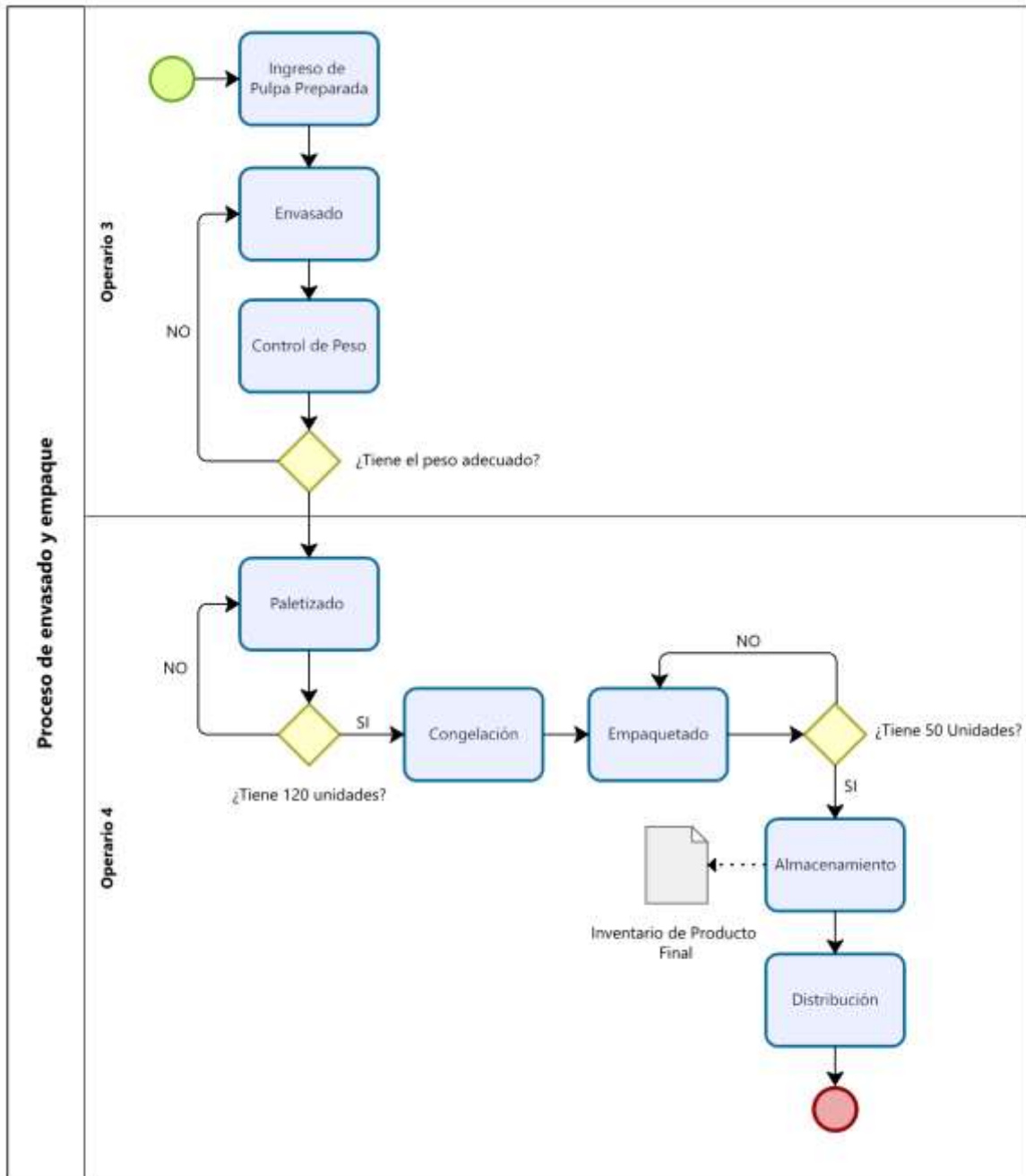
Nota. fase de compra de materia prima *obtenido de:* elaboración propia

Gráfico N° 3 Fase de producción de pulpa de fruta



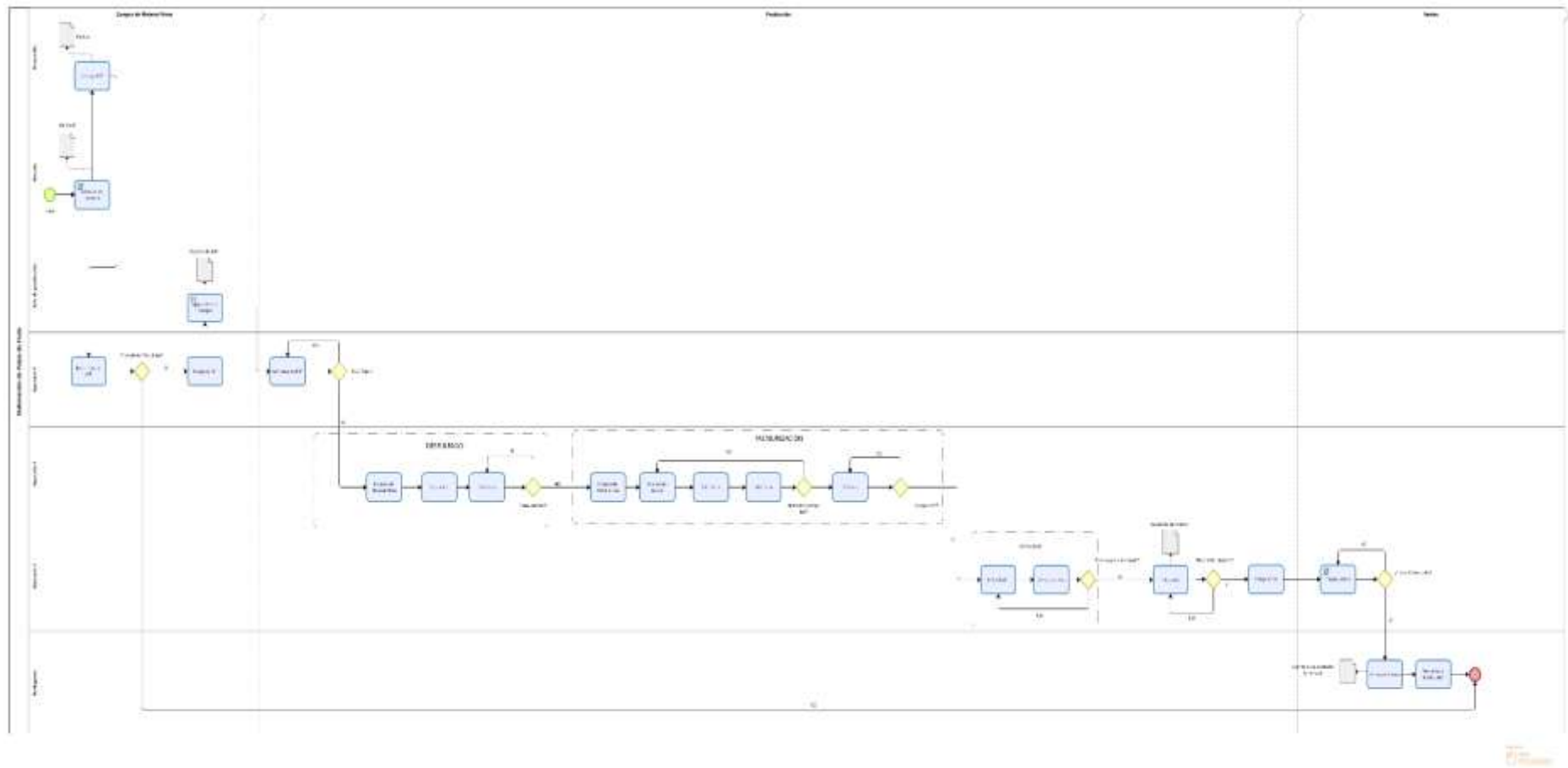
Nota. Fase de producción de pulpa de fruta *Obtenido de:* Elaboración Propia

Gráfico N° 4 Fase de envasado y empaquetado de producto



Nota. Fase de envasado y empaquetado de producto *Obtenido de:* Elaboración Propia

Gráfico N° 5 Diagrama del proceso de producción completo



Nota. Diagrama del proceso *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Para ver en resolución completa haga clic aquí: https://drive.google.com/file/d/1hVj6Zu39my_BITilfm7sE4fiMvSOhDqf/view?usp=sharing

4.1.8. Descripción del proceso de obtención de pulpa de fruta

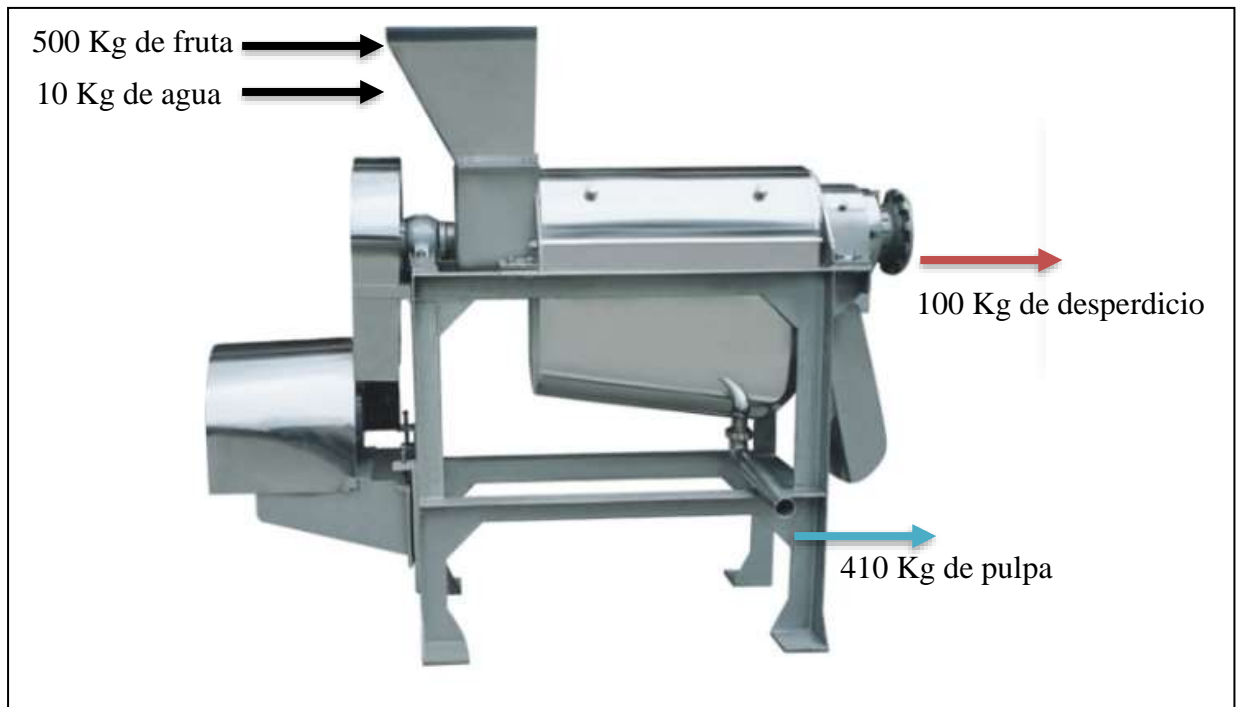
Tabla N° 11 Descripción de actividades

| Nombre del Elemento | Descripción del Elemento | Ejecutantes | Responsable |
|----------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Solicitud de compra | Se realiza una solicitud dirigida al proveedor de la materia prima necesaria | Gerente | Gerente |
| Entrega Materia prima | El proveedor entrega la Materia prima solicitada por la empresa en el tiempo y lugar acordado | Proveedor | Proveedor |
| Recepción de Materia prima | La Materia prima es descargada en el área designada y se verifica que este en las condiciones adecuadas | Operario 1 | Jefe de producción |
| Pesaje de Materia prima | Se pesa la Materia prima para verificar la cantidad de insumos a usar y la pulpa que se obtendrá | Operario 1 | Operario 1 |
| Aprobación la Compra | Verifica que las condiciones de la Materia prima y realiza el pago respectivo | Jefe de producción | Jefe de producción |
| Limpieza de Materia prima | Se elimina la fruta que no tenga las características organolépticas adecuadas, grado de madurez óptimo y presencia de magulladuras o pudrición | Operario 1 | Jefe de producción |
| Despulpado | En este ya interviene el equipo necesario que despulpa automáticamente la materia prima, separando la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras y otros. | Operario 2 | Jefe de producción |
| Pasteurizado | Se somete a la pulpa de fruta obtenida del proceso anterior a un choque térmico, pasando de calentarla a 60°C hasta los 4°C para garantizar la inocuidad del producto. | Operario 2 | Jefe de producción |
| Envasado | A través de procesos automáticos la pulpa obtenida es porcionada y envasada de acuerdo con la presentación necesaria (100g o 1Kg) | Operario 3 | Jefe de producción |
| Paletizado | Se coloca las unidades de Producto terminado obtenido en gavetas para facilitar su transporte | Operario 3 | Operario 3 |
| Congelación | Las gavetas con producto terminado se almacenan en cuartos fríos a -20 °C durante 12 horas | Operario 3 | Jefe de producción |
| Empaquetado | Una vez congelado el producto se empaqueta en cajas de acuerdo con el pedido del cliente, se pesa y etiqueta. | Operario 3 | Jefe de producción |
| Almacenamiento | Se almacenan las cajas listas para la distribución en su respectiva bodega a la misma temperatura de congelación | Bodeguero | Jefe de producción |
| Despacho a distribuidor | Se traslada las cajas con producto final al camión refrigerado para evitar romper la cadena de frío y que el producto llegue en óptimas condiciones al cliente. | Bodeguero | Bodeguero |

Nota. Descripción del proceso productivo de la pulpa *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

4.1.9. Balance de masa

Gráfico N° 6 Balance de masa para un lote de Mora

























Nota: Balance de masa para un lote de Mora *Obtenido de:* Agroofruit Desarrollo propio

En este caso a través de la observación directa y toma de datos se analizó que por cada lote de 500 Kg de mora que ingresa a la despulpadora 102 eran desperdicios, los cuales incluyen semillas, piel, hojas, entre otros. Por lo que se determinó que la materia prima para este producto tiene un aprovechamiento del 80%.

4.1.10. Diagrama Analítico de Procesos

Para la elaboración de pulpa de fruta se debe pasar por diferentes procesos y maquinarias, los cuales se ven descritos en el siguiente diagrama analítico, aquí se ven reflejadas las actividades, tiempos y movimientos para un lote de producto a ser procesado.

Tabla N° 12 Diagrama analítico del proceso

|  | | AGROFRUIT-PURAFRUTA | | | | | | | |
|---|----------|-----------------------------------|--------------------|---|--|---|---|---|--|
| | | El mejor servicio de la tradición | | | | | | | |
| | | DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO | Proceso actual | x | NOMBRE | JHONATAN ALEXANDER DIAZ | | | |
| | | | Proceso propuesto | | PRODUCTO | PULPA DE MORA | | | |
| | | | | FECHA: | 15/01/2022 | | | | |
| | | | | APROBADO POR: | ING. ANTONIO LUZURIAGA | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | TIEMPO MINUTOS | DISTANCIA A METROS | SIMBOLO | | | | OBSERVACIONES | |
| | | | |  |  |  |  |  | |
| Recepción de materia prima | | 8 | | |  | | | | |
| Limpieza de Materia Prima | | 3 | | |  | | | | |
| Transporte a área de despulpado | | 1 | 12 | | | |  | | |
| Despulpado de fruta | | 90 | | |  | | | | |
| Transporte hacia área de pasteurizado | | 1 | 4 | | | |  | | |
| Pasteurización | | 20 | | |  | | | | |
| Adición de azúcar e insumos | | 1 | | |  | | | | |
| Enfriado | | 5 | |  | | | | | |
| Transporte hacia zona de Envasado | | 1 | 5 | | | |  | | |
| Envasado | | 180 | | |  | | | | |
| Control de peso | | 30 | |  | | | | | |
| Paletizado | | 30 | | |  | | | | |
| Transporte hacia área de Congelación | | 5 | 20 | | | |  | | |
| Congelación | | 720 | | |  | | | | |
| Empaquetado | | 150 | | |  | | | | |
| Almacenamiento | | | | | | | |  | |

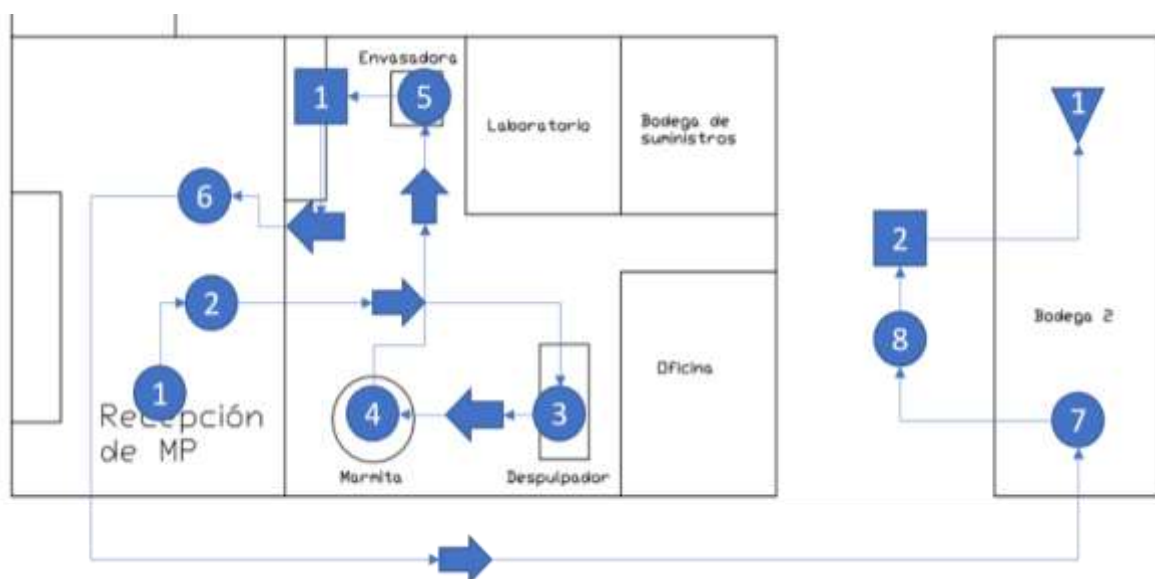
| RESUMEN | | |
|--------------------------|----------|---------|
| Total, de actividades | 16 | |
| Tiempo total | 124 5 | minutos |
| Total de inspecciones | 2 | |
| Total de operaciones | 9 | |
| Total de demoras | 0 | |
| Total de transportes | 4 | |
| Total de almacenamientos | 1 | |
| Distancia total | 41 | metros |

Nota. Diagrama analítico del proceso con detalles importantes *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio.

De esta forma al realizar el análisis del proceso se encuentra con un total de 16 actividades y un tiempo de 20 horas y 45 minutos, teniendo en cuenta que la fase del proceso que más tarda es la congelación, la cual ocupa un mínimo de 12 horas para un lote de 500 Kg, sin embargo, la empresa busca alternativas que ayuden a reducir este tiempo y volverlo más eficiente.

4.1.11. Diagrama recorrido de producto

Gráfico N° 7 Diagrama de recorrido actual







Nota. Diagrama de proceso con sus respectivo recorrido y proceso *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio.

4.1.12. Maquinas requerido para el proceso

El proceso productivo requiere de maquinarias y equipos necesarios para cumplir con los requerimientos, así como para mantener un producto de calidad y aptas para el consumo de las personas, en la siguiente Tabla 11. se muestra a detalle cada equipo.

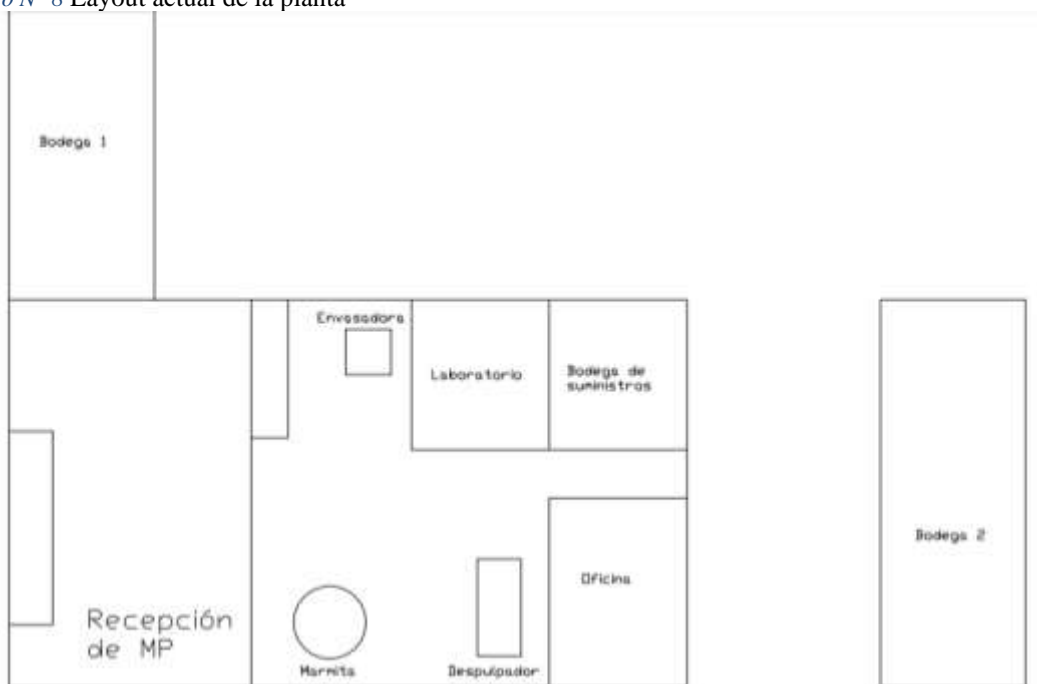
Tabla N° 13 Maquinas implicadas en el proceso

| ÍTEM | CANTIDAD | MÁQUINA | ILUSTRACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|------|----------|-------------|--|---|
| 1 | 1 | Despulpador |  | Equipo que separa la pulpa de la semilla y de la cáscara o piel |
| 2 | 1 | Marmita |  | Esta máquina ha sido diseñada y fabricada para: El calentamiento y cocción de productos alimenticios, bien sea de derivados lácteos o pulpas de frutas. |
| 3 | 1 | Envasadora |  | Máquina enfundadora automática ideal para envasado de una gran variedad de pulpas de frutas de alta y baja viscosidad con o sin fibra. |
| 4 | 1 | Congelador |  | Congela la fruta y la pulpa terminada para su mejor conservación |

4.1.13. Diseño actual de la planta

Se determina el espacio físico de la planta mediante un software de dibujo asistido por computador, obteniendo así el diseño actual que maneja la planta de producción. Estos datos nos servirán como antecedente para determinar los cambios a realizar en el rediseño de planta.

Gráfico N° 8 Layout actual de la planta



Nota. Situación actual en la que se encuentra la empresa *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

4.1.14. Datos de capacidad

Para analizar la capacidad actual de la planta obtuvimos diferentes datos presentados en la siguiente tabla (Ver Tabla 12)

Tabla N° 14 Datos de capacidad actual

| Tabla De Capacidad De Planta | | | |
|------------------------------|---|-------------------|----------------|
| Máquina | Ilustración | Capacidad Nominal | Capacidad Real |
| Congelador |  | 6.5 Ton | 4.3 Ton |

| | | | |
|-------------|--|-----------|----------|
| Despulpador |  | 1000 Kg/h | 700 Kg/h |
| Marmita |  | 1000 Kg/h | 700Kg/h |
| Envasadora |  | 250 Kg/h | 185Kg/h |

Nota: Capacidad actual de la planta *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Para esto se tomó los datos de fichas técnicas de las máquinas que intervienen en el proceso de producción, en donde podemos encontrar su capacidad nominal y posteriormente se analizó los datos reales de la planta durante una semana de trabajo, obteniendo así la capacidad real e identificando la envasadora automática como un posible cuello de botella ya que esta tiene la capacidad menor de tan solo 185 Kg/h y marca un notorio retraso en el avance del proceso de producción y también ha sido la causante de paros repentinos de producción debido a fallos y tareas de mantenimiento no programadas.

4.1.15. Costos de producción

Se muestran los costos de producción que maneja actualmente la planta de producción (ver Tabla 15)

Tabla N° 15 Costos de producción de pulpa de fruta

| COSTOS DE PRODUCCIÓN AGROFRUIT | | | |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Costos Variables | | | |
| | Costo en dólares | Cantidad | Total |
| Materia Prima (Kg) | 1 | 3000 | 3000 |
| Mano De Obra (pago mensual) | 400 | 4 | 1600 |
| Costos De Fabricación (Kg de Pulpa) | 0,6 | 3000 | 1800 |
| Costos De Refrigeración (Kg de Pulpa) | 0,15 | 3000 | 450 |
| Total De Costos Variables | | | 6850 |
| Costos Fijos | | | |
| Energía Eléctrica | 700 | | 700 |
| Agua Potable | 20 | | 20 |
| Alquiler De Local | 130 | | 130 |
| Gastos Administrativos | 120 | | 120 |
| Total De Costos Fijos | | | 970 |
| | | Total Costos | 7820 |
| | | Costo Unitario por Kg | 2,61 |
| | | Precio De Venta Al Publico | 3,25 |
| | | Margen De Utilidad | 20% |

Nota: Tabla de costos de producción *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Como se puede observar en la tabla anterior los costos de producción de la planta se dividen en costos fijos y costos variables, para una demanda promedio de tres toneladas de producto mensual se obtiene un total de \$7.820, esto nos da a entender que cada kilogramo de producto terminado le cuesta a la empresa \$2,61 y lo vende en \$3,25 por lo que su margen de utilidad es del 20% para este producto.

En esta sección comparamos los costos de nuestro producto analizado versus su competencia. En este caso tomaremos como referencia la pulpa de mora ya que fue la más vendida por la empresa hasta 2021 y la compararemos con mora del mercado local, la cual es la que la mayoría de la población utiliza para preparar sus jugos o similares.

Tabla N° 16 Comparación de producto con la fruta en estado natural

| Punto por analizar | Pulpa de Mora | Mora en estado Natural |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Costo por Kilogramo | \$3,25 | \$2 |

| | | |
|----------------------|-----------|-------------|
| Aprovechamiento | 100% | <80% |
| Grados brix | 10 | Variable |
| Modo de conservación | Congelado | Al ambiente |
| Tiempo conservación | 6 meses | máx 3 días |
| Cuanto jugo obtiene | 20 Lt | Variable |

Nota: Tabla de comparación de producto Agrofruit con su competencia *Obtenido de:* Desarrollo propio

Como podemos analizar la pulpa de fruta representa algunas ventajas frente a la fruta en estado natural, tales como el aprovechamiento del 100% del producto versus un porcentaje menor al 80% de la fruta en estado natural lo cual ya hemos analizado en esta investigación.

Por cada Kilogramo de mora que el cliente adquiriera un mínimo de 200g se quedaría como desperdicio, sin contar que parte del producto podría llegar en estado de pudrición y que se requiere de mayor tiempo para preparar la bebida que el cliente requiera.

Por el contrario, al utilizar pulpa de mora no se pierde ningún valor nutricional, se ahorra tiempo de preparación y rinde mucho más gracias a que ya ha pasado por controles estrictos de calidad y de esta forma se compensa el costo final del producto.

4.1.16. Simulación

Se realiza la simulación del proceso de producción mediante el software *Bizagi Modeler* el cual es una poderosa herramienta que nos permite el modelamiento y documentación de procesos, mediante una interfaz intuitiva y eficaz a través de un diagrama de flujo.

En la pantalla de simulación configuramos los parámetros dispuestos por el proceso de producción actual, para nuestro caso de estudio se ingresó los tiempos de producción exactos debido a la poca variabilidad en los resultados de producción diarios, además también el software nos permite asignar los recursos a cada proceso para conocer los involucrados dentro de cada fase del proceso, esto nos servirá como

base para una posterior comparación con los resultados de la nueva planta de producción cuando sea instalada.

Tabla N° 17 Resultados de la simulación

| Nombre | Tipo | Instancias completadas | Tiempo total (h) |
|-------------------------------|---------|------------------------|------------------|
| Elaboración de Pulpa de Fruta | Proceso | 1 | 20,69 |
| Solicitud de compra | Tarea | 1 | 0,03 |
| Recepción de MP | Tarea | 1 | 0,07 |
| Limpieza de MP | Tarea | 1 | 0,05 |
| Trituración | Tarea | 1 | 0,5 |
| Tamizado | Tarea | 1 | 0,5 |
| Mezclado | Tarea | 1 | 0,05 |
| Calentado | Tarea | 1 | 0,17 |
| Enfriado | Tarea | 1 | 0,08 |
| Enfundado | Tarea | 1 | 3 |
| Control de Peso | Tarea | 1 | 0,5 |
| Paletizado | Tarea | 1 | 0,5 |
| Congelación | Tarea | 1 | 12 |
| Empaquetado | Tarea | 1 | 2,50 |
| Almacenamiento | Tarea | 1 | 0 |
| Despacho a distribuidor | Tarea | 1 | 0 |

Nota: Resultado de simulación del proceso actual *Obtenido de:* Desarrollo propio

En la simulación del proceso actual se obtuvo como resultado un total de 20,69 horas lo cual está acorde al análisis del proceso representado por el diagrama analítico (ver Tabla 12).

4.1.17. Diseño de la nueva planta de producción

4.1.17.1. Fase I: Localización

Para este proyecto se han identificado 3 posibles localizaciones en todas ellas los costos de lote, mantenimiento, materia prima y construcción son diferentes, además se han identificado como factores críticos para la continuidad de los procesos la disponibilidad de

energía eléctrica y la materia prima. El siguiente cuadro representa los costos asociados y la calificación de los factores críticos según un estudio previo

- **Ciudad A: Píllaro**
- **Ciudad B: Patate**
- **Ciudad C: Salcedo**

Tabla N° 18 Matriz de priorización

| FACTORES CRÍTICOS | | | FACTORES OBJETIVOS | | | | TOTAL |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | L |
| Ciudades | Energía eléctrica | Materia prima | Costos de lote | Costo de mantenimiento | Costo de materia prima | Costo de construcción | |
| A | 1 | 1 | \$130 | \$140 | \$2 | \$750 | \$1022 |
| B | 1 | 1 | \$140 | \$180 | \$2 | \$820 | \$1142 |
| C | 1 | 1 | \$120 | \$130 | \$2 | \$780 | \$1032 |

El primer paso corresponde a calcular el valor relativo a cada factor objetivo mediante la siguiente formula:

$$f_{0i} = \frac{\frac{1}{C_{ti}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_{ti}}}$$

Es decir, para calcular el valor objetivo de la ciudad A deberá calcularse de la siguiente manera:

$$f_{0A} = \frac{1}{C_{tA} \left(\frac{1}{C_{tA}} + \frac{1}{C_{tB}} + \frac{1}{C_{tC}} \right)}$$

$$f_{0A} = \frac{1}{1022 * \left(\frac{1}{1022} + \frac{1}{1142} + \frac{1}{1032} \right)}$$

$f_{0A} = 0,3465$

$$f_{0B} = \frac{1}{C_{tB} \left(\frac{1}{C_{tA}} + \frac{1}{C_{tB}} + \frac{1}{C_{tC}} \right)}$$

$$f_{0B} = \frac{1}{1142 * \left(\frac{1}{1022} + \frac{1}{1142} + \frac{1}{1032} \right)}$$

$f_{0B} = 0,3102$

$$f_{0C} = \frac{1}{C_{tC} \left(\frac{1}{C_{tA}} + \frac{1}{C_{tB}} + \frac{1}{C_{tC}} \right)}$$

$$f_{0A} = \frac{1}{1032 * (\frac{1}{1022} + \frac{1}{1142} + \frac{1}{1032})}$$

$f_{0C} = 0,3433$

Al ser siempre la suma de los factores objetivos igual a 1, el valor que asume cada uno de ellos es siempre un término relativo entre las distintas alternativas de localización.

El siguiente paso corresponde a la determinación de los factores subjetivos. El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de ponderación que valore os distintos factores.

Tabla N° 19 Calificación de factores subjetivos

| FACTOR SUBJETIVO | PONDERACIÓN | DEFICIENTE | BUENO | EXCELENTE |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------|------------------|
| | <i>N</i> | | | |
| DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA | 40% | 0% | 20% | 40% |
| SERVICIOS COMUNITARIOS | 20% | 0% | 10% | 20% |
| CLIMA SOCIAL | 25% | 0% | 13% | 25% |
| IMPACTO SOCIAL | 15% | 0% | 8% | 15% |
| TOTAL | 100 % | | | |

En el caso que la disponibilidad de la mano de obra de la ciudad A sea buena su ponderación será del 20% en el caso que sea excelente será 40% y de esta manera se determina el resto de los factores según su ponderación y para las ciudades restantes, para nuestro estudio se lo describe en la siguiente tabla.’

Tabla N° 20 Determinación y calificación de factores críticos, objetivos y subjetivos

| FACTOR SUBJETIVO | PONDERACIÓN | CIUDAD A | CIUDAD B | CIUDAD C |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA | 40% | 40% | 20% | 20% |
| SERVICIOS COMUNITARIOS | 20% | 20% | 10% | 10% |
| CLIMA SOCIAL | 25% | 13% | 13% | 25% |
| IMPACTO SOCIAL | 15% | 15% | 8% | 8% |
| TOTAL | 100 % | 88% | 51% | 63% |

El siguiente paso corresponde a la combinación de los factores críticos, objetivos y subjetivos para encontrar índice de localización (I_{li})

$$I_{li} = F_{Ci} \{ F_{Oi} * \alpha + ((1 - \alpha) (F_{si})) \}$$

El α se trata de un nivel de confiabilidad que para el proyecto será 75% $\rightarrow 0,75$

$$I_{liA} = F_{Ci} \{ F_{Oi} * \alpha + ((1 - \alpha) (F_{si})) \}$$

$$I_{liA} = 1 \{ 0,3465 * 0,75 + ((1 - 0,75) (0,88)) \}$$

$$I_{liA} = 0,48$$

$$I_{liB} = F_{Ci} \{ F_{Oi} * \alpha + ((1 - \alpha) (F_{si})) \}$$

$$I_{liB} = 1 \{ 0,3102 * 0,75 + ((1 - 0,75) (0,51)) \}$$

$$I_{liB} = 0,36$$

$$I_{liC} = F_{Ci} \{ F_{Oi} * \alpha + ((1 - \alpha) (F_{si})) \}$$

$$I_{liC} = 1 \{ 0,3433 * 0,75 + ((1 - 0,75) (0,63)) \}$$

$$I_{liC} = 0,41$$

Una vez concluidos estos cálculos se selecciona la ciudad con el índice más alto, lo cual para nuestro estudio es la *Ciudad A* con un índice de localización de 0,48. Por lo que se concluye como la ciudad óptima para la ubicación de la planta es la ciudad de Píllaro.

4.1.17.2. Cálculo de área total de la planta

Tabla N° 21 Cálculo del área

| NÚMERO | ÁREA |
|--------|-----------------------------|
| 1 | Recepción de materia prima |
| 2 | Área de despulpado |
| 3 | Área de pasteurización |
| 4 | Área de envasado |
| 5 | Almacenamiento (congelador) |
| 6 | Laboratorio |
| 7 | Servicios higiénicos |
| 8 | Vestidores |
| 9 | Oficinas |

| | |
|----|---------------------|
| 10 | Bodegas |
| 11 | Comedor |
| 12 | Departamento médico |

Se calculó la superficie para las áreas antes mencionadas en la tabla mediante la metodología SLP obteniendo la superficie estática (Ss), superficie de gravitación (Sg), superficie de evolución (Se) y superficie total (St).

4.1.17.3. Cálculo de superficies

Se realiza el cálculo de la superficie para las principales máquinas que intervienen en el proceso, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla N° 22 Cálculo de superficies

| Máquina | N | n | Ancho | Largo | Ss | Sg | Se | St |
|--------------|---|---|-------|-------|------|------|-------|--------|
| Despulpadora | 6 | 1 | 0,9 | 1,5 | 1,35 | 1,35 | 0,41 | 18,63 |
| Marmita | 3 | 2 | 0,6 | 3,14 | 1,13 | 2,26 | 0,51 | 11,71 |
| Envasadora | 6 | 1 | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,96 | 0,288 | 13,25 |
| Congelador | 2 | 1 | 3 | 8 | 24 | 24 | 7,20 | 110,4 |
| TOTAL | | | | | | | | 153,98 |

Todos los valores de la tabla anterior están representados en metros cuadrados y calculados mediante las fórmulas descritas anteriormente. Para las otras áreas no consideradas en la tabla se tomaron como referencia valores obtenidos del decreto ejecutivo 2393 y también de indicaciones dadas por el propietario y operarios de la planta.

4.1.17.4. Fase II: Distribución general del conjunto

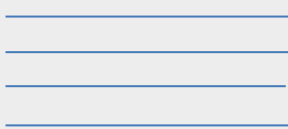

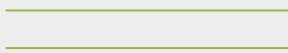




En esta fase determinamos las áreas principales del proceso y su distribución en la planta según la metodología SLP.

Tabla N° 23 Distribución del conjunto

| Numero | |
|--------|-------------|
| 1 | Por control |
| 2 | Por higiene |

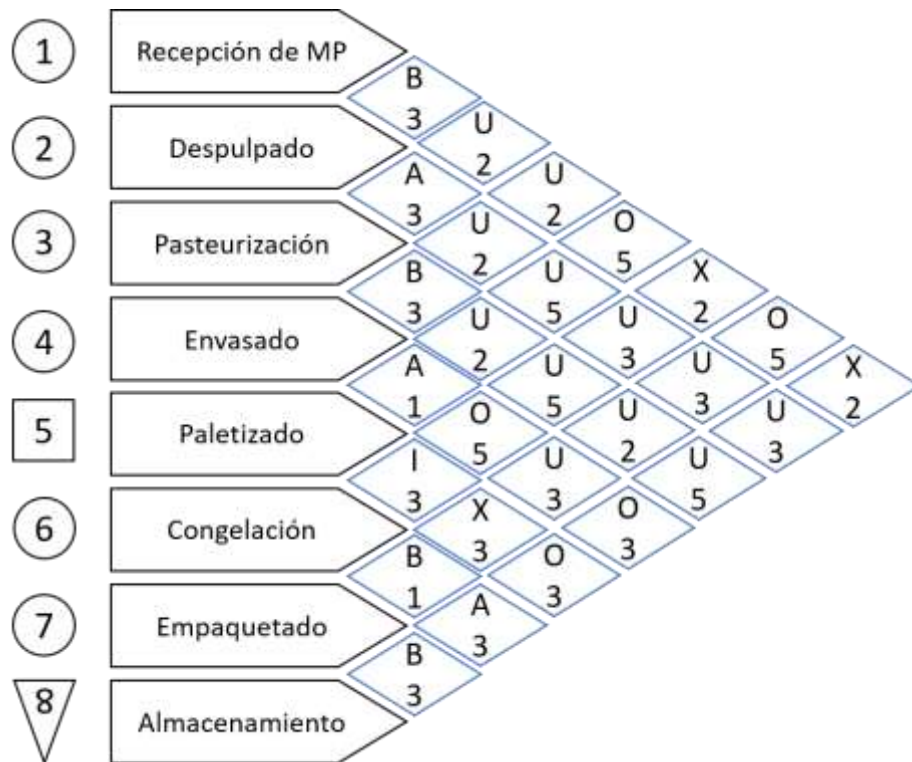
| | |
|---|------------------|
| 3 | Por proceso |
| 4 | Por conveniencia |
| 5 | Por seguridad |

Tabla N° 24 Simbología de la metodología SLP

| <i>Valor en línea</i> | <i>Letra</i> | <i>Orden de prioridad</i> |
|---|--------------|---------------------------|
|  | A | Absolutamente necesario |
|  | B | Especialmente importante |
|  | I | Importante |
|  | O | Ordinario o Normal |
|  | U | Sin importancia |
|  | X | Indeseable |
|  | Xx | Muy indeseable |

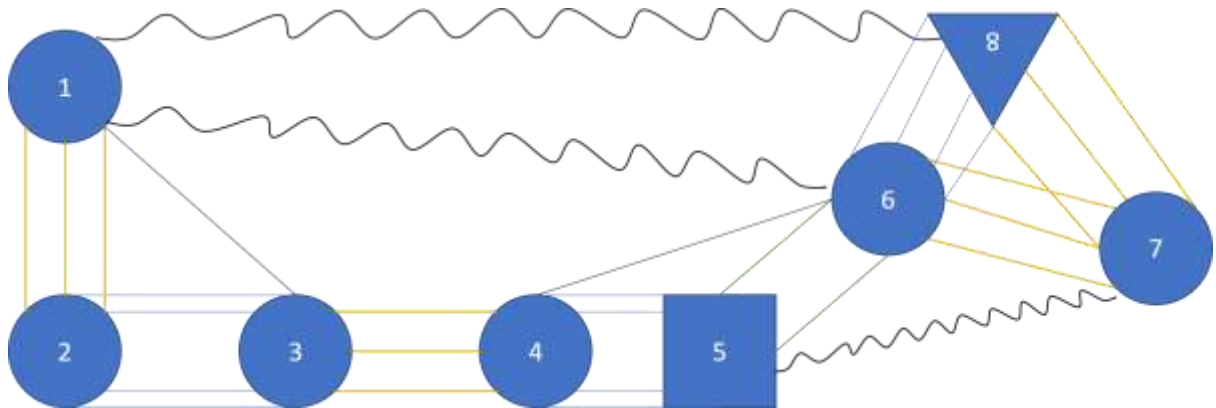
Aplicación de distribución de áreas mediante SLP para el proceso de producción de pulpa de fruta congelada.

Gráfico N° 9 Diagrama de interrelaciones



4.1.17.5. Resultado de la Distribución

Gráfico N° 10 Diagrama de relación



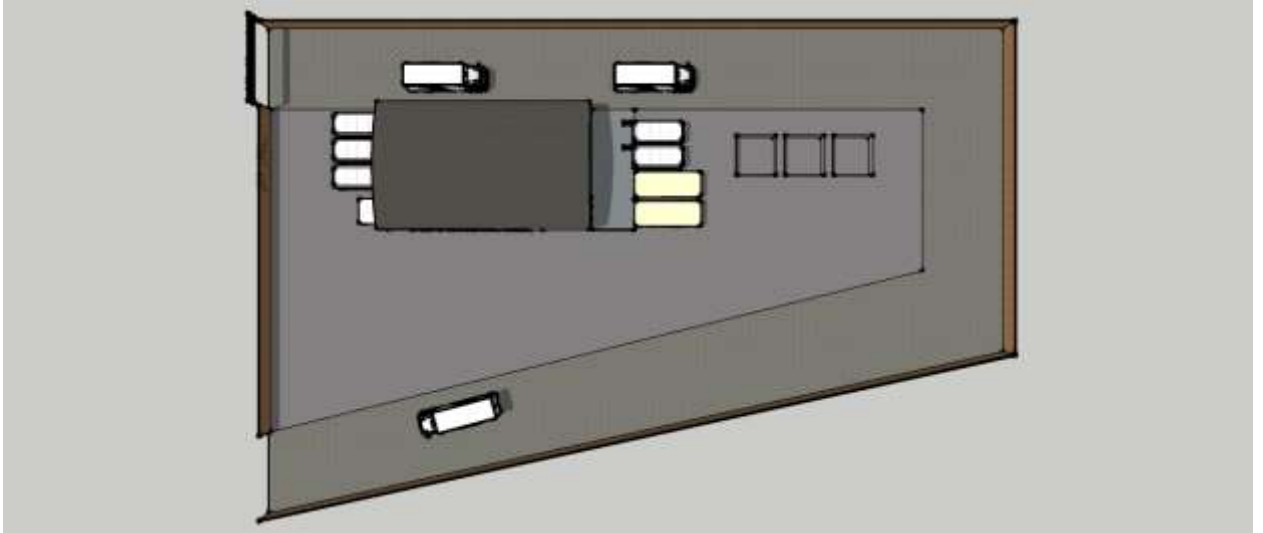
Nota. Diagrama de distribución de planta **Fuente:** Desarrollo propio

4.1.17.6. Fase III: Plan de Distribución Detallada.

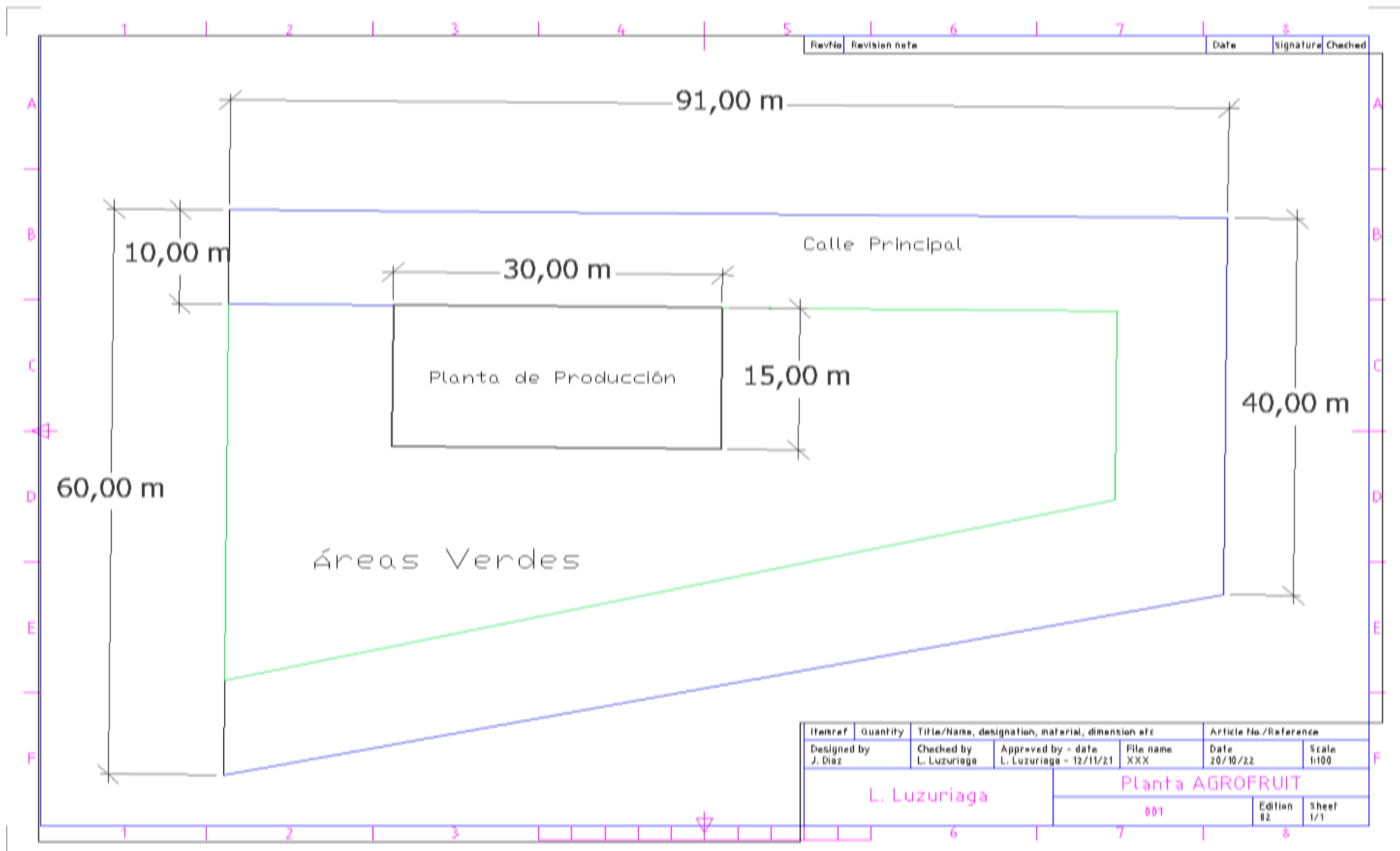
Una vez determinada la localización y una distribución previa de la planta, en esta fase se realizó los planos de distribución de la futura planta con la ayuda de software. A continuación, se presenta el terreno en donde se ubicará la futura planta junto con sus

medidas y orientación, además de un bosquejo en donde se localizará la planta dentro del mismo.

Gráfico N° 11 Planimetría del predio disponible. Vista Superior

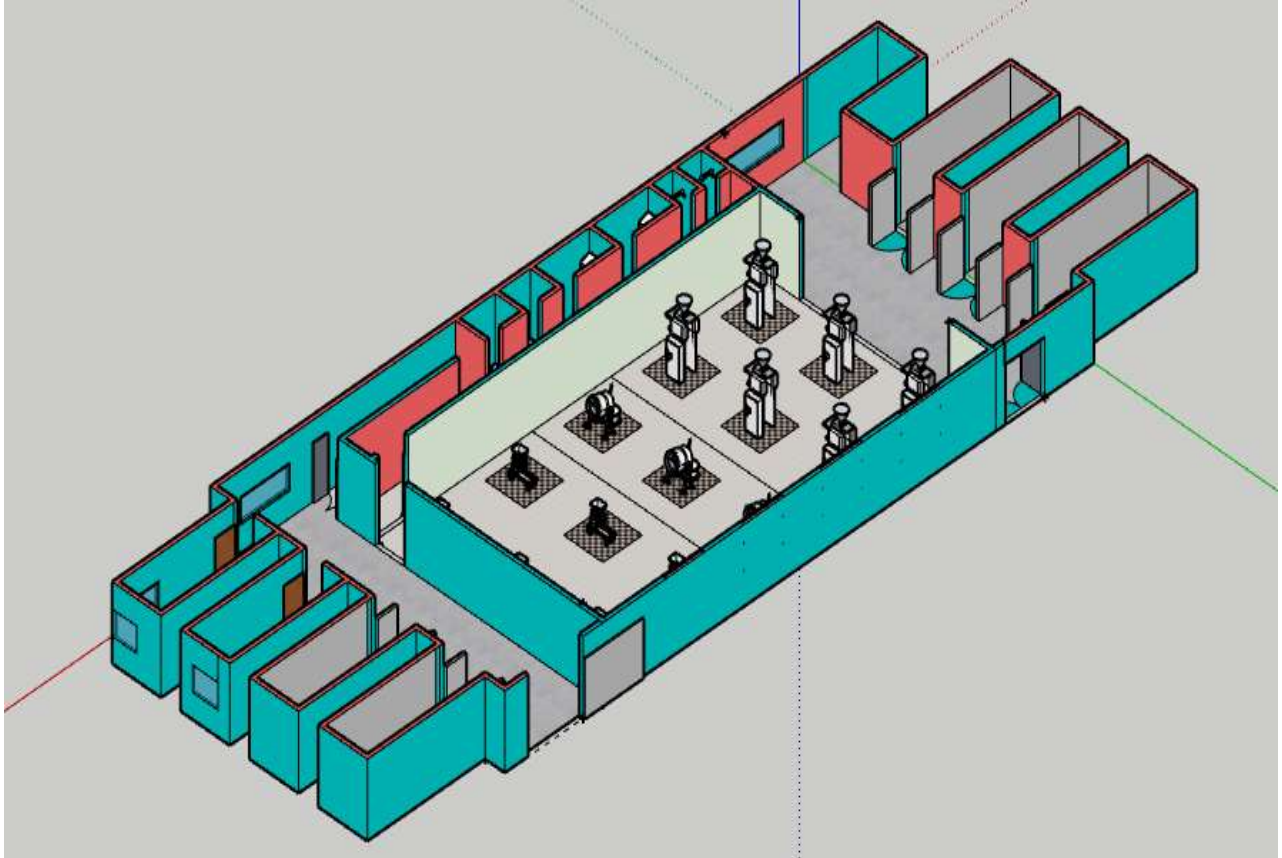


Una vez conocido el predio disponible, se limita el espacio ocupado por la planta.



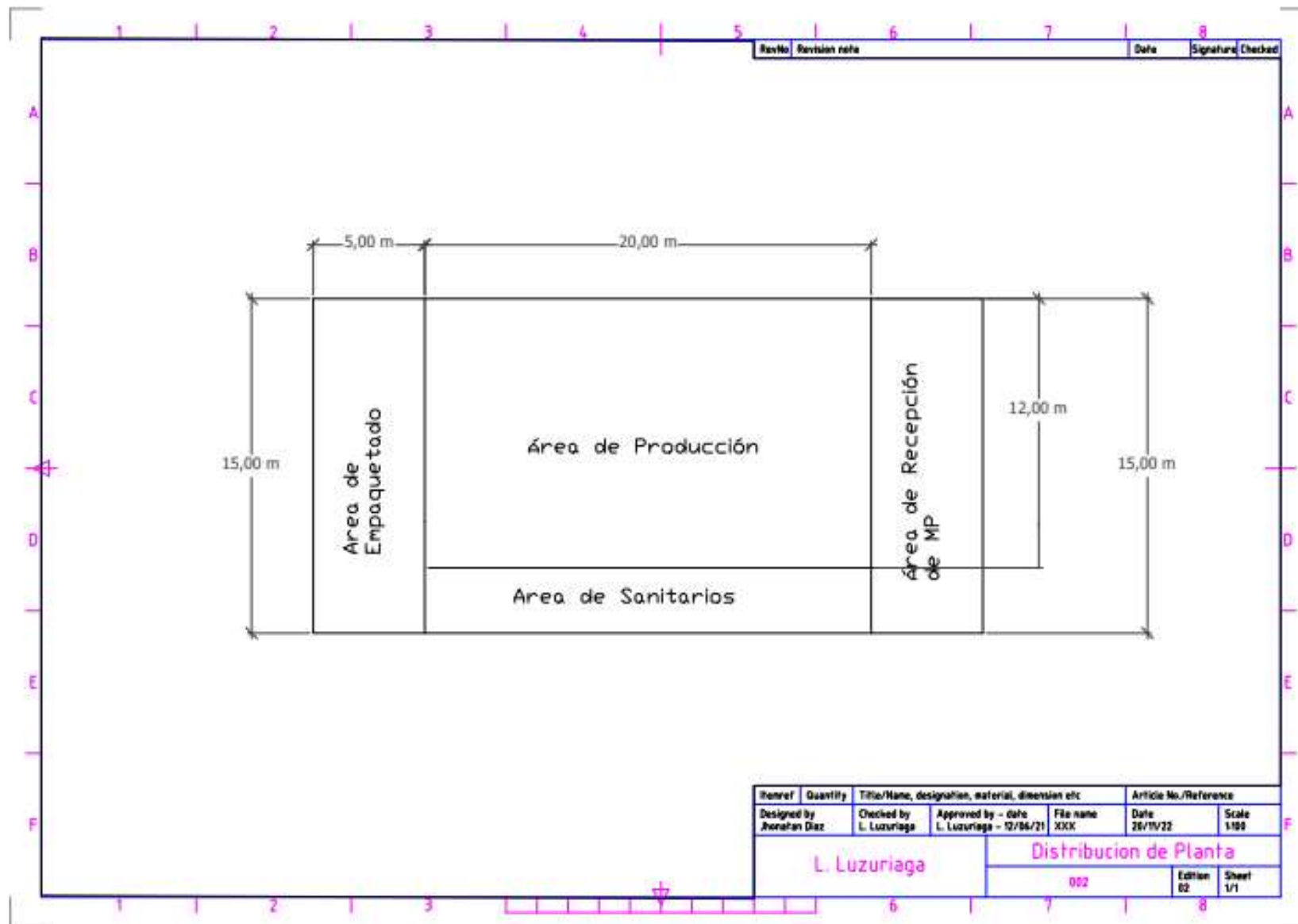
Una vez definido el espacio a ocupar de la planta se procedió a diseñar la distribución según los procesos anteriores.

Gráfico N° 12 Distribución general de la planta



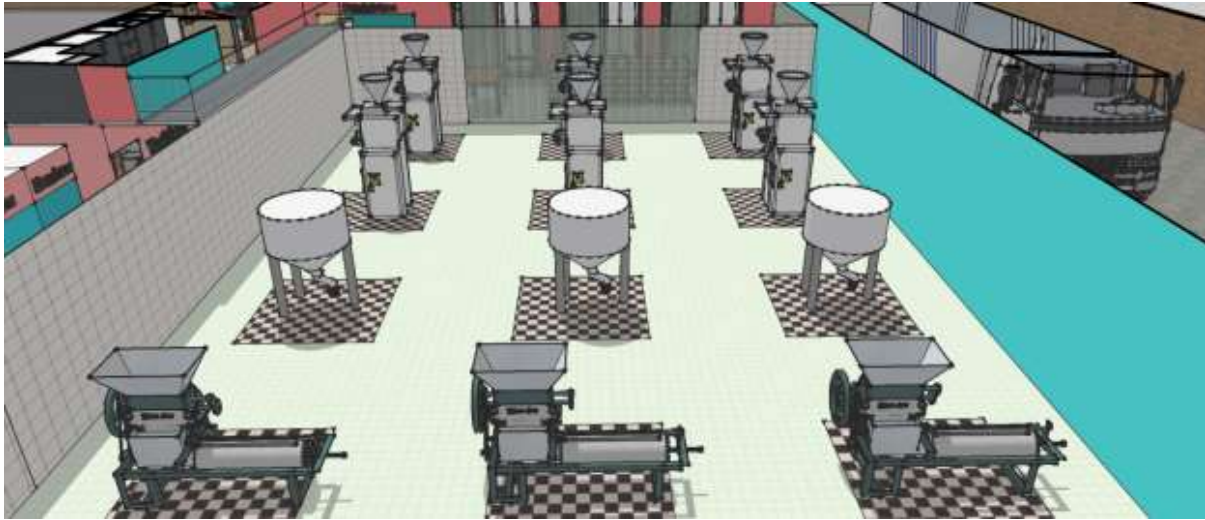
Nota. Vista Isométrica de la planta de producción *Obtenido de:* Elaboración propia

Se realiza el diseño en 3D de la planta de producción con la ayuda del software Sketch Up para una mejor apreciación de las áreas de trabajo y de sus maquinarias utilizadas y también nos ayudamos de AutoCAD para presentar el modelo en un formato normalizado.

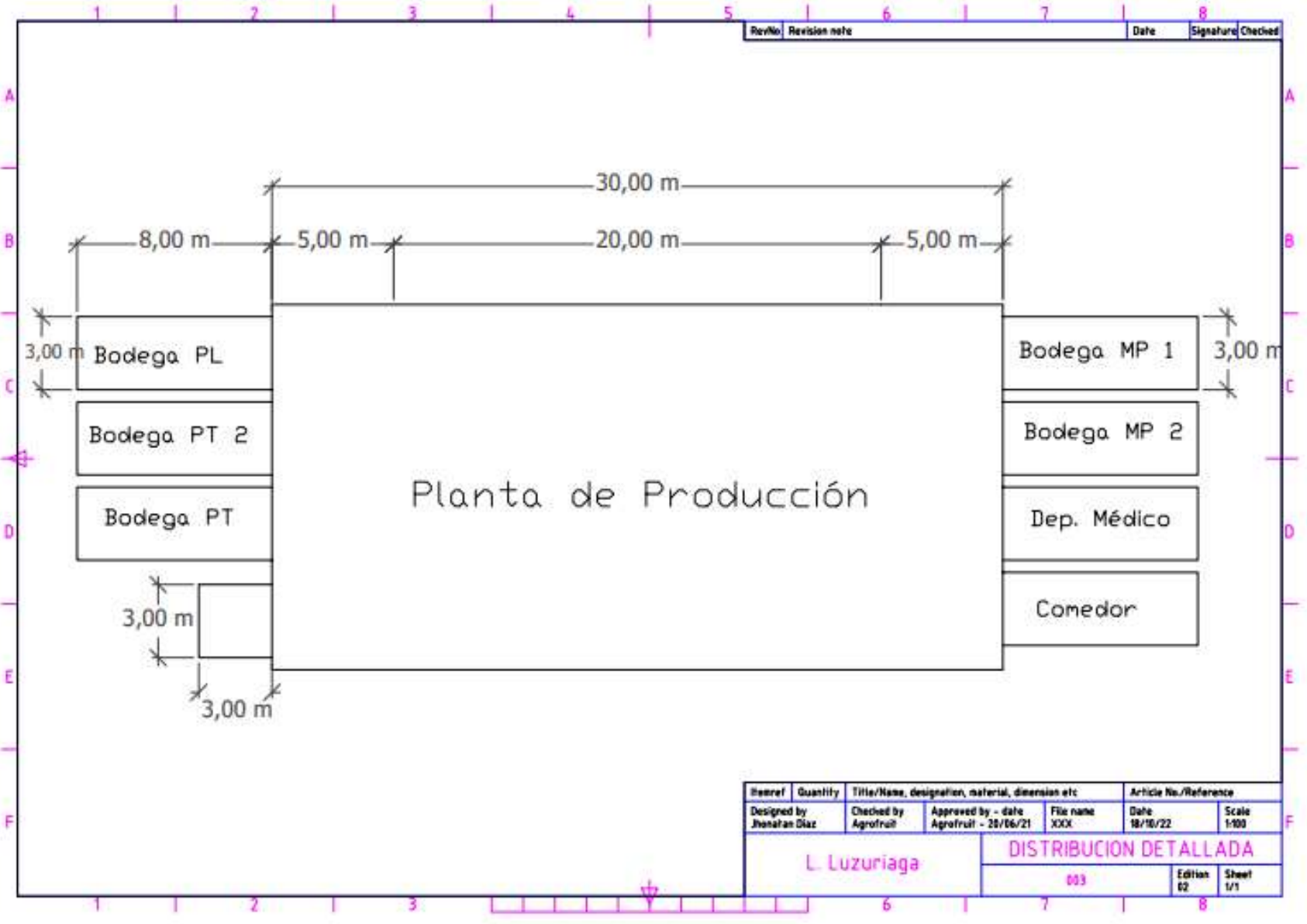


| Item ref | Quantity | Title/Name, designation, material, dimension etc | | | Article No./Reference | |
|------------------------------|----------------------------|--|------------------------|------------------|-----------------------|--|
| Designed by Jonathan Diaz | Checked by L. Luzuriaga | Approved by - date L. Luzuriaga - 10/06/21 | File name XXX | Date 26/IV/22 | Scale 1:100 | |
| L. Luzuriaga | | | Distribucion de Planta | | | |
| | | | 002 | Edition 02 | Sheet 1/1 | |

Gráfico N° 13 Distribución con departamentos



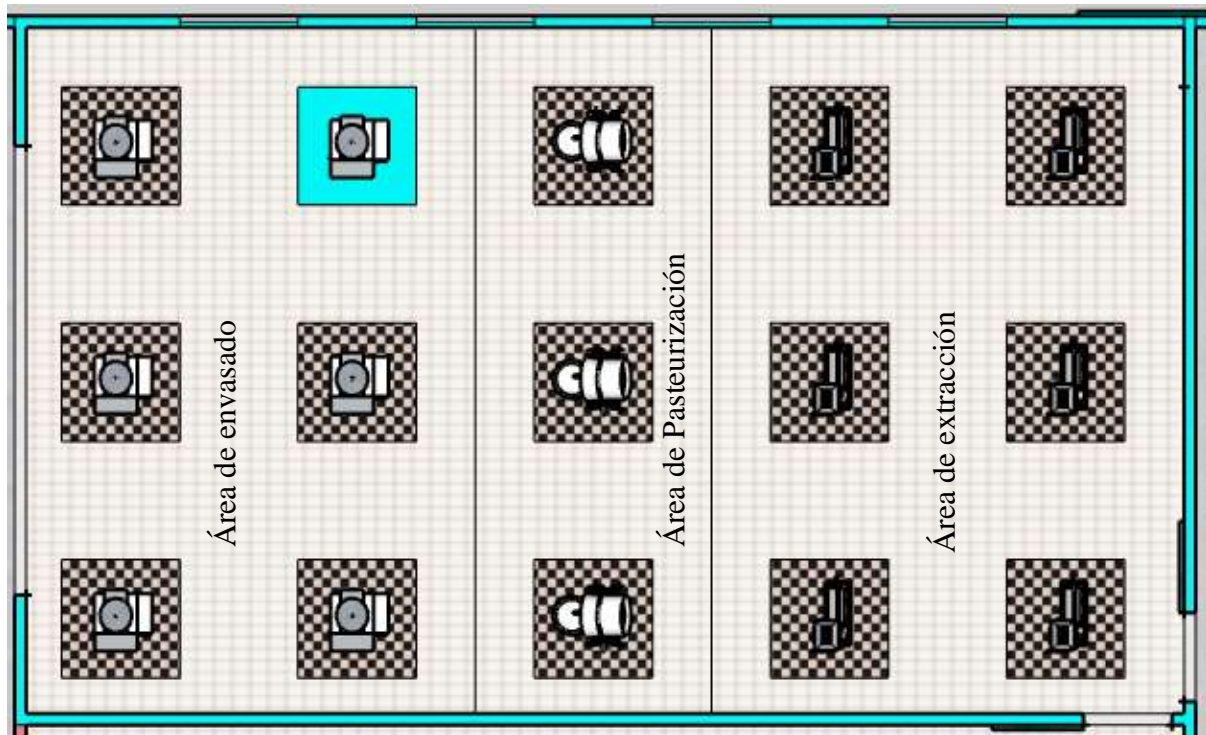
Nota. En la imagen anterior se adjuntan las bodegas de materia prima (MP), Bodegas de producto terminado (PT) y bodega de producto listo (PL) o producto empaquetado para su despacho, además del departamento médico, el salón comedor y el cuarto de máquinas o bodega de suministros, tal y como se muestra en el siguiente plano.



| Rev/No | Revision note | Date | Signature | Checked |
|--------|---------------|------|-----------|---------|
|--------|---------------|------|-----------|---------|

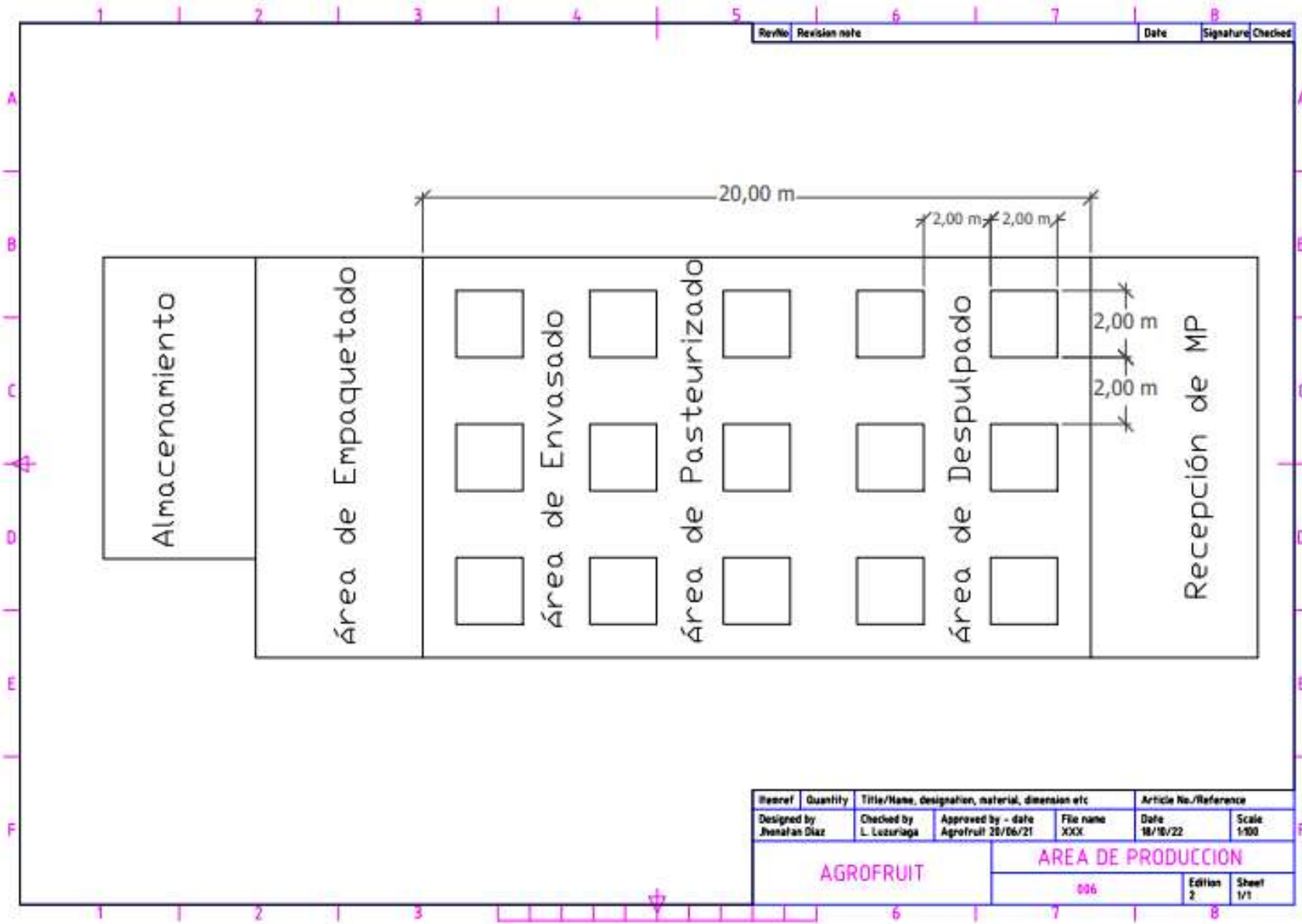
| Item ref | Quantity | Title/Name, designation, material, dimension etc | | | Article No./Reference | |
|------------------------------|-------------------------|--|------------------------|------------------|-----------------------|--|
| Designed by Jonathan Diaz | Checked by Agrofruit | Approved by - date Agrofruit - 28/06/21 | File name XXX | Date 18/10/22 | Scale 1:100 | |
| L. Luzuriaga | | | DISTRIBUCION DETALLADA | | | |
| | | | 003 | Edition 02 | Sheet 1/1 | |

Gráfico N° 14 Distribución de áreas para el proceso de producción.



Nota. Vista superior del área de producción *Obtenido de:* Elaboración Propia

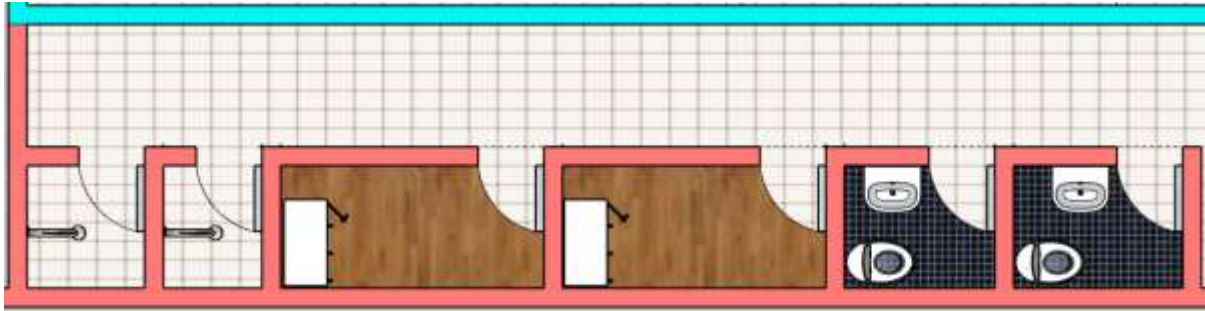
Al determinar el área apropiada y procedemos a designar la distribución de área según el proceso de producción con base al diagrama realizado anteriormente (Figura 5.) en la figura anterior podemos observar cómo el proceso se realiza de manera lineal y para cada máquina se ha designado un área de 4m^2 representado en la figura con cuadrados y dejando un espacio entre máquinas de 2m para transitar con el producto por las diferentes fases, además de permitir las tareas de mantenimiento (esto fue así requerido por el propietario de la empresa), en la figura también se puede diferenciar las distintas áreas del proceso de producción.



| | | | | |
|----------|---------------|------|-----------|---------|
| Revisión | Revisión note | Date | Signature | Checked |
|----------|---------------|------|-----------|---------|

| Item ref | Quantity | Title/Name, designation, material, dimension etc | | Article No./Reference | |
|------------------------------|----------------------------|--|--------------------|-----------------------|----------------|
| Designed by Jonathan Diaz | Checked by L. Luzuriaga | Approved by - date Agrofruit 28/06/21 | File name XXX | Date 18/10/22 | Scale 1/100 |
| AGROFRUIT | | | AREA DE PRODUCCION | | |
| | | | 006 | Edition 2 | Sheet 1/1 |

Gráfico N° 15 Distribución de sanitarios



Nota. Vista superior del área de sanitarios y camerinos *Obtenido de:* Elaboración Propia

Para el área de los sanitarios se tomó como referencia medidas estándar dadas por el decreto ejecutivo 2393 y también recomendaciones hechas por el propietario de la empresa, el cual nos indica un pasillo de ingreso para el personal por donde accederán a las distintas áreas de aseo y vestidores. Cabe recalcar que en esta área están colocadas cortinas de aislamiento en los pasillos para evitar la contaminación dentro del área de producción por agentes externos y que esta será la única vía de ingreso y salida del área de producción en circunstancias normales.

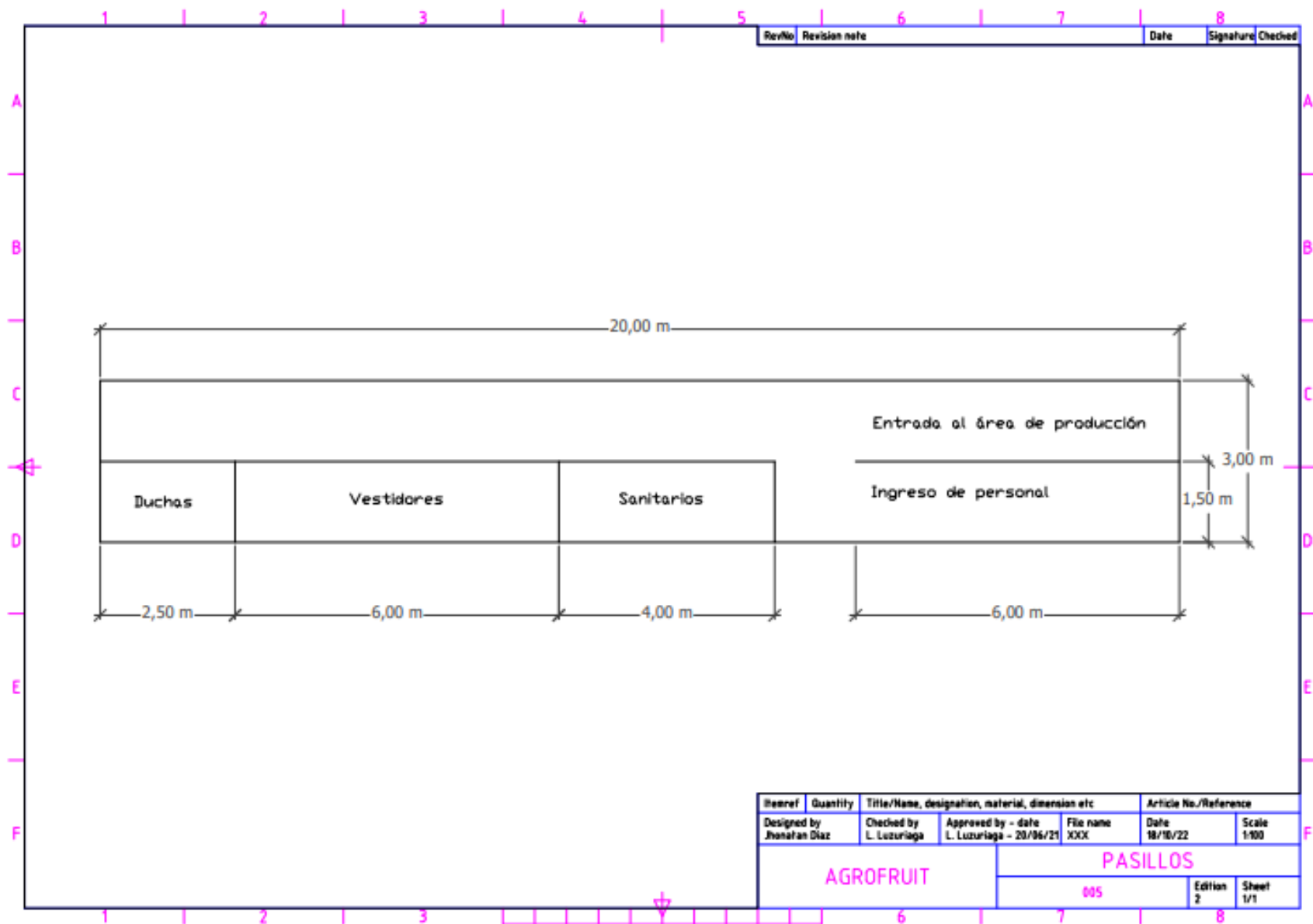
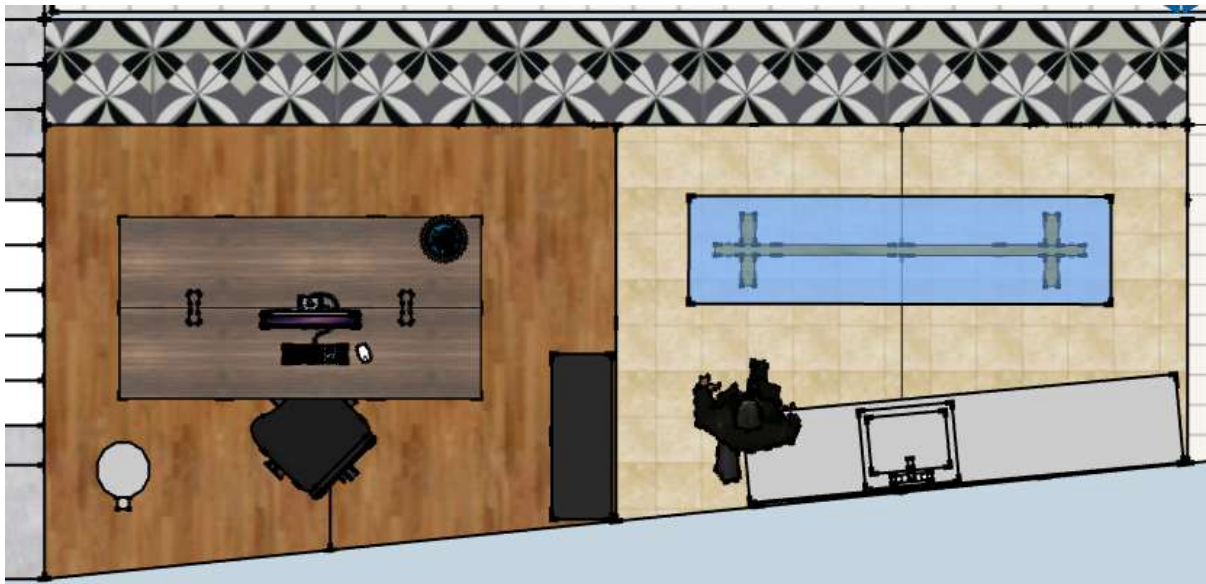


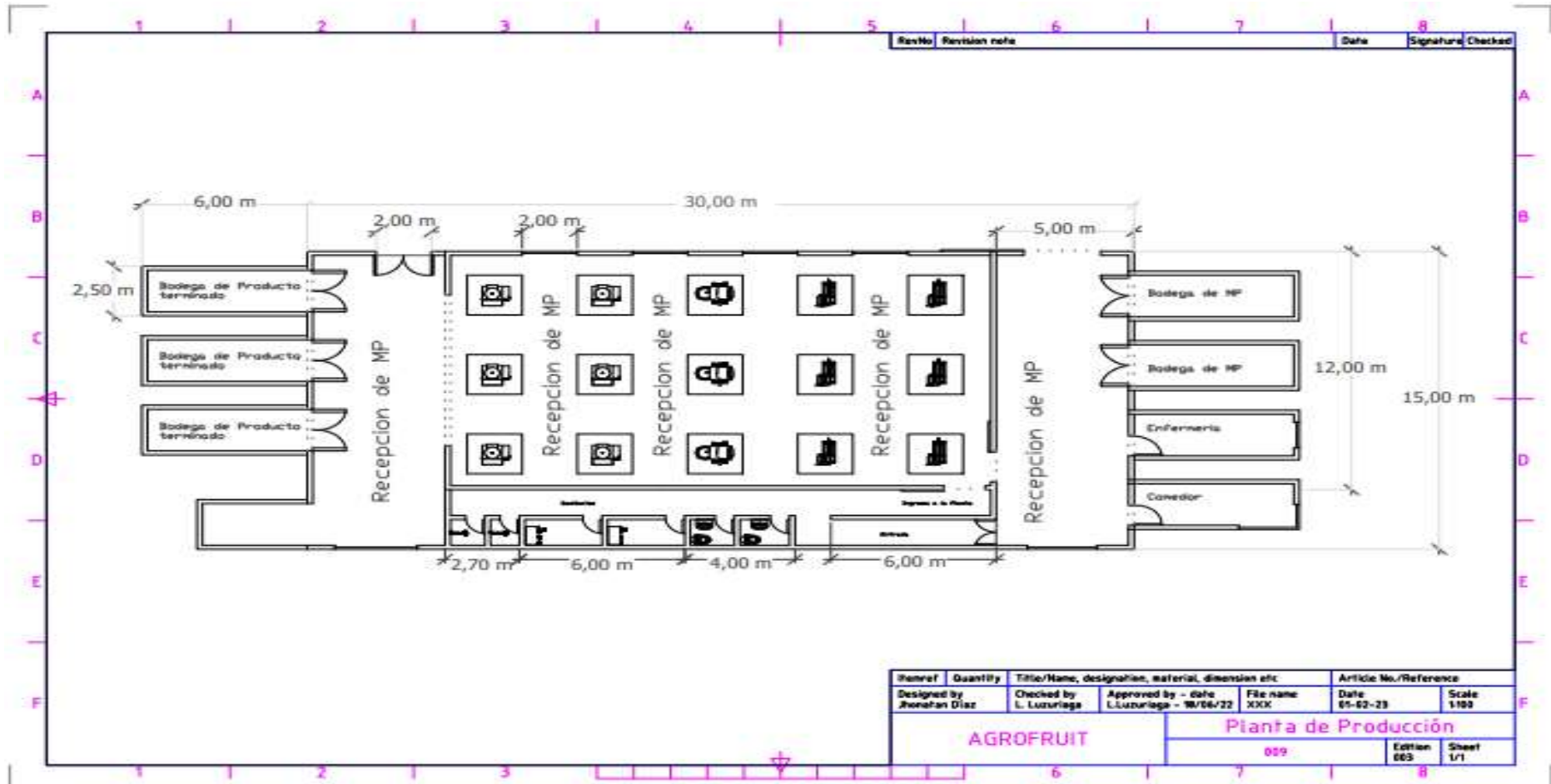
Gráfico N° 16 Determinación de áreas administrativas



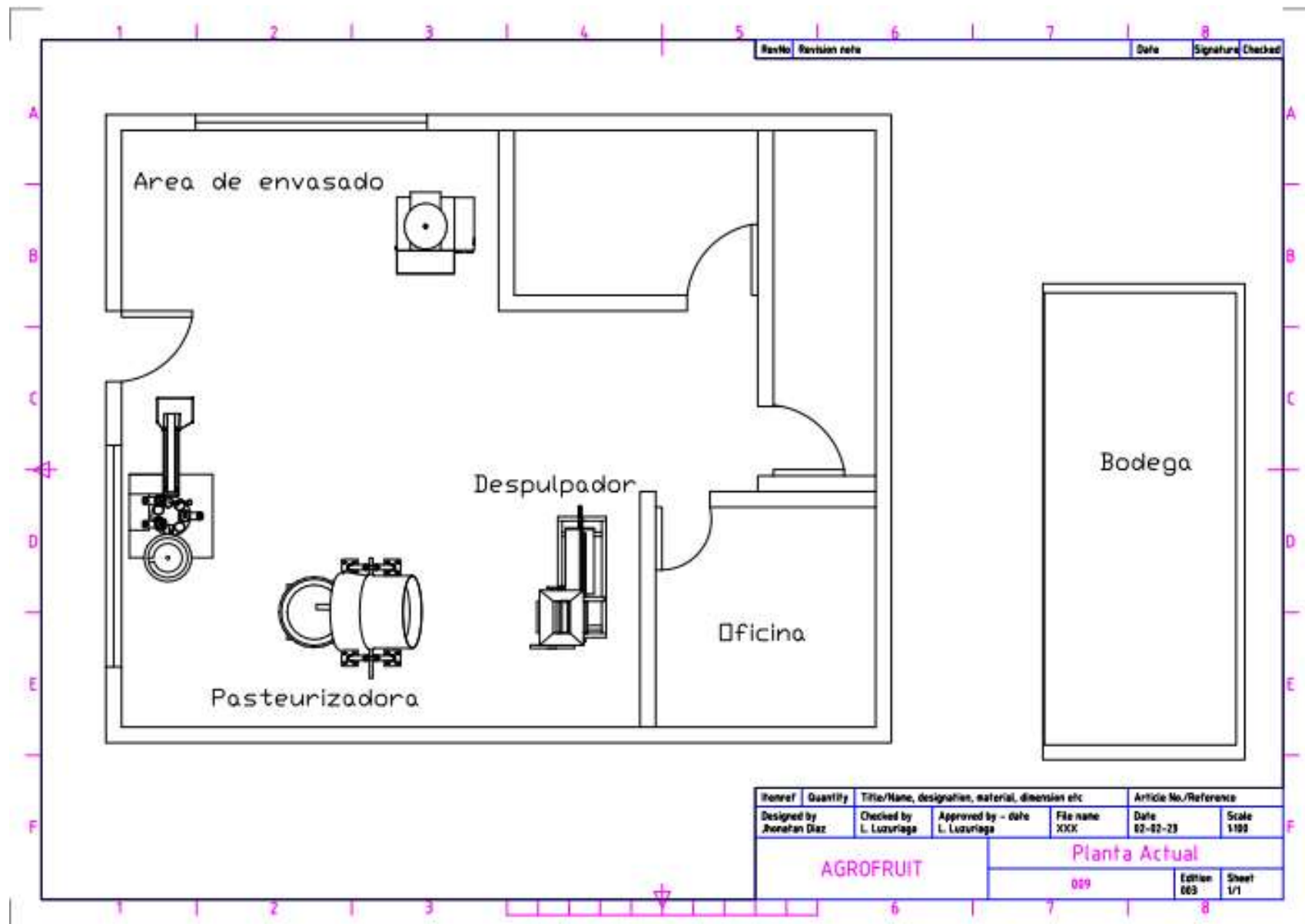
Nota. Vista superior del área administrativa *Obtenido de:* Elaboración propia

Para la oficina y laboratorio se determinó la ubicación en la segunda planta, sobre el área de sanitarios ya que brinda una mejor visión del área de producción para el personal administrativo y una zona segura para el personal de investigación y desarrollo.

Gráfico N° 17 Distribución de planta propuesto



Nota: Plano final aprobado por la empresa. Ver en resolución completa en:
<https://drive.google.com/file/d/186MXFdb56pp7qZUY7f7CcfXQIN4a1S9e/view?usp=sharing>



Como se puede observar en las figuras la planta de producción actual cuenta con un espacio muy limitado para sus maquinarias, espacio que se ve aún más reducido cuando hay que despulpar ciertos tipos de fruta que necesitan un traslado inmediato hacia un tanque estéril, con el rediseño de la planta de producción no solo se obtendrá el espacio suficiente para realizar estas tareas sin necesidad de parar el resto de actividades, además al haber medido la demanda insatisfecha podemos planificar esta nueva planta con una capacidad superior lo cual permitirá un crecimiento flexible, llegando a tener hasta 3 líneas de producción en su pico más alto.

4.1.17.7. Fase IV: Instalación

Es esta fase de delimitó todas las posibles áreas de la nueva planta ya diseñada en la fase anterior en base a distintos aspectos como se muestra a continuación:

4.1.17.8. Limpieza de áreas

Se muestran las áreas definidas de la planta de producción y se señala si son áreas limpias o sucias según la escala de la siguiente tabla

Tabla N° 25 Codificación de colores





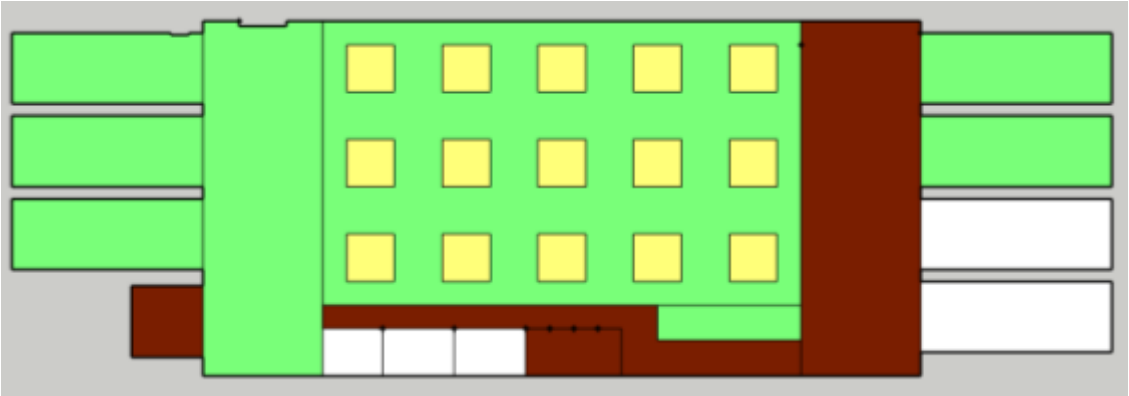
| Denominación | Color |
|-----------------|--|
| Área limpia |  |
| Área sucia |  |
| Área Neutra |  |
| Área de Máquina |  |

Gráfico N° 18 Distribución de planta aplicado códigos de color



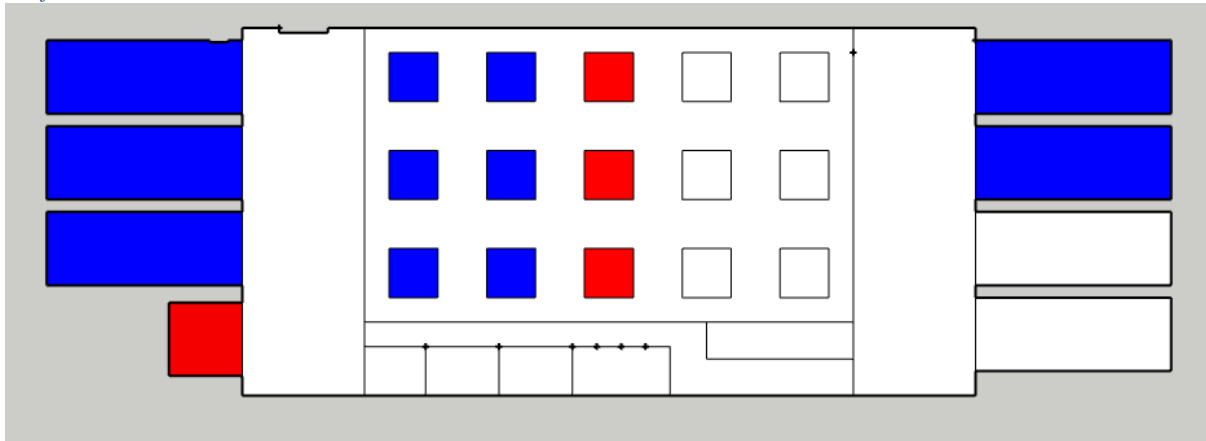
4.1.17.9. Áreas calientes y frías

Se muestra una figura en donde se señalan las áreas de la planta calientes, frías y neutras identificadas según la tabla siguiente:

Tabla N° 26 Codificación de color para temperaturas en el área.

| Denominación | Color de Identificación |
|---------------|-------------------------|
| Área caliente | Rojo |
| Área fría | Azul |
| Área neutra | Blanco |

Gráfico N° 19 Distribución tomando en cuenta áreas de calor o frío



4.1.18. Distribución de máquinas y equipos

Las maquinas necesarias para la nueva planta fueron distribuidas de acuerdo con el flujo del proceso de producción y su cantidad fue determinada en base al crecimiento de la empresa en los últimos 3 años para que pueda cumplir con la demanda actual de sus productos.

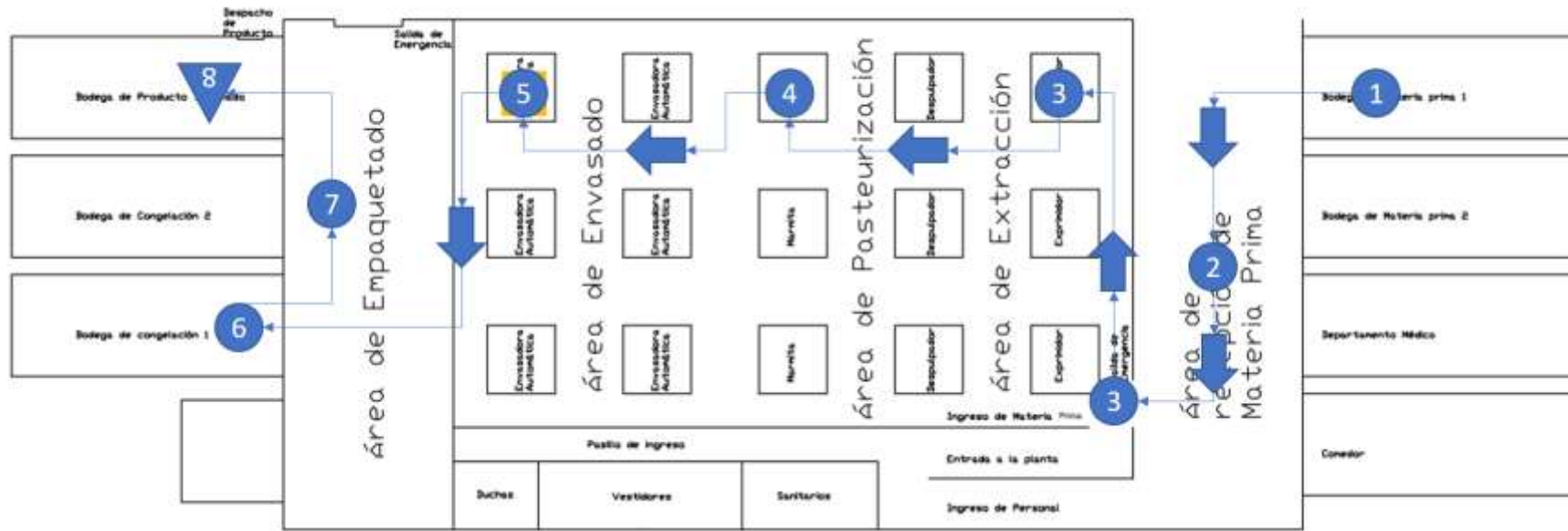
Gráfico N° 20 Diagrama de distribución de máquinas y equipos.



4.1.19. Flujo de producto

En la siguiente figura se muestra el camino que recorrerá el producto desde su recepción hasta el despacho, cabe recalcar que para este diseño la planta cuenta con 3 líneas de producción y un mayor número de bodegas para solventar los problemas que tiene actualmente.

Gráfico N° 21 Diagrama de flujo del proceso.



Con este nuevo diagrama de recorrido podemos notar como los cruces entre procesos se han solventado y ahora el proceso de producción es mucho más ordenado a la vez que cuenta con el espacio necesario para ubicar los tanques de producto semielaborado en un espacio seguro y libre de contaminación, a su vez al tener mayor espacio para movilizarse las otras áreas del proceso pueden continuar sus actividades con normalidad.

4.1.20. Simulación de proceso

Para comprobar la mejora en el proceso se realizó una simulación mediante software *Bizagi Modeler* , para este nuevo escenario se tomó en consideración la utilización de una envasadora automática adicional con las mismas características y funcionamiento a la que actualmente (la cual culminó con estos resultados.

Tabla N° 27 Simulación de proceso propuesto

| Nombre | Tipo | Instancias completadas | Tiempo total (h) |
|-------------------------------|----------------|------------------------|------------------|
| Elaboración de Pulpa de Fruta | Proceso | 1 | 16,14 |
| Recepción de MP | Tarea | 1 | 0,07 |
| Entrega MP | Tarea | 1 | 0,13 |
| Paletizado | Tarea | 1 | 0,50 |
| Almacenamiento | Almacenamiento | 1 | 0,00 |
| Despacho a distribuidor | Tarea | 1 | 0,00 |
| Pesaje de MP | Tarea | 1 | 0,07 |
| Limpieza de MP | Tarea | 1 | 0,03 |
| Congelación | Tarea | 1 | 8,00 |
| Solicitud de compra | Tarea | 1 | 0,03 |
| Aprobación la Compra | Tarea | 1 | 0,00 |
| Empaquetado | Tarea | 1 | 4,00 |
| Ingreso de Materia Prima | Tarea | 1 | 0,08 |
| Trituración | Tarea | 1 | 0,50 |
| Tamizado | Tarea | 1 | 0,50 |
| Enfundado | Tarea | 1 | 1,50 |
| Control de Peso | Inspección | 1 | 0,42 |
| Ingreso de Pulpa Cruda | Tarea | 1 | 0,02 |
| Adición de Azúcar | Tarea | 1 | 0,02 |
| Mezclado | Tarea | 1 | 0,05 |
| Enfriado | Tarea | 1 | 0,05 |
| Calentado | Tarea | 1 | 0,17 |

Nota: simulación del proceso propuesto *Obtenido de:* Agrofruit desarrollo propio

Notamos como existe una reducción de cuatro horas en el rediseño de planta, esto acompañado de la mejor distribución durante el proceso ayudará a la empresa a tener un proceso mas eficiente a largo plazo.

4.1.21. Comparación entre procesos

Tabla N° 28 Simulación What if entre procesos

| Nombre | Escenario | Tipo | Instancias iniciadas | Tiempo total (h) |
|-------------------------------|-------------------|---------|----------------------|------------------|
| Elaboración de Pulpa de Fruta | Proceso actual | Proceso | 1 | 20.68 |
| Elaboración de Pulpa de Fruta | Proceso propuesto | Proceso | 1 | 16.13 |

Nota: Comparación de tiempos y análisis *Obtenido de:* Desarrollo propio

Al finalizar la simulación para un lote de 500 Kg de fruta concluye con un tiempo total de 20 horas con 40 minutos para la situación actual, mientras que para la situación propuesta se consigue llegar a un tiempo total de 16 horas y 8 minutos, además de que se consiguió obtener un proceso más lineal evitando cruces entre pasillos y un aumento de una a tres líneas de producción simultáneas lo que aumenta su capacidad de producción, también se puede evidenciar que el recorrido del proceso será siete metros más corto que la situación actual.

5. CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se rediseñó la planta de producción conforme a normativas nacionales y con las recomendaciones brindadas por el propietario de la planta y sus trabajadores.

Se determinó la demanda insatisfecha a través de encuestas, obteniendo que un 65,7% de los encuestados desconocen los productos AGROFRUIT y un 82,7% del total de encuestados reemplazaría la fruta en estado natural por pulpa de fruta, además de ello los pedidos de los clientes actuales de la empresa aumentaron en de 2500 a 3000kg un aumento del 20% respecto al año 2020 y esto ha causado un incumplimiento por parte de la empresa en entregar sus pedidos completos. Además, se debe tener en cuenta que de acuerdo a la proyección de ventas de acuerdo a la demanda insatisfecha local y el incremento de ventas de sus clientes se proyecta una venta de 12 Toneladas para el 2023 por lo que el rediseño de la planta es urgente para ser una planta competitiva y con proyección a la exportación.

Se diseñó el proceso de producción de pulpa de fruta mediante el análisis del proceso usado actualmente, a través de la observación directa y toma de tiempos se obtuvo un tiempo de 20 horas con 40 minutos para completar un ciclo de proceso para un lote de 500kg de producto terminado, frente al diseño propuesto en el cual el tiempo se reduce tentativamente a 16 horas para la misma cantidad de producto.

Se determinó las máquinas necesarias para el proceso de producción de pulpa de fruta, al observar el proceso de producción actual y se identificó la envasadora automática como cuello de botella ya que le toma hasta 4 horas envasar un lote completo de producto frente a las 2 horas que toma despulparlo y pasteurizarlo, aunque el proceso de congelación toma 12 horas, esta no interrumpe directamente el proceso.

Se realizó el diseño de la nueva planta mediante AutoCAD culminando en la obtención del plano de la planta con su distribución de áreas y zonas de maquinaria para el correcto flujo de producto, además de una proyección 3D para la mejor visualización del gerente y sus trabajadores.

Se realizó la simulación de proceso de producción actual y propuesto en donde se logró evidenciar una reducción de 4 horas respecto al proceso actual, una mejor distribución de máquinas y una reducción de 7 metros en total, además de que se plantearon dos líneas de producción adicionales en paralelo para solventar la creciente demanda.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar una nueva encuesta e incluir información nutricional del producto y realizar una comparación con la competencia (fruta natural) para convencer al 9% de la población que respondieron de manera no concluyente en la encuesta realizada.

Analizar los métodos de conservación de energía en el proceso de pasteurizado cuando se monte la nueva planta de producción.

Una vez que la nueva planta de producción realizar un nuevo estudio de tiempos para determinar si se cumplió con la mejora planteada en este documento.

6. CAPITULO VI: Bibliografía y anexos

6.1. Referencias

Arcila, W., Castaño, S., Amador, M., & DEL CAUCA, V. (2016). Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta (Sistematic Layout Planning) de Muther. *Obtenido de http://www.academia.edu/download/46317235/METODO_LOGIA_SLP_1_1.pdf*.

Cantú-González, J. R., García, M. d. C. G., & Herrera, J. L. B. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa*, 3(5).

de la Fuente García, D., & Quesada, I. F. (2005). *Distribución en planta*: Universidad de Oviedo.

Diego-Más, J. A. (2006). Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos.

García, J. A. P., & Valencia, M. I. C. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones...: Un enfoque por competencias*: Grupo editorial patria.

Pérez Gosende, P. A. (2016). EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PLANTAS INDUSTRIALES MEDIANTE UN ÍNDICE DE DESEMPEÑO. *RAE: Revista de Administração de Empresas*, 56(5).

Render, B., & Heizer, J. (2009). Principios de Administración de Operaciones, 7ª. In: Edición, Prentice Hall.

Rodríguez, A. M. P., Mejía, K. A. P., Pantoja, V. L. C., Quevedo, J. L. P., & Grisales, D. R. A. (2016). Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et technica*, 21(4), 318-327.

6.2. Bibliografía

INEN, N. (2008). Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de fruta y vegetales. Requisitos. *NTE INEN 2337, 2337*.

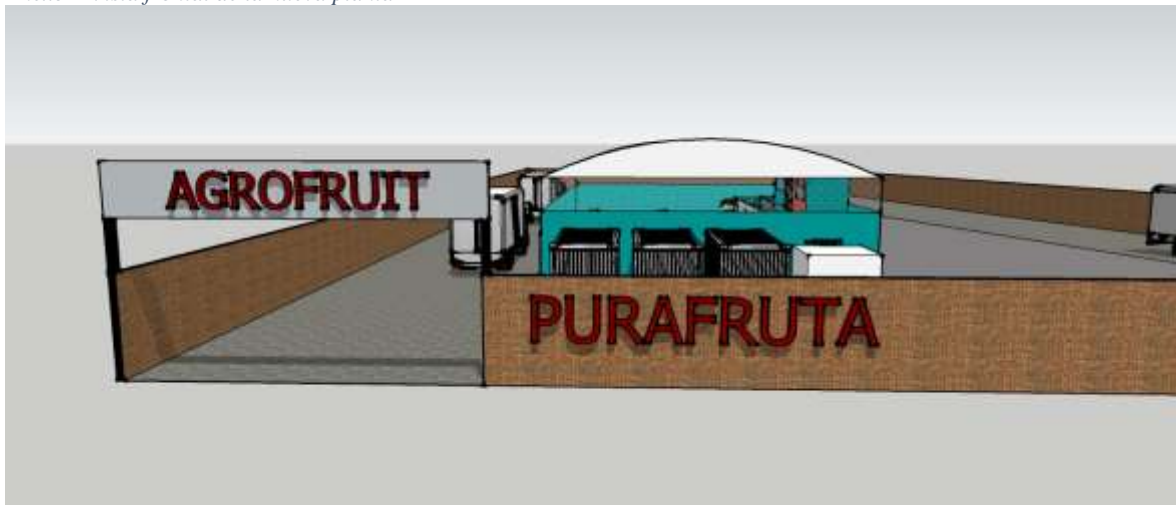
Jiménez Realpe, J. F., & Minda Tedes, T. V. (2016). *Estudio de Factibilidad para la producción y comercialización del tomate riñón en su estado natural-pasta de*

tomate y su incidencia en la demanda insatisfecha en el mercado de la ciudad de Tulcán.

Muther, R., Hallan, H. M., & Fontseré, L. M. C. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial:(Método SLP)(Sistematic Layout Planning)*: Editores Técnicos Asociados.

6.3. Anexos de imágenes 3D del proceso.

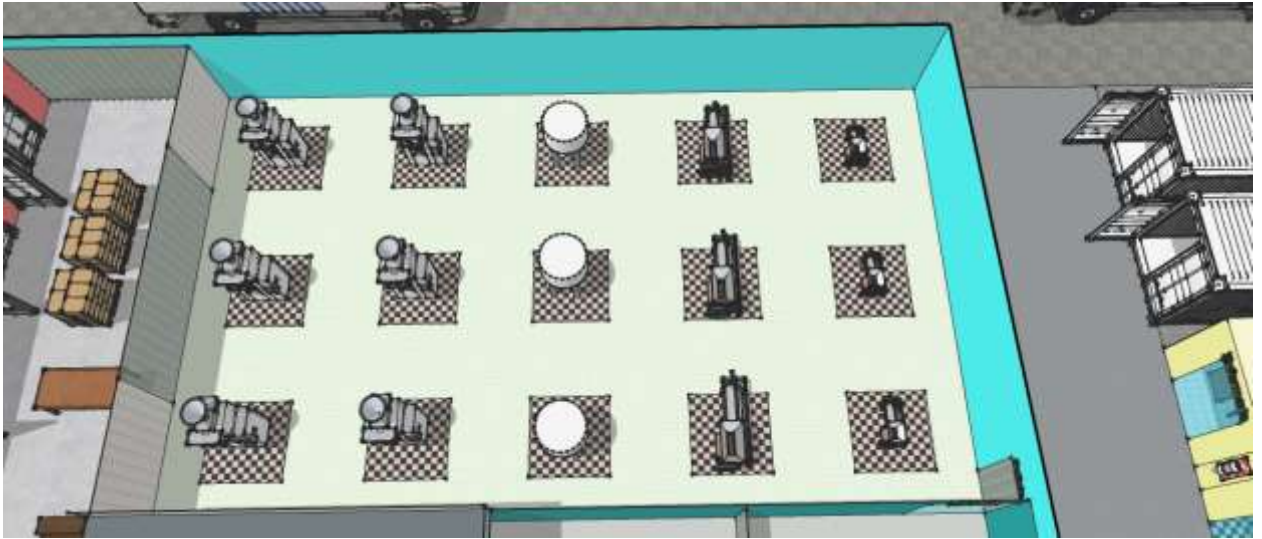
Anexo 1 Vista frontal de la nueva planta



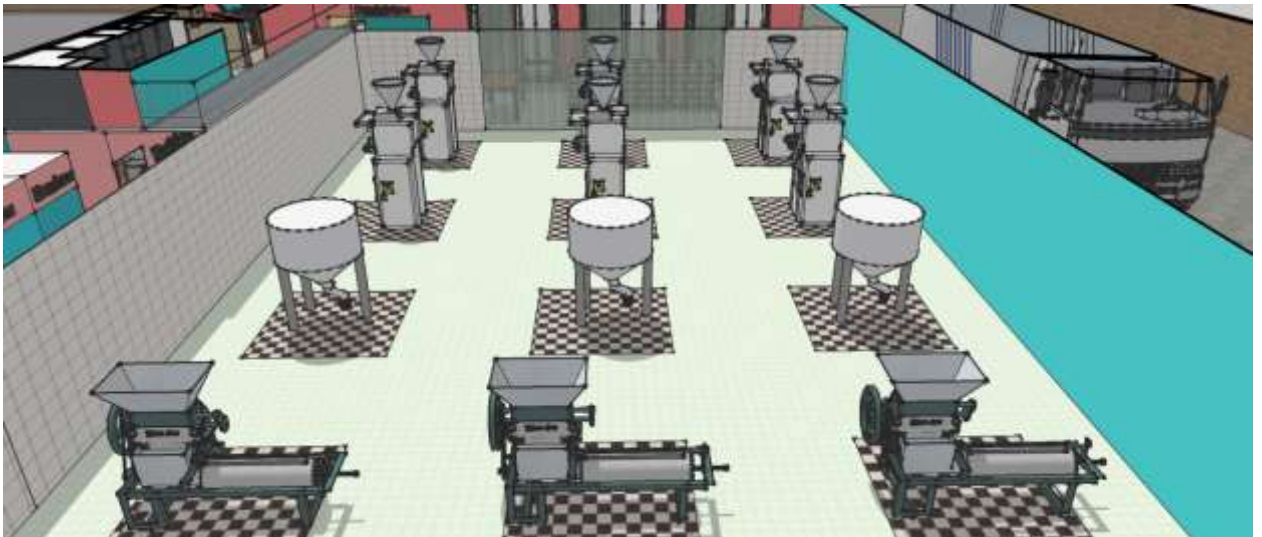
Anexo 2 Vista superior del predio seleccionado para la ubicación



Anexo 3 Distribución general de áreas



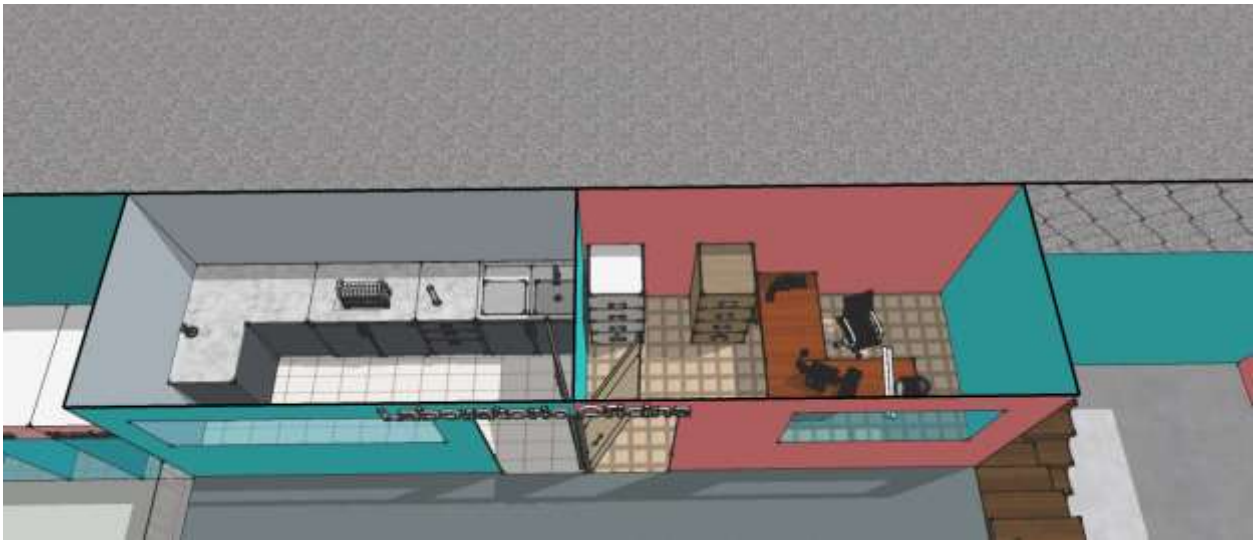
Anexo 4 Área de producción y ubicación de maquinarias



Anexo 5 Vista frontal que seguirá el producto en proceso



Anexo 6 Área de empaquetado y almacenamiento de producto terminado



Anexo 7 Área administrativa y departamento de investigación y desarrollo



Anexo 8 Área de sanitarios

PONEMOS A CONSIDERACION LA SIGUIENTE PROPUESTA COMERCIAL

| Descripción | Cantidad | Foto | V/r Total |
|--|----------|--|--------------------|
| Despulpadora de frutas industrial con capacidad de 1000 kg por hora, construida en acero inoxidable 304, chumaceras en acero al carbón, motor de 3 HP 220v monofásico, tolva de alimentación fija, tapa de trozador y succionar abatible por medio de broches, trozador en forma de paletas con filo cortante, tamiz desmontable, incluye 3 tamices y 2 aspas desmontables para diferentes procesos (Mango, otras frutas, refinado) estructura en tubo cuadrado en acero inoxidable 304, medidas aproximadas del equipo 136*81*141 cm (L*A*H), incluye dos juegos de tapa de salida para el despulpado de mango y las otras frutas: | 1 |  | \$ 7.500,00 |
| SUBTOTAL | | | \$ 7.500,00 |
| IVA | | | \$ 900,00 |
| TOTAL | | | \$ 8.400,00 |

Condiciones Comerciales

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Tiempo de entrega | 15 dias habiles |
| Condiciones de pago: | 70% anticipo - 30% contra entrega |
| Garantia: | 12 meses |

Anexo 9 Cotización despulpadora de frutas industrial para 1000Kg/h



| | |
|---|-------------------------|
| Modelo | LB-420 |
| Ancho de la película | Max.420mm |
| Rango de ancho de película (formador de bolsas) | 140-420mm |
| Ancho de la bolsa | 60-200mm |
| Longitud de la bolsa | 80-300mm |
| Diámetro del rollo de película | Max.400mm |
| Tasa de embalaje | 5-60bag/min |
| Rango de medición | 150-1500ml |
| Grosor de la película | 0.04-0.08mm |
| Potencia | 220V,60HZ, Single Phase |
| Tamaño de la máquina | (L)1070*(W)1626*(H)1475 |
| Peso de la máquina | 500kg |
| Observación | Tipo neumático |

Anexo 10 Ficha técnica para empacadora de frutas industrial para 500Kg/h

MARMITA TROQUELADA 1000 LITROS



CARACTERÍSTICAS

1. Construida completamente en Acero inoxidable calidad 304

TIPO Y ESPESOR DE MATERIAL

1. Espesor primera pared de 3mm
2. Segunda pared en espesor de 2,5mm
3. Sistema enchaquetado para soportar presión de 50 PSI

IMPLEMENTOS

1. Posee una estructura en sistema tubo redondo diámetro 10 cm
2. Sistema de salida de producto en 2 pulgadas
3. Entradas y salidas de vapor y agua helada en 1.1/2" y 1"
4. Agitador con sistema tipo ancla mediante un motor reductor y motor de baja velocidad
5. Tapas abatibles
6. Sistema fijo con salida en la parte inferior en 2 pulgadas
7. Dos agitadores diseñados de acuerdo al movimiento de motores

ESPECIFICACIONES DE RESISTENCIA

1. Este equipo está diseñado para trabajar en vapor hasta 50 psi y agua helada 30psi

Anexo 11 Ficha técnica para Marmita Troquelada con capacidad de 1000 Litros