

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y MEJORA DE PROCESOS MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL EN EL DISTRITO DE CHAO, 2020”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Christian Yukihiro Medina Uema

Asesor:

Mg. Miguel Enrique Alcalá Adrianzen

<https://orcid.org/0000-0002-5478-5910>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Miguel Ángel Rodríguez Alza</b>	<b>18081624</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Oscar Alberto Goicochea Ramírez</b>	<b>18089007</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por mantenerme siempre en el camino correcto y brindarme motivación para seguir adelante.

A todas las personas quienes permitieron que este proceso de aprendizaje y construcción profesional sea provechoso y poder lograr ser una persona exitosa.

A mis padres, por darme la oportunidad de estudiar en una universidad y por brindarme su apoyo incondicional en cualquier circunstancia.

**Christian Medina**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento al Mtr. Miguel Alcalá por ser el mentor y el asesor de todo este proceso de aprendizaje e investigación, por compartirnos parte de su conocimiento.

A la plana docente de la Universidad Privada del Norte quienes hicieron posible mi formación profesional y personal.

**Christian Medina**

## TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	36
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	97
REFERENCIAS .....	99
ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Las 10 agroindustrias más grandes del país .....	14
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	28
Tabla 3. Matriz de consistencia .....	33
Tabla 4. Matriz operacional.....	34
Tabla 5. Tabla resumen del Diagrama de Operaciones de Proceso.....	39
Tabla 6. Tabla resumen del Diagrama de Análisis de Procesos.....	41
Tabla 7. Monetización de pérdidas del efecto 1 .....	44
Tabla 8. Sueldo de los operarios.....	45
Tabla 9. Costo total anual del efecto 1 .....	45
Tabla 10. Monetización de pérdidas del efecto 2 .....	46
Tabla 11. Sueldo de los operarios.....	47
Tabla 12. Costo total anual del efecto 2 .....	47
Tabla 13. Monetización de pérdidas del efecto 3 .....	48
Tabla 14. Ingreso esperado diario.....	50
Tabla 15. Sueldo de los operarios.....	50
Tabla 16. Costo total anual del efecto 3 .....	50
Tabla 17. Priorización de efectos según el costo.....	51
Tabla 18. Matriz de indicadores .....	55
Tabla 19. Matriz de ahorro tras la propuesta de mejora .....	56

Tabla 20. Tabla resumen de la estadística descriptiva.....	57
Tabla 21. Tabla resumen de la prueba de normalidad.....	59
Tabla 22. Tabla resumen del análisis de capacidad de proceso.....	60
Tabla 23. Matriz de priorización de problemas.....	64
Tabla 24. Disponibilidad de la máquina antes de la mejora.....	66
Tabla 25. Confiabilidad de la máquina antes de la mejora.....	67
Tabla 26. Recomendaciones de acuerdo a las fallas.....	68
Tabla 27. Mantenimiento correctivo por indicación del fabricante.....	69
Tabla 28. Tarjeta de mantenimiento rutinario.....	72
Tabla 29. Disponibilidad de la máquina tras la propuesta de mejora.....	73
Tabla 30. Confiabilidad de la máquina tras la propuesta de mejora.....	73
Tabla 31. Medidas de las áreas de producción.....	75
Tabla 32. Tabla de pesos numéricos de acuerdo a la cercanía.....	77
Tabla 33. Método Güerchet.....	83
Tabla 34. Medidas de las áreas de producción tras la mejora.....	85
Tabla 35. Monetización del efecto 1 tras la mejora.....	88
Tabla 36. Sueldo del operario del área.....	89
Tabla 37. Costo total anual del efecto 1.....	89
Tabla 38. Monetización del efecto 2 tras la mejora.....	90
Tabla 39. Sueldo del operario del área.....	91
Tabla 40. Costo total anual del efecto 2.....	91
Tabla 41. Monetización del efecto 3 tras la mejora.....	91
Tabla 42. Lucro cesante por cada línea de empaque.....	91

Tabla 43. Sueldo del operario del área .....	93
Tabla 44. Costo total anual del efecto 3 .....	94
Tabla 45. Matriz de comparación de la monetización.....	94
Tabla 46. Costo de inversión para la implementación del mant. preventivo.....	95
Tabla 47. Costo de inversión para la implementación de redist. de plantas.....	96
Tabla 48. Resumen de inversión por cada herramienta.....	966
Tabla 49. Estado de resultados .....	967
Tabla 50. Análisis financiero de los indicadores.....	968

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales exportadores de productos agrícolas en 2016. ....	13
Figura 2. Diseño del tipo de investigación. ....	26
Figura 3. Flujograma de la metodología de la investigación.....	30
Figura 4. Organigrama de la empresa.....	36
Figura 5. Diagrama de operaciones de proceso de selección y empaçado de arándanos. ...	38
Figura 6. Diagrama de Análisis de Procesos de la selección y empaçado de arándanos. ...	40
Figura 7. Análisis FODA de la empresa.....	43
Figura 8. Diagrama de Pareto según los efectos.....	52
Figura 9. Diagrama de Ishikawa para hallar la causa razón. ....	54
Figura 10. Tarjeta de verificación mensual. ....	71
Figura 11. Distribución actual del área de producción.....	76
Figura 12. Diagrama relacional de actividades. ....	77
Figura 13. Formato de llenado de nombre de departamento y tamaño. ....	78
Figura 14. Formato de llenado de valores numéricos de relación de cercanía.....	79
Figura 15. Layout sugerido por el software.....	80
Figura 16. Distribución de acuerdo al layout sugerido.....	82
Figura 17. Distribución final de la planta de producción. ....	84

## ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1).....	50
(Ecuación 2).....	61
(Ecuación 3).....	62
(Ecuación 4).....	62
(Ecuación 5).....	63
(Ecuación 6).....	63
(Ecuación 7).....	65
(Ecuación 8).....	65
(Ecuación 9).....	66
(Ecuación 10).....	66
(Ecuación 11).....	92
(Ecuación 12).....	92
(Ecuación 13).....	92
(Ecuación 14).....	93

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal aumentar la productividad del área de producción en una empresa agroindustrial ubicado en el distrito de Chao, Perú, mediante una correcta gestión de la producción. Para dicha gestión, se utilizaron herramientas de la ingeniería industrial; tal como lo es la distribución de planta y la implementación de un mantenimiento preventivo. La investigación fue de tipo descriptivo – propositiva, utilizando un conjunto de técnicas con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas que presentaba la empresa en el área productiva mediante un análisis cuantitativo de las variables. Se empleó dos herramientas principales para la elaboración de la propuesta: La metodología *SLP*, mediante la aplicación del diagrama relacional de actividades en conjunto con el método *Güerchet* para poder elaborar un *layout* adecuado de la planta, y por otro lado se aplicó un plan de mantenimiento preventivo estricto que permita mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de la máquina. Tras la propuesta, hubo un incremento de la productividad del área de 66.48% a 86.76%, generando un beneficio anual de S/ 3,347,048.57 respecto a la anterior rentabilidad. Por otro lado, al realizar una evaluación económica, donde se determinó la viabilidad del proyecto, se obtuvo un VAN de S/ 5,849.47, una TIR de 31.67% y un B/C de S/ 1.71. En conclusión, el proyecto fue viable económicamente y que el aumento de la productividad global del área significa una gran mejora en la rentabilidad de la empresa.

**Palabras clave:** Productividad, Gestión de la producción.

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCIÓN

#### **Realidad Problemática**

El sector agroindustrial a nivel mundial, es considerado una de las actividades económicas más importantes que representan la economía mundial, según los datos proporcionados por el Banco Mundial (2018), para el año 2017, el sector de agricultura representaba el 3.432% del PBI mundial. Para el año 2016, la Unión Europea se ubicó como el mayor exportador agrícola a nivel mundial, con exportaciones mayores a 758 mil millones de dólares, de acuerdo con los datos proporcionados por parte de la Organización Mundial de Comercio (OMC) (2016), siguiéndoles Estados Unidos, Brasil, China y Canadá. En el recuadro de abajo podemos observar que los representantes de la región de Latinoamérica a nivel mundial en el sector agrícola son Brasil y Argentina, situándose en el puesto 3 y 7 respectivamente. Por otro lado, la Unión Europea también se ubica como el mayor importador a nivel mundial, alcanzando así 768 mil millones de dólares en productos agrícolas importados, siguiéndole Estados Unidos de América con 160 mil millones, China con 155 mil millones y Japón con 75 mil millones de dólares. En esta lista se pueden ver mayormente a países desarrollados que representan un gran aporte para la economía mundial, se puede observar que el único representante de Latinoamérica es México.

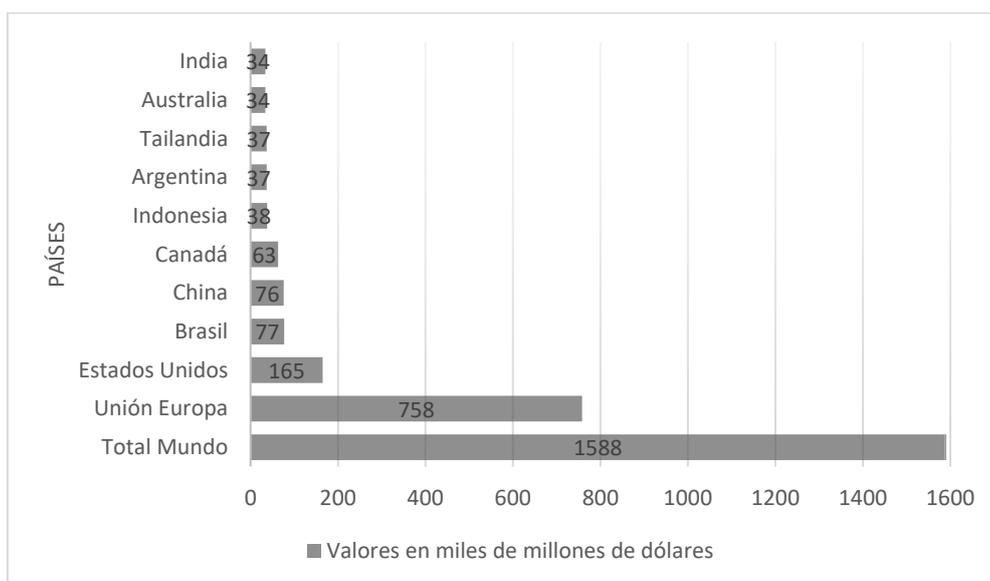


Figura 1. Principales exportadores de productos agrícolas en 2016.  
Fuente: Organización Mundial de Comercio

A nivel nacional, según la información dada por el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la Cámara de Comercio de Lima (2019), indicó que entre el año 2014 – 2018, el PBI del sector agroindustrial en el país aumentó en un 13.7%, además, el empleo aumentó del 8.2% al 22% para el sector. Durante el año 2018, las exportaciones agrícolas en el país llegaron a 6 664 millones de dólares, donde se tiene una cartera de inversión en el país de más de 2 922 millones de dólares. (Peñaranda, 2019), el mismo autor afirma que en el país, para el año 2019 se tenían 342 empresas formales que se dedicaban para el sector agroindustrial. En cuanto a las empresas más importantes del Perú en el sector de la agroindustria encontramos en el primer puesto a Louis Dreyfus Perú, que en el año 2017 tuvo una cifra de ventas de 418.0 millones de dólares, luego le sigue Contilatin del Perú, con 392.6 millones de dólares, en el tercer puesto se encuentra Camposol, que es la empresa agroindustrial más reconocida en el norte del país, con un ingreso de 322.6 millones de dólares. (Alarcón, 2019).

Tabla 1  
*Las 10 agroindustrias más importantes del país*

Ranking	Empresa	Cifra de ventas 2019 (US\$ mill)
1	Louis Dreyfus Perú	418.0
2	Contilatin del Perú	392.6
3	Camposol	322.6
4	Palmas del Espino S.A.	255.6
5	Cargill Americas Perú	247.9
6	Chimu Agropecuaria	213.1
7	Sociedad Agrícola Virú	201.8
8	Molinos & Cía	199.4
9	Danper	196.9
10	British American del Tobacco Holding	174.0

**Nota.** Fuente: América Economía.

Según el Banco Central de Reserva del Perú (2013), en La Libertad, Perú, en el sector agroindustrial bien desarrollado en la costa, los productos más representativos de la región son la alcachofa, el espárrago, la palta y la caña de azúcar. A nivel regional, según la información dada en el foro oficial del Gobierno Regional de La Libertad (2018), tras las grandes inversiones realizadas por el estado peruano en obras civiles e hidráulicas, tales como el proyecto Chavimochic, los diferentes microclimas han hecho que se puedan sembrar, cultivar y cosechar en todo el año, trayendo altos beneficios en los principales valles y pueblos como Chao y Virú, la ciudad de Trujillo y sus distritos, ya que las agroexportaciones aumentaron considerablemente en los últimos años, considerando que en el año 2000, había un ingreso de 45 millones de dólares al año, mientras que en el año

2015 se llegó a una cifra de 600 millones de dólares, representando así nuestra región un 25% de la producción nacional.

En la actualidad todas las empresas, ya sea de bienes o servicios, buscan siempre tener mayor productividad, para así, poder obtener una mayor rentabilidad para la organización misma. Por lo tanto, según Carro & González (2012), la necesidad de sanear los procesos productivos en todas las áreas de la actividad económica, ha hecho que el término “productividad”, sea el foco de atención para todo el público y especialistas en materia de competitividad empresarial. La productividad de una empresa está en función a cómo se utiliza los recursos de manera óptima, es decir, todo lo que se utilice para la obtención de fin, ya sea producto o servicio, sin desperdicio alguno, esto incluye tiempos (Zambrano, 2019). Por ende, se puede decir que es un índice que relaciona lo producido por la empresa y los recursos utilizados para la elaboración de esta. Es decir, que la productividad se puede dar como la división entre salidas y entradas (Carro y González, 2012). Para aumentar la productividad considerablemente, se pueden aplicar diversas estrategias, Jain et al. (2014) afirma que, el layout de una planta y el uso del área de manera eficiente, está relacionada directamente con la productividad de la empresa y la eficiencia del trabajador. Por lo que, según las investigaciones realizadas en años anteriores, el diseño de planta es una forma para reducir el costo de fabricación y costo de servicio con el fin de aumentar la productividad (Wiyaratn & Watanapa, 2010).

Para poder desarrollar un layout adecuado en la planta, la distancia de recorrido de los materiales y el personal es sumamente importante ya que permite la evaluación del rendimiento de flujo de materiales dentro de las áreas, lo que permite emplear el criterio de reducir cualquier transporte o manipulación de materiales (Moncayo et al., 2014). Por lo

tanto, es importante reducir al mínimo la distancia media de viaje (distancia de recorrido) con el fin de optimizar el proceso (Arango et al., 2010). Mayormente las dificultades de un mal diseño de planta se han dado por mala medición de distancias, ya sea de manera rectilínea o euclídea, dependiendo de la naturaleza del flujo de materiales. (Jain et al., 2014). El mismo autor afirma que la manera más óptima de llevar cualquier proceso de trabajo o materiales de un punto a otro, es de tal forma que no se presente ningún tipo de tiempos de espera ni demoras durante el procedimiento dado.

Según Duque et al. (2015), las dificultades que resultan críticas en cualquier planta ya sea de bienes o servicios, principalmente son los transportes excesivos, los almacenamientos y las esperas, que derivan del layout de la planta, es decir que los tiempos de demora representan un desperdicio sumamente importante para cualquier empresa y se debe buscar la forma de optimizar cualquier proceso. Los tiempos de demora están definidos como una variable independiente a utilizar el tiempo medio de permanencia en el sistema, sin generar ningún tipo de valor ni proceso productivo (Garza & Martínez, 2019). Es precisamente que en Japón, que tiene grandes limitaciones de recursos y espacios, intentan evitar los desperdicios a toda costa, siempre intentan implementar la política de “cero defectos, cero inventarios, cero demoras y cero desprecio”, puesto que esto representa una gran pérdida de dinero y eficiencia para una empresa de cualquier ámbito (Pérez et al., 2011). Por otro lado, tenemos los tiempos de transporte que de igual manera resultan siendo un desperdicio por el hecho de que no genera ningún tipo de valor en el producto (Lehlake et al., 2018)

Para la definición exacta de los tiempos de transporte, tenemos a Pérez et al. (2011), quienes afirman que es el desplazamiento de cualquier elemento, ya sea bienes o

materiales, productos en proceso, terminados, personas o herramientas, que, durante dicho lapso, no se está modificando ninguna característica del producto, cosa que el cliente no está dispuesto a pagar. Por otro lado, Lehlake et al. (2018), nos describe que financieramente el desperdicio se debe al costo del equipo de manejo de materiales, personal para operarlo y precauciones de seguridad, y todo lo anterior mencionado no está directamente asociado con un proceso de valor agregado. Puesto que, al disminuir los tiempos de movimientos entre los departamentos en un proyecto de redistribución de planta, se minimizan los costos del traslado de los departamentos (Jaramillo et al., 2014), mejoran también algunas características operativas como el tiempo de proceso, la congestión del área y los flujos entre ellas y viceversa (Rivera et al., 2012). En conclusión, según Edis et al. (2011), que la disminución del tiempo de transporte total, ya sea mínimo, la productividad de cualquier sistema se ve beneficiada.

Otro desperdicio sumamente común es el reproceso, que se da principalmente cuando un producto ha salido defectuoso o un servicio no se ha dado con éxito (Valencia et al., 2014). Según Muyulema (2019), los reprocesos en un taller mecánico provocan improvisación por parte de los trabajadores lo que disminuye la calidad del servicio y esto a la vez incrementa los costos de la empresa. Según Aguilar (2018), este desperdicio da el origen a un problema realmente grave que es difícil de detectar, que son los defectos de calidad. Por ello, es sumamente importante medir el porcentaje del tiempo de reproceso para así costear el reproceso de todo el sistema (Montoya, 2017). El principal beneficio de disminuir todos los tiempos de reprocesos, es el aumento en el cumplimiento de los requisitos de calidad, lo que genera una amplia rentabilidad para la empresa y aumenta la satisfacción por parte de los clientes (Marin et al., 2019).

A todo lo anterior mencionado, en nuestro contexto, estamos viendo la manera factible de poder disminuir las horas – hombre dedicado en cada trabajo de mantenimiento o reparación en el área, ya que consecuentemente se disminuyen los costos fijos generando así mayor productividad para la empresa (Meléndez & Ramírez, 2015). Al hablar sobre el rendimiento de la mano de obra en un determinado tiempo y las dificultades más comunes que afectan su rendimiento y eficiencia, es como se pueden lograr estudios de costos que indiquen la rentabilidad de un proyecto, esto con el fin de poder aumentar la productividad y reducir los costos (Cabrera & Bocanegra, 2016). Por lo tanto, la productividad de la mano de obra se puede obtener como el cociente entre una medida dada del total de los bienes y servicios producidos y una medida de la mano de obra empleada (Carro & González, 2012).

Las empresas actualmente se enfocan en la producción y la calidad del producto, sin embargo, carecen de programas de mantenimiento de las maquinarias y equipos (Solis, 2018), sin embargo, según Páez (2011), se considera de alta dificultad brindar un mantenimiento adecuado sin que ello repercuta en incumplimientos, atrasos, o baja calidad en la producción. Sin embargo, es importante que, para mejorar la productividad de la organización, se debe tener en cuenta el estado real de los equipos y un historial de averías mediante la implementación de las técnicas de TPM (Barrios & Ortiz, 2012).

## Antecedentes

Según León, (2017) en su tesis para la obtención del título de ingeniería agroindustrial en la Universidad Técnica del Norte, titulado “Diseño de una planta agroindustrial para el des amargado de *Chocho Lupinus Mutabilis*”, el balance de línea y la distribución de planta fue sumamente importante para la productividad del área de producción en una empresa agroindustrial, para ello el autor llegó a la conclusión que todas las maquinarias y equipos debieron ser de acero inoxidable por el contacto directo con los alimentos y con una correcta distribución logró obtener una productividad del 66%. De acuerdo al layout de la planta y la distribución de los puestos de trabajo, mediante la metodología SLP, la planta fue distribuida en forma de “U”, y el almacenamiento de materia prima se ubicó dentro de la misma planta con el fin de evitar transportes innecesarios.

Rodríguez, Ospino & Racedo, (2019), en su artículo titulado “Diseño de producción para la agroindustria hortofrutícola de pulpas congeladas, deshidratados, y/o moliendas en la región Caribe”, para el desarrollo de este proyecto, los autores recolectaron la información a través de la observación y las técnicas de recolección de información, realizaron un esquema completo de un diagrama de relaciones de actividades para poder identificar la relación entre las áreas de una planta, para esto consideró 26 áreas de trabajo y logró realizar el layout total de toda la empresa. En conclusión, para poder realizar una correcta distribución de planta, tuvieron que en cuenta una secuencia de pasos que consiste en la recolección de datos y definir un patrón de flujo de materiales, demostrando así que una planta puede lograr un índice de eficiencia del 94,78% en relación al antiguo del 90,46%.

Según Mayta, (2016) en su tesis para optar por el título de ingeniería industrial titulado “Estudio de factibilidad para la instalación de una agroindustria orientada al cultivo, procesamiento y comercialización del Sanky en la región Arequipa”, en la Universidad Nacional de San Agustín, mediante una tabla relacional de actividades, diagrama relacional de actividades y la determinación de espacios de la sala de proceso por el método Güerchet, datos obtenidos mediante la observación y la recolección de datos a través de planos y estudios anteriores, pudo obtener en sus resultados que el espacio necesario para toda la planta es de 300 metros cuadrados, obteniendo así una eficiencia 96.3% en el espacio agregando un 10% de seguridad de espacio para un total de 24 áreas de trabajo. En conclusión, mediante los anteriores métodos seleccionados pudo diseñar una línea de producción sin cuellos de botella que resulte lineal, aprovechando los recursos tecnológicos y elaborando productos de alta calidad, obteniendo una productividad mayor al 50%.

Según Arellanos & Bustamante, (2014) en su tesis para obtener el título de ingeniería industrial titulado “Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta agroindustrial procesadora de chocho para la obtención de carne vegetal en la región Amazonas” de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, aplicó la metodología de Güerchet para el análisis de las necesidades de espacio en una distribución de planta, ya que los autores sustentan que es el método más exacto. Los autores obtuvieron los datos mediante la recolección de datos mediante la toma de tiempos y la observación. Llegaron a la conclusión que, para 22 áreas de trabajo en la empresa, el área requerida es de 400 metros cuadrados, para este trabajo los autores no consideraron ningún tipo de relación entre las áreas.

Lozano, (2019) en su tesis para obtener el título de ingeniería agroindustrial, titulado “Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el proceso de Selección y Clasificación de Espárrago Blanco (*Asparagus Officinalis L.*) de la empresa Green Perú S.A.” en la ciudad de Trujillo, tras la observación y recolección de datos, desarrolló un diagnóstico de la disposición actual y una propuesta de mejora, cada uno realizando un flujograma, diagramas de recorrido, flujo de materiales, balance de línea. Obteniendo un incremento del 14% de la eficiencia y una disminución del 46.9% del tiempo ocioso, por lo que la producción incrementó de 40.5 TM/día en 8 horas de trabajo a 46.5TM/día y tomando en cuenta la adaptación de las 2 líneas de selección y clasificación en la misma área se llegará a producir 69.7TM/día, representando un 72.1% adicional.

Leroy, (2018) en su tesis titulado “Propuesta de implementación del lean manufacturing para disminuir los costos operativos en la línea de proceso de arándano fresco en la empresa Camposol S.A”, sostuvo que mediante la implementación de un control riguroso dentro del área productivo se pueden reducir los desperdicios que disminuyen considerablemente la productividad, tras la aplicación de herramientas y técnicas de Lean Manufacturing de la combinación de operaciones, el Poka Yoke físico y el Poka Yoke de información, el plan de capacitación y el rediseño del layout de la planta procesadora de arándano, se logra ahorrar en costo de reproceso 153 374.46 USD, por el uso de la combinación de operaciones, Poka Yoke y rediseño del layout se logró ahorrar de forma indirecta 590 007.08 USD en el costo de mano de obra directa, indirecta y en el costo de luz.

### **Bases teóricas**

- **Rediseño de distribución de planta:**

Según Jaramillo, Uriarte & Cardona (2014), la redistribución de planta consiste principalmente en pasar de una distribución existente en la actualidad a una nueva distribución minimizando tanto los costos de manejo de materiales, tanto como los costos de redistribución, se debe tener en cuenta que, al realizar este proceso, cabe la posibilidad de adicionar nuevos departamentos dentro de la empresa o modificaciones en las áreas o departamentos existentes.

Según la revista de Ingeniería Rural (s.f.), el método S.L.P. (*Systematic Layout Planning*), es un conjunto de fases que nos permiten abordar sistemáticamente un proceso de distribución de planta.

1. Análisis de productos y cantidades.
2. Definición de proceso productivo (Diagrama de proceso).
3. Tabla de relaciones.
4. Diagrama relacional de áreas funcionales.
5. Cálculo de superficies y definición de necesidades de máquinas e instalaciones (método Guerchet).
6. Generación de diseños alternativos.

- **Mantenimiento preventivo**

Duffuaa et al., (2010), sostiene que el mantenimiento consiste en un conjunto de actividades a través de las cuales un equipo o sistema se restablece en un estado donde puede realizar sus operaciones correctamente, ya que esto influye en la calidad final en los productos y se convierte en una estrategia competitiva.

Según González, L. (2016), para la implementación adecuada de un programa de mantenimiento preventivo se deben tener en cuenta las siguientes fases:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicaciones exactas de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Con el objeto de poder constatar el desempeño de las máquinas es el adecuado, se debe medir de manera cuantitativa algunas variables, por lo que es importante fijar algunos indicadores que permitan realizar dicho análisis. (Zambrano, Prieto & Castillo, 2015). Algunos de estos indicadores son: La calidad de servicio, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, entre otros.

Por último, el TPM es una mejora del mantenimiento preventivo, que consiste en una filosofía japonesa el cual está asociado al mantenimiento autónomo realizado por el departamento de producción, consiste principalmente en realizar mantenimientos preventivos y mantener los equipos en disposición para producir en su capacidad máxima sin paradas no programadas. (Suzuki, 2017).

### **Formulación del problema**

¿En qué medida la distribución de planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo influye en la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020?

### **Objetivo general**

Determinar en qué medida la distribución de planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo influye en la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico inicial de la productividad
- Proponer herramientas de ingeniería industrial
- Cuantificar la productividad después de la propuesta de mejora.
- Realizar una evaluación económica y financiera de la propuesta.

### **Hipótesis**

La propuesta de distribución de planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo aumenta en un 20% la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020.

### **Justificación**

El presente proyecto de investigación permitirá a las empresas conocer acerca de cómo aplicar dos de las principales herramientas de la ingeniería industrial que sirve para optimizar los recursos y procesos. Una buena justificación consiste en fundamentar con argumentos convincentes y razones suficientes para el sustento de una investigación (Chavarría, 2016).

En nuestro país, hay mucho desconocimiento acerca del tema de optimización de recursos y espacios, lo que genera pérdidas monetarias por falta de eficiencia en el proceso. La distribución de planta es una herramienta que implica la organización de espacios necesarios para evitar así los movimientos innecesarios durante el proceso productivo, por otro lado, el mantenimiento preventivo permite el correcto funcionamiento de los equipos y una mayor confiabilidad en el trabajo. La correcta aplicación de estas dos herramientas genera una gran ventaja competitiva ante otras empresas que se ve reflejada en una mayor productividad y rentabilidad.

Justificación teórica: La investigación realizada ha fortalecido el conocimiento sobre la distribución de planta en una empresa industrial y el mantenimiento preventivo.

Justificación metodológica: Aporte como antecedente para futuras investigaciones relacionadas a las variables estudiadas en el rubro agroindustrial.

Justificación práctica: La investigación muestra a detalle el proceso del diagnóstico inicial y la aplicación de las dos herramientas en la empresa.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

### Tipo de investigación

La investigación es cuantitativa: Es aquella investigación que para la elaboración se aplican herramientas matemáticas con tal de medir el impacto en los resultados del problema para posteriormente ser proyectados.

### Por la orientación:

La investigación es de tipo aplicada: Se tiene como objetivo práctico, elaborar y aplicar propuestas prácticas de ingeniería para solucionar problemas específicos o investigar soluciones de uso inmediato.

### Por el diseño:

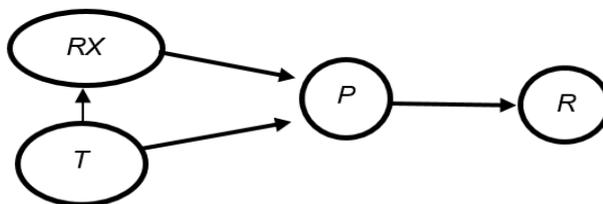


Figura 2. Diseño del tipo de investigación.

La investigación es de tipo propositiva.

RX: La productividad antes de la mejora.

T: Rediseño de distribución y mantenimiento preventivo.

P: Propuesta de mejora en la gestión de producción.

R: La productividad después de la mejora.

Población y muestra

### **Población:**

La población está compuesta por los procesos que se da dentro de un acopio de una empresa agroindustrial dedicado a la producción de frutos.

Entrada:

- 1.- Ingreso de materia prima
- 2.- Inspección de la materia prima
- 3.- Recepción de materia prima

Salida:

- 4.- Preparación del producto terminado en lotes
- 5.- Verificación del producto terminado
- 6.- Traslado del lote fuera del acopio

### **Muestra:**

La muestra es de tipo censal debido a la cantidad de procesos.

Entrada:

- 1.- Ingreso de materia prima
- 2.- Inspección de la materia prima
- 3.- Recepción de materia prima

Salida:

- 4.- Preparación del producto terminado en lotes
- 5.- Verificación del producto terminado
- 6.- Traslado del lote fuera del acopio

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 2  
*Técnicas e instrumentos para la recolección de datos*

<b>TÉCNICA</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>APLICADO EN</b>
Observación	Se emplea dicha técnica para poder realizar un diagnóstico inicial de los problemas que suceden en los procedimientos a la hora de verificación de fruto y empacado.	Toma de tiempos y apuntes principales desperdicios.	El acopio de una empresa agroindustrial.
Análisis documentos	Se emplea dicha técnica para poder extraer de información sobre la data histórica y distribución de la planta.	AutoCAD y Microsoft Excel.	El acopio de una empresa agroindustrial.

**Descripción:**

**Observación**

- Objetivo:

Obtener información de todos los procesos dentro del acopio y las entradas y salidas de materiales.

- Procedimiento:

Se realizan apuntes de manera muy detallada la toma de tiempos de cada proceso que conforma el empacado de arándano dentro del proceso productivo, desde que la materia prima ingresa al acopio hasta que sale por la puerta del almacén de producto

terminado, esto se calcula en segundos, asimismo, mediante la observación se determinan los que podrían ser los principales desperdicios y problemas que suceden dentro del lugar de estudio que serían las principales causas de la baja productividad dentro del área.

- Instrumento:

Hoja en Excel para medir el comportamiento de los tiempos mediante WestingHouse, Apuntes en Word para determinar principales desperdicios.

### **Análisis de documentos**

- Objetivo:

Obtener información de los datos históricos de la empresa.

- Procedimiento:

Anteriormente la empresa ya había hecho un estudio de tiempos, la idea es comparar la eficiencia proyectada por la empresa con la eficiencia real, de igual manera obtener los datos más relevantes para el estudio de tiempos. Por otro lado, se revisan los planos realizados por la empresa de toda el área con el fin de poder obtener las medidas de todo el acopio donde será nuestro lugar de estudio.

- Instrumento:

Microsoft Office Excel y AutoCAD.

### **Procedimiento**

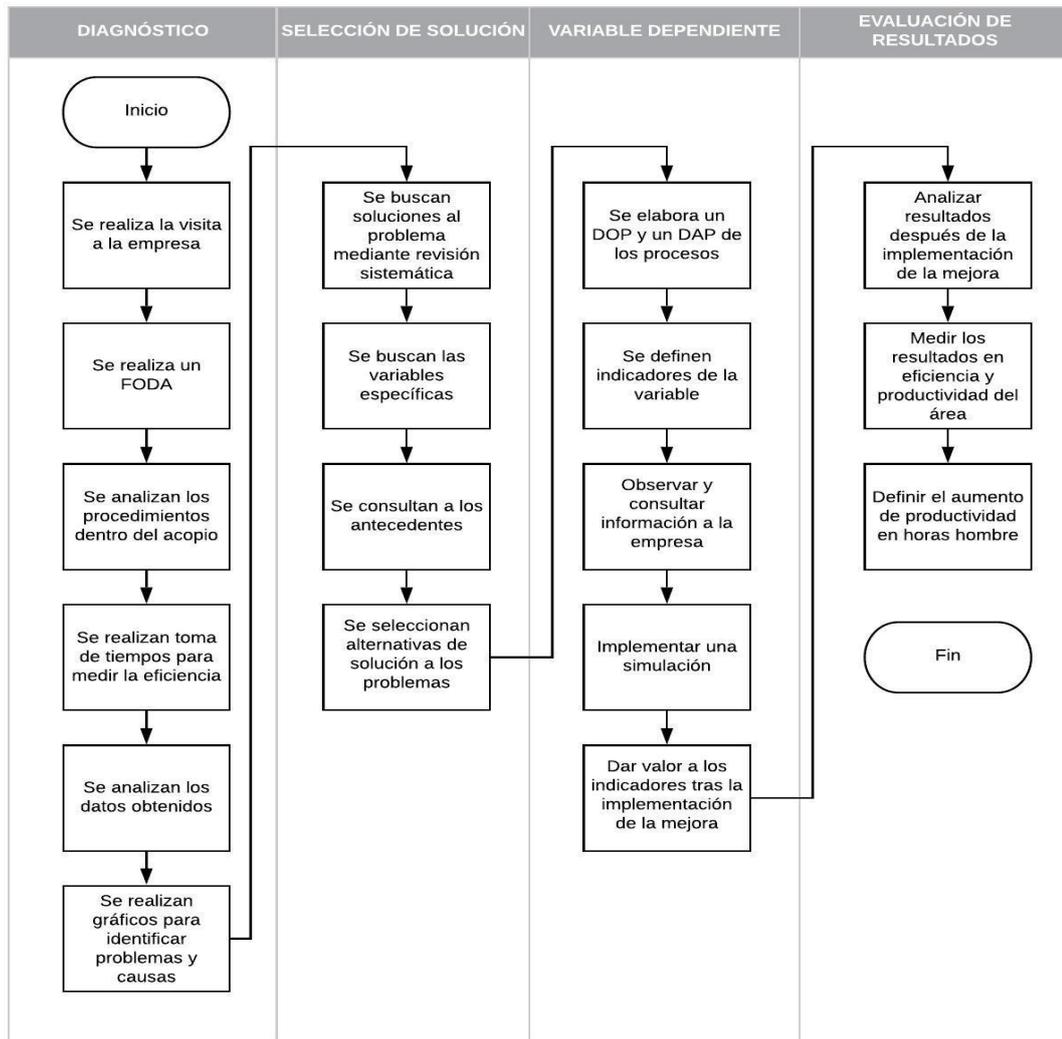


Figura 3. Flujograma de la metodología de la investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

a) Diagnóstico: Para poder realizar un diagnóstico correcto de la situación actual de la empresa, en primer lugar, es necesario realizar la visita a la empresa para poder conocer a grandes rasgos los procedimientos que se llevan dentro de ella. Posteriormente se debe emplear un FODA de la empresa para poder analizar las ventajas y desventajas que hay dentro de la misma empresa. En el área de producción, deben observarse detalladamente los procedimientos que se realizan para la selección y empaqueo de fruto, se deben realizar toma de tiempos para poder identificar los principales problemas que existen dentro del área respecto a la eficiencia de la mano de obra, ya que esto genera una disminución en la rentabilidad de la empresa. Finalmente, para culminar con el diagnóstico, se deben aplicar herramientas que resulten de fácil uso para el reconocimiento de los principales problemas y las causas de estas, pueden ser diagramas como Ishikawa y Pareto.

b) Selección de solución: Tras haber identificado los principales problemas que existen dentro del área, se debe realizar una revisión sistemática para poder buscar información de acuerdo a las variables específicas en el sector, para ello se deben consultar en los antecedentes que hayan tenido los mismos problemas. Finalmente, después de haber realizado una búsqueda de información en los artículos científicos publicados en base de datos confiables, se pudo concluir que las mejores alternativas de solución son: un rediseño de toda la distribución de planta y una mejora de procesos aplicando las herramientas de manufactura esbelta para la disminución de desperdicios.

c) Variable dependiente: Para poder cuantificar correctamente la variable dependiente, se debe realizar un estudio detallado de los procesos que se involucran, para ello se debe realizar un DOP y un DAP, para posteriormente definir indicadores de cada variable. Se deben consultar información de la empresa sobre sus tiempos estándar y

parámetros de calidad. Posteriormente se debe dar valor a cada indicador tras la simulación de la propuesta de mejora realizada, todo con su fórmula con el fin de poder cuantificar la mejora en la eficiencia.

d) Evaluación de resultados: Después de simular la propuesta de mejora, se deben analizar los resultados con el fin de medir el aumento en la productividad de cada estación de trabajo, para esto se debe realizar una comparación de los resultados obtenidos con la información recolectada al inicio del proyecto, posteriormente se debe medir la eficiencia total del área de acuerdo a horas-hombre.

Tabla 3

*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
<p>¿Cuál es el impacto de la redistribución en planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo en la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020?</p>	<p>La propuesta del rediseño de la distribución en planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo aumenta la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020.</p>	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el impacto del rediseño de la distribución en planta y mejora de procesos mediante el mantenimiento preventivo en la productividad de la línea de producción de arándano en una empresa agroindustrial, Chao – 2020.</li> </ul> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un diagnóstico inicial de la línea de producción.</li> <li>• Proponer herramientas de ingeniería industrial para incrementar la productividad.</li> <li>• Cuantificar la productividad después de la propuesta de mejora.</li> <li>• Realizar una evaluación económica y financiera de la redistribución de planta y control de procesos.</li> </ul>	<p>VI: Macro variable. Gestión de la producción.</p> <p>VD: Macro variable. Productividad.</p>

Tabla 4  
Matriz Operacional

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Gestión de la producción	Planificar y administrar cómo se fabricarán ciertos productos	La gestión de la producción es un conjunto de herramientas administrativas que ayudan a maximizar los niveles de la productividad de una empresa, por lo que, la gestión de la producción es la planificación, demostración, ejecución y control para obtener un producto de calidad. (Vilcarromero, 2017).	Distancia total de recorrido	$DR = \sum \text{distancias recorridas}$	Intervalo
			Disponibilidad	$D = TPEF / (TPEF + TPDR)$	Razón
			Confiabilidad	$C = 1 - RF$	Intervalo
			Lucro Cesante	$LC = (\text{Ingreso esperado} / \text{Tiempo disponible}) * \text{Tiempo de paradas}$	Razón
			Tiempo muerto	$TM = \text{Tiempo de averías} + \text{Tiempo de cambio de producto}$	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Relación entre cantidad y recursos	La productividad indica la mejora del proceso productivo, que consiste en la comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes o servicios producidos. (Carro & González, 2012).	Eficiencia	$E = \text{Tiempo real productivo} / \text{Tiempo disponible}$	Razón
			Calidad	$C = \text{Unidades producidas} / \text{Unidades planificadas}$	Razón
			Productividad Global	$PG = \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$	Intervalo

## CAPÍTULO III.

### RESULTADOS

#### **3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa**

##### **3.1.1. Generalidades de la empresa**

La empresa ha decidido mantener en discreción el nombre y la razón social, pero en líneas generales, es una empresa agroindustrial ubicado en el distrito de Chao, Perú, que se dedica a la siembra, cosecha y empaque de arándanos y paltas. siempre cumpliendo con los estándares de calidad internacionales para finalmente ser exportados.

##### **3.1.1.1 Lineamientos estratégicos**

###### **Visión**

Ser una empresa reconocida a nivel internacional por comercializar productos saludables y de alta calidad, preservando el medio ambiente.

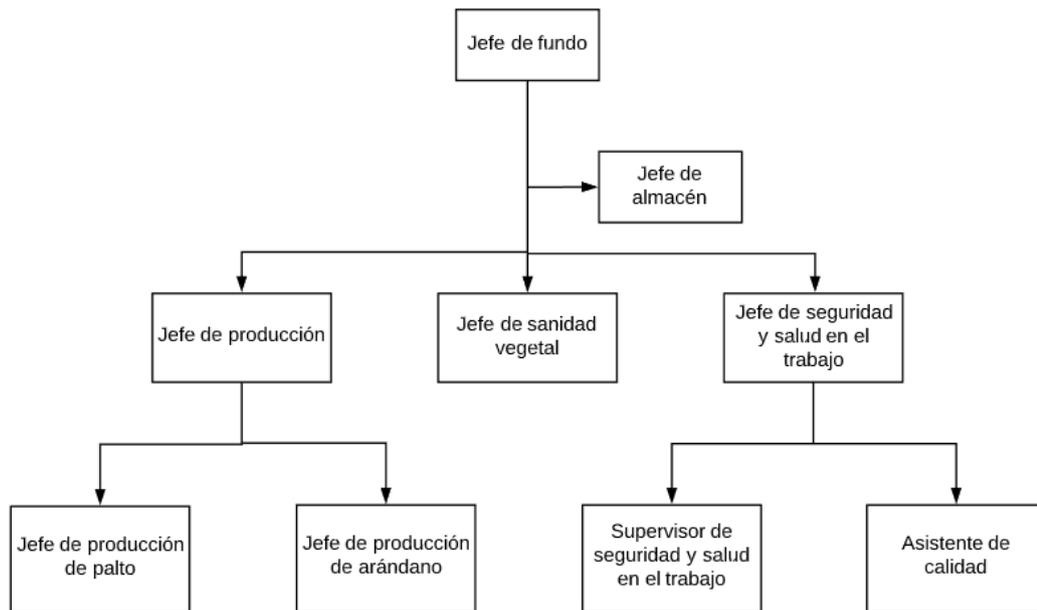
###### **Misión**

Exportar productos de la mejor calidad cumpliendo con los estándares internacionales para satisfacer las necesidades de nuestros clientes y consumidores finales.

###### **Valores**

- Responsabilidad
- Respeto
- Compromiso
- Esfuerzo
- Lealtad
- Honradez

### 3.1.1.2 Organigrama



*Figura 4.* Organigrama de la empresa.

### 3.1.1.3 Principales competidores

- Camposol: Como principal competidor se tiene a Camposol S.A. que es actualmente el productor de arándanos número 1 a nivel nacional, tienen mucho más campo y experiencia en el ámbito, al igual que la cantidad de personas que laboran en dicha empresa son más de 5 veces. Por lo tanto, la principal ventaja competitiva de nuestra empresa a comparación de Camposol, es la calidad del producto.
- Hortifrut: Hortifrut se encuentra ubicado muy cerca a la agroindustria el cual es objeto de estudio, pertenece a una empresa chilena la mayoría de las acciones, es la segunda exportadora de arándanos más grande del Perú.

#### **3.1.1.4 Principales clientes**

- Estados Unidos: Principal cliente y el que compra en mayor cantidad los arándanos.
- Unión Europea: Mayormente el producto desembarca en Italia y de ahí se distribuye a toda Europa dependiendo de la necesidad del mercado.
- China: Es el cliente que más paga por el kilo de arándanos, llegando a pagar hasta 30\$ el kilo hace aproximadamente dos años, pero es el cliente más estricto con la calidad.

#### **3.1.1.5 Principales productos o servicios**

- Paltas
- Arándanos

### 3.1.2 Proceso productivo (DOP)

Se realizó el siguiente Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) para la producción de 100 kg de arándanos.

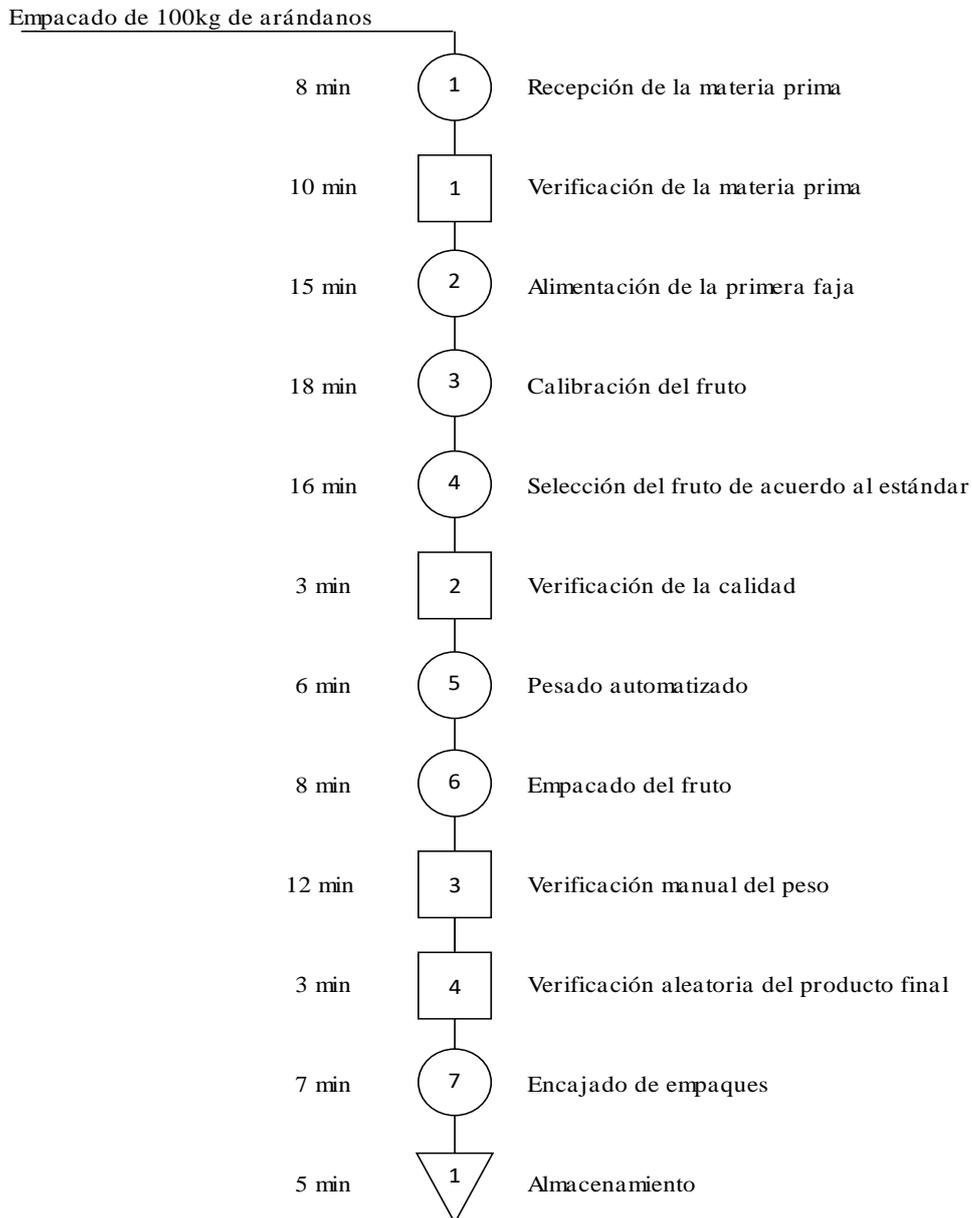
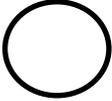
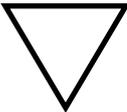


Figura 5. Diagrama de operaciones de proceso de selección y empacado de arándanos.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5

*Tabla resumen del Diagrama de Operaciones de Proceso*

N°	Actividad	Frecuencia	Tiempo (min)
1		7	78
2		4	28
3		1	5
<b>TOTAL</b>		12	111

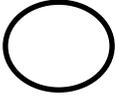
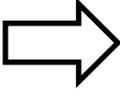
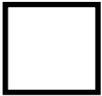
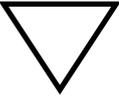
### 3.1.3 Diagnóstico del área problemática (DAP, AMFE PROCESO, FODA)

#### DAP

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS							
PROCESO: Producción de 100 kg de Arándanos							
ACTIVIDAD:	OPERACIÓN	TRANPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
	○	➡	□	D	▽		
1 Recepción de la materia prima	●						En estándares no tan altos, se considera que un 40% del total de arándanos ingresan con calidad de exportación.
2 Verificación de la materia prima			●				Verificación del tipo adecuado de arándano y peso total.
3 Transporte del almacén de materia prima a la faja de alimentación		●				13.5	Transporte largo e innecesario
4 En espera de un operario				●		5	No se tiene un operario fijo de alimentación manual
5 Alimentación de la primera faja	●					15	
6 Calibración del fruto	●					18	Selección del fruto de acuerdo al tamaño
7 Selección del fruto de acuerdo al estándar	●					16	Selección del fruto de acuerdo a estándares de calidad
8 Verificación de la calidad			●			3	Operarios al costado de la faja
9 Pesado automatizado	●					6	
10 Demora por falla del denester				●		2.5	El denester falla en repetidas ocasiones durante el día
11 Empacado de fruto	●					8	
12 Traslado del empacado al área de encajado		●				4	Transporte en fajas
13 Verificación manual del peso			●			12	Verificación del peso
14 Verificación aleatoria del producto final			●			3	Encargada de calidad coge un clamshell al azar
15 Encajado manual de empaques	●					7	Los mismos encargados de la verificación del peso realizan el encajado
16 Transporte del área de encajado al área de arrumado		●				5	Transporte innecesario
17 Almacenamiento del producto final					●	5	Desorden en el almacenamiento

Figura 6. Diagrama de Análisis de Procesos de la selección y empacado de arándanos.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6  
*Tabla resumen del Diagrama de Análisis de Procesos*

N°	Actividad	Frecuencia	Tiempo (min)
1		7	78
2		3	22.5
3		2	7.5
4		4	28
5		1	5
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>141</b>

- **Actividades productivas:**

% Actividades productivas =  $(111 / 141) * 100 = 78.72 \%$

- **Actividades improductivas:**

% Actividades improductivas =  $(30 / 141) * 100 = 21.28 \%$

## FODA

### A. Fortalezas:

- La empresa es líder en estándares de calidad a nivel nacional, produciendo frutos que resultan atractivos para el mercado internacional.
- El talento humano dentro de la empresa está conformado por profesionales y trabajadores altamente capacitados y con amplia experiencia.
- La empresa posee una política de mejora continua y métodos estandarizados que le permitió ir perfeccionando los procedimientos en las diferentes áreas.
- Se posee un amplio terreno de cultivo.
- Existe un amplio capital.

### B. Oportunidades

- Debido a la alta calidad en el producto final, la empresa ha logrado posicionarse en el mercado global, teniendo reconocimiento de marca.
- Debido al crecimiento económico mundial, el precio del arándano y la palta va en aumento año tras año.
- Con el paso de los años, la demanda de frutos de alta calidad a nivel mundial ha ido en aumento, buscando así un alto índice de precio – calidad.

### C. Debilidades

- Al ser una empresa no tan grande, existen algunas debilidades y una de ellas es la falta de capacidad y una correcta administración en los almacenes.
- Falta de algunas políticas de seguridad y medioambientales.

### D. Amenazas

- Existen competencias que son empresas mucho más grandes tales como Camposol y Hortifrut, lo que resulta una gran amenaza si es que no se sigue innovando.
- La economía de los países puede ir decayendo debido a cualquier crisis mundial lo que disminuiría la demanda.
- Cambios en el régimen agrario podría disminuir la rentabilidad de la empresa.



*Figura 7.* Análisis FODA de la empresa.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4 Monetización del Problema

#### 3.1.4.1 Monetización de pérdidas por transporte innecesario desde el almacén inicial al área productivo

Tabla 7

*Monetización de pérdidas del efecto 1*

<b>PÉRDIDA POR TRANSPORTE INNECESARIO DESDE ALMACÉN INICIAL</b>								
Meses	Días laborables	# de veces promedio de recorrido diario	# de veces de recorrido mensual	Tiempo de recorrido promedio (min)	Tiempo de recorrido total (min)	Número de operarios	Costo de M.O. por hora (S/)	Costo Total
Marzo-2019	21	11	231	13.5	3118.5	4	S/8.3	S/1,732.5
Abril-2019	20	13	260	13.5	3510	4	S/8.3	S/1,950.0
Mayo-2019	22	10	220	13.5	2970	4	S/8.3	S/1,650.0
Junio-2019	20	13	260	13.5	3510	4	S/8.3	S/1,950.0
Julio-2019	22	12	264	13.5	3564	4	S/8.3	S/1,980.0
Agost.-2019	21	11	231	13.5	3118.5	4	S/8.3	S/1,732.5
Sept.-2019	21	11	231	13.5	3118.5	4	S/8.3	S/1,732.5
Oct.-2019	22	10	220	13.5	2970	4	S/8.3	S/1,650.0
Nov.-2019	20	12	240	13.5	3240	4	S/8.3	S/1,800.0
Dic.-2019	21	13	273	13.5	3685.5	4	S/8.3	S/2,047.5
Enero-2020	22	11	242	13.5	3267	4	S/8.3	S/1,815.0
Febr.-2020	21	13	273	13.5	3685.5	4	S/8.3	S/2,047.5

Nota: Tabla resumen de las pérdidas dadas por tiempo innecesario de recorrido desde el almacén inicial al área productivo, dado en minutos por mes en el acopio 4 de la empresa estudiada. Se obtiene en primer lugar el tiempo de recorrido total realizando la multiplicación del número de veces de recorrido que realizan los operarios al mes por el tiempo de recorrido promedio, y a este resultado se multiplica el costo de Mano de Obra y el número de operarios encargados de la labor.

Tabla 8  
*Sueldo de los operarios*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/mes</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	1600	S/8.33

Tabla 9  
*Costo Total anual del efecto 1*

<b>COSTO TOTAL POR TRANSPORTE INNECESARIO DESDE ALMACÉN INICIAL</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/22,087.50</b>

### 3.1.4.2 Monetización de pérdidas por transporte innecesario desde el área productivo al almacén final

Tabla 10

*Monetización de pérdidas del efecto 2*

<b>PÉRDIDA POR TRANSPORTE INNECESARIO HACIA ALMACÉN FINAL</b>								
Meses	Días laborables	# de veces promedio de recorrido diario	# de veces de recorrido mensual	Tiempo de recorrido promedio (min)	Tiempo de recorrido total (min)	Número de operarios	Costo de M.O. por hora (S/)	Costo Total
Marzo-2019	21	29	609	5	3045	6	S/8.3	S/2,537.5
Abril-2019	20	30	600	5	3000	6	S/8.3	S/2,500.0
Mayo-2019	22	29	638	5	3190	6	S/8.3	S/2,658.3
Junio-2019	20	28	560	5	2800	6	S/8.3	S/2,333.3
Julio-2019	22	26	572	5	2860	6	S/8.3	S/2,383.3
Agost.-2019	21	31	651	5	3255	6	S/8.3	S/2,712.5
Sept.-2019	21	26	546	5	2730	6	S/8.3	S/2,275.0
Oct.-2019	22	29	638	5	3190	6	S/8.3	S/2,658.3
Nov.-2019	20	27	540	5	2700	6	S/8.3	S/2,250.0
Dic.-2019	21	28	588	5	2940	6	S/8.3	S/2,450.0
Enero-2020	22	30	660	5	3300	6	S/8.3	S/2,750.0
Febr.-2020	21	28	588	5	2940	6	S/8.3	S/2,450.0

Nota: Tabla resumen de las pérdidas dadas por tiempo innecesario de recorrido desde área productivo al almacén final, dado en minutos por mes en el acopio 4 de la empresa estudiada. Se obtiene en primer lugar el tiempo de recorrido total realizando la multiplicación del número de veces de recorrido que realizan los operarios al mes por el tiempo de recorrido promedio, y a este resultado se multiplica el costo de Mano de Obra y el número de operarios encargados de la labor.

Tabla 11

*Sueldo de los operarios*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/mes</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	1600	S/8.33

Tabla 12

*Costo total anual del efecto 2*

<b>COSTO TOTAL POR TRANSPORTE INNECESARIO HACIA ALMACÉN FINAL</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/29,958.33</b>

### 3.1.4.3. Monetización por paradas de máquina en el empaçado

Tabla 13

*Monetización de pérdidas del efecto 3*

Meses	Línea	# de paradas mensuales	Tiempo desperdiciado por parada promedio (min)	Tiempo total de paradas mensual (min)	Lucro cesante (soles/mes)	Costo de mano de obra	Pérdida total	Pérdidas por mes
Marzo-2019	Línea 1	33	2.5	82.5	S/8,105.63	S/11.46	S/8,117.08	S/17,464.03
	Línea 2	16	2.5	40	S/3,930.00	S/5.56	S/3,935.56	
	Línea 3	22	2.5	55	S/5,403.75	S/7.64	S/5,411.39	
Abril-2019	Línea 1	37	2.5	92.5	S/9,088.13	S/12.85	S/9,100.97	S/18,201.94
	Línea 2	16	2.5	40	S/3,930.00	S/5.56	S/3,935.56	
	Línea 3	21	2.5	52.5	S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
Mayo-2019	Línea 1	35	2.5	87.5	S/8,596.88	S/12.15	S/8,609.03	S/19,923.75
	Línea 2	23	2.5	57.5	S/5,649.38	S/7.99	S/5,657.36	
	Línea 3	23	2.5	57.5	S/5,649.38	S/7.99	S/5,657.36	
Junio-2019	Línea 1	36	2.5	90	S/8,842.50	S/12.50	S/8,855.00	S/18,693.89
	Línea 2	19	2.5	47.5	S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	
	Línea 3	21	2.5	52.5	S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
Julio-2019	Línea 1	32	2.5	80	S/7,860.00	S/11.11	S/7,871.11	S/18,201.94
	Línea 2	17	2.5	42.5	S/4,175.63	S/5.90	S/4,181.53	
	Línea 3	25	2.5	62.5	S/6,140.63	S/8.68	S/6,149.31	
Agost.-2019	Línea 1	31	2.5	77.5	S/7,614.38	S/10.76	S/7,625.14	S/17,955.97
	Línea 2	21	2.5	52.5	S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
	Línea 3	21	2.5	52.5	S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
Sept.-2019	Línea 1	32	2.5	80	S/7,860.00	S/11.11	S/7,871.11	S/17,955.97
	Línea 2	18	2.5	45	S/4,421.25	S/6.25	S/4,427.50	

	Línea 3	23	2.5	57.5	S/5,649.38	S/7.99	S/5,657.36	
	Línea 1	38	2.5	95	S/9,333.75	S/13.19	S/9,346.94	
Oct.-2019	Línea 2	18	2.5	45	S/4,421.25	S/6.25	S/4,427.50	S/19,923.75
	Línea 3	25	2.5	62.5	S/6,140.63	S/8.68	S/6,149.31	
	Línea 1	35	2.5	87.5	S/8,596.88	S/12.15	S/8,609.03	
Nov.-2019	Línea 2	20	2.5	50	S/4,912.50	S/6.94	S/4,919.44	S/19,677.78
	Línea 3	25	2.5	62.5	S/6,140.63	S/8.68	S/6,149.31	
	Línea 1	33	2.5	82.5	S/8,105.63	S/11.46	S/8,117.08	
Dic.-2019	Línea 2	20	2.5	50	S/4,912.50	S/6.94	S/4,919.44	S/18,447.92
	Línea 3	22	2.5	55	S/5,403.75	S/7.64	S/5,411.39	
	Línea 1	34	2.5	85	S/8,351.25	S/11.81	S/8,363.06	
Enero-2020	Línea 2	24	2.5	60	S/5,895.00	S/8.33	S/5,903.33	S/19,923.75
	Línea 3	23	2.5	57.5	S/5,649.38	S/7.99	S/5,657.36	
	Línea 1	37	2.5	92.5	S/9,088.13	S/12.85	S/9,100.97	
Feb.-2020	Línea 2	19	2.5	47.5	S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	S/19,431.81
	Línea 3	23	2.5	57.5	S/5,649.38	S/7.99	S/5,657.36	

Nota: Tabla resumen de las pérdidas dadas por paradas del denester de cada línea de empacado. Se tienen 3 líneas de empacado y se realizó una tabla resumen de las paradas mensuales totales en minutos, obtenido del producto de las paradas mensuales por el tiempo promedio de parada. Posteriormente el lucro cesante se obtiene del ingreso esperado por cada minuto por el tiempo de parada en minutos, a esto se le suma el costo de mano de obra y se obtiene la pérdida total.

Tabla 14  
*Ingreso esperado diario*

<b>LUCRO CESANTE POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>		
PV del kilo de arándano para febrero de 2020	\$6.55	S/23.58
Producción diaria ideal por línea	2000 kg	
Ingreso esperado diario	S/47,160.00	

Tabla 15  
*Sueldo de los operarios*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/mes</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	1600	S/8.33

Tabla 16  
*Costo total anual del efecto 3*

<b>COSTO TOTAL POR PARADAS EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/225,802,50</b>

$$LUCRO CESANTE = \left( \frac{IE}{TD} \right) \times TP$$

(Ecuación 1)

Donde:

IE: Ingreso esperado diario

TD: Tiempo disponible de producción

TP: Tiempo total de paradas

La fórmula para hallar el lucro cesante está dada por la división entre el ingreso esperado diario (S/) entre el tiempo disponible de producción diario, es decir 480 minutos. A todo esto, se le multiplica el tiempo total de paradas al mes.

### 3.1.5 Priorización de la causa raíz (Diagrama de Pareto)

Tabla 17

*Priorización de efectos según el costo*

<b>N°</b>	<b>Efecto</b>	<b>COSTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>
EFEECTO 1	Recorrido desde el almacén inicial	S/22,087.50	7.9%	7.9%
EFEECTO 2	Recorrido innecesario hacia el almacén final	S/29,958.33	10.8%	18.7%
EFEECTO 3	Tiempo de parada por falla en la calibración del <i>denester</i>	S/225,802.50	81.3%	100%
		S/277,848.33		

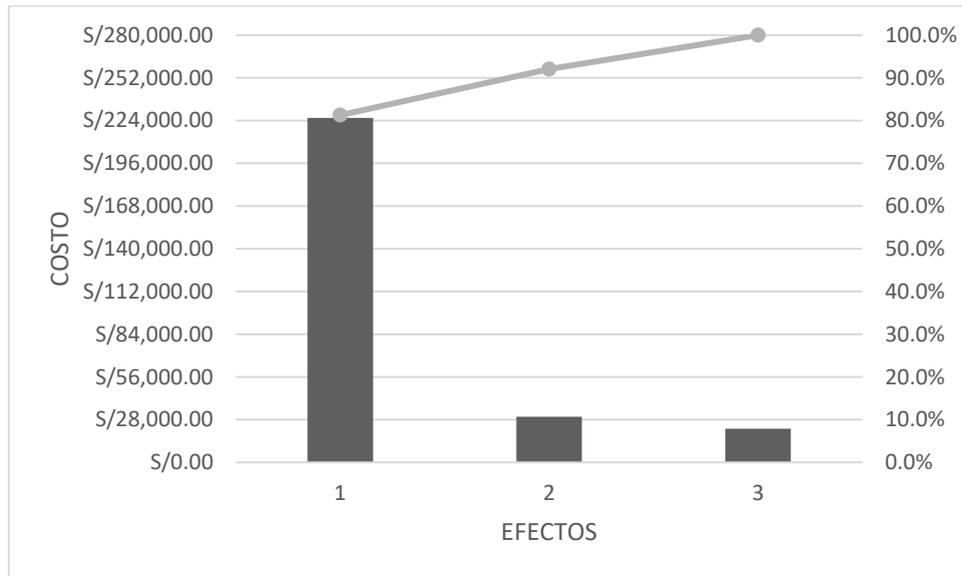


Figura 8. Diagrama de Pareto según los efectos.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6 Análisis de la causa razón (Diagrama de Ishikawa)

#### 3.1.6.1 Análisis de causa raíz de paradas de máquina en el empaque.

1. ¿Por qué existen paradas de máquina en el área de empaque? Porque hay una falla en la calibración.
2. ¿Por qué hay una falla en la calibración? Porque no se realiza una revisión técnica adecuada.
3. ¿Por qué no se realiza una revisión técnica adecuada? Porque el personal no está capacitado para hacerlo.
4. ¿Por qué el personal no está capacitado para hacerlo? Porque no se ha implementado un procedimiento estandarizado.
5. ¿Por qué no se ha implementado un procedimiento estandarizado? Porque no existe una política estricta de mantenimiento preventivo.

### **3.1.6.2 Análisis de causa raíz de pérdidas por recorrido innecesario.**

1. ¿Por qué existen pérdidas por recorrido innecesario? Porque existe transporte innecesario durante el proceso productivo.
2. ¿Por qué existe transporte innecesario durante el proceso productivo? Porque existen demoras.
3. ¿Por qué existen demoras? Porque las áreas se encuentran mal distribuidas.
4. ¿Por qué las áreas se encuentran mal distribuidas? Porque no existe un estudio de relación entre áreas.
5. ¿Por qué no existe un estudio de relación entre áreas? Porque hay una mala distribución de planta que necesita ser rediseñado.

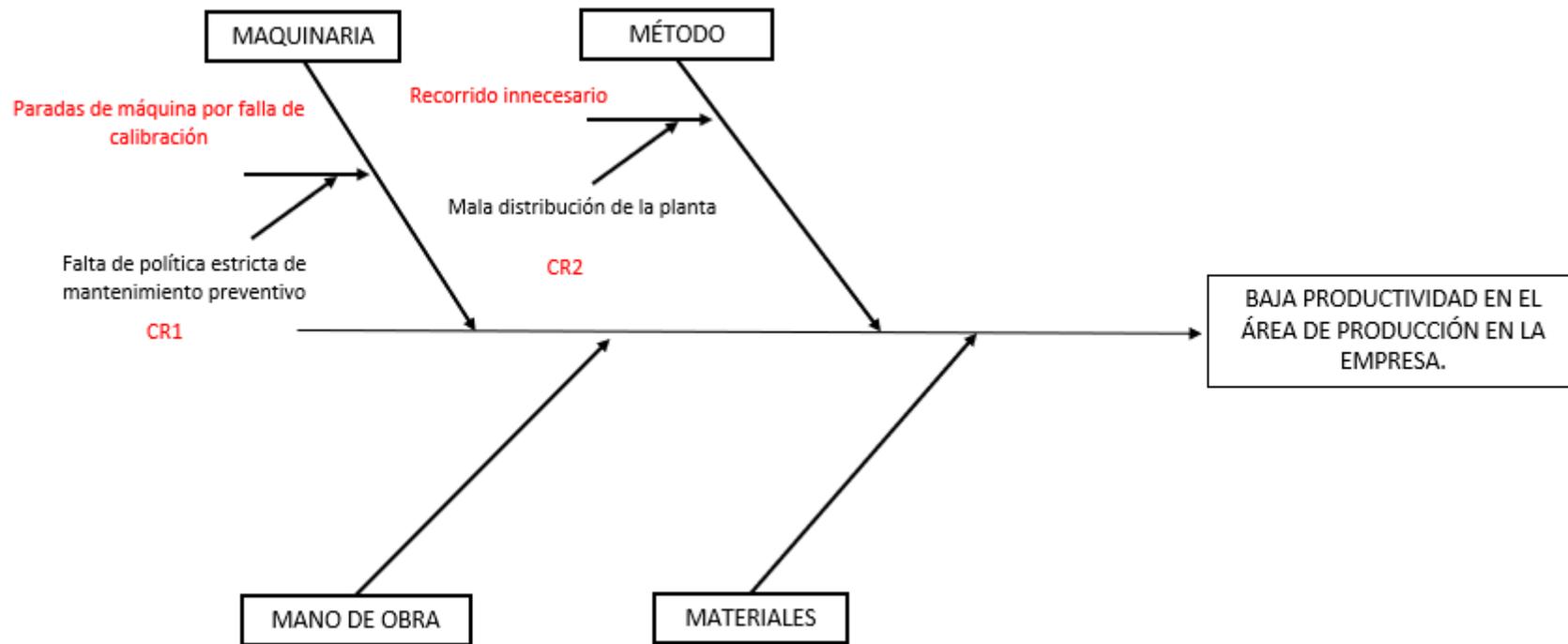


Figura 9. Diagrama de Ishikawa para hallar la causa razón.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.7 Matriz de indicadores de causa raíz (Tabla con V. actual y V. meta)

Tabla 18

*Matriz de indicadores*

<b>N° Causa Raíz</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA RAÍZ</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>FORMULA</b>	<b>VALOR ACTUAL</b>	<b>VALOR META</b>	<b>HERRAMIENTAS DE MEJORA</b>
CR1	Tiempo de parada por falla en la calibración del denester	Falta de política estricta de mantenimiento preventivo	Costo por paradas de máquinas	Lucro Cesante + Costo de mano de obra + Costo de materiales empleados	S/ 225,802.50	S/ 135,481.50	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
CR2	Tiempo innecesario de recorrido	Mala distribución de planta	Costo por transporte innecesario	Tiempo total de recorrido innecesario * Número de operarios * Costo de M.O.	S/ 52,045.83	S/ 10,409.17	REDISEÑO DE DISTRUBUCIÓN DE PLANTA MEDIANTE DIAGRAMA DE RELACIONES Y GUERCHET

Tabla 19

*Matriz de ahorro tras la propuesta de mejora*

<b>Causa Raíz</b>	<b>Antes de la propuesta</b>		<b>Después de la propuesta</b>		<b>Ahorro (S/)</b>	
CR1	S/	225,802.50	S/	135,481.50	S/	90,321.00
CR2	S/	52,045.83	S/	10,409.17	S/	41,636.67
<b>Total</b>	S/	277,848.33	S/	145,890.67	S/	131,957.67

Nota: Con la implementación de un mantenimiento productivo total, se espera obtener un ahorro de 90,321.00 soles durante todo un año, mientras que con la implementación de un nuevo diseño de distribución de planta, se espera tener un ahorro de 41,636.67 al año, siendo un ahorro total de 131,957.67 soles.

### 3.1.8 Análisis de datos

#### 3.1.8.1 Estadística descriptiva

Se ingresaron los datos recolectados en Minitab para así poder obtener los resultados en la tabla a continuación:

Tabla 20

*Tabla resumen de la estadística descriptiva*

<b>Efecto</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Efecto 1	2970	3253.5	3685.5
Efecto 2	2700	2970	3300
Efecto 3	177.5	188.75	202.5

Nota: Prueba de normalidad de Anderson-Darling.

Efecto 1: Está representado por el tiempo de recorrido 1 (desde el almacén inicial al área de alimentación). Según los resultados obtenidos en minitab, el 50% de los meses del año el tiempo de recorrido desde el almacén inicial al área productivo, es de 3253.5 minutos por mes, siendo el valor mínimo de recorrido de 2970 minutos al mes y el máximo 3685.5 minutos (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 03).

Efecto 2: Está representado por el tiempo de recorrido 2 (desde el área de arrumado de producto terminado al área de almacén final). Según los resultados obtenidos en minitab, el 50% de los meses del año el tiempo de recorrido desde el área de producción al almacén final, es de 2970 minutos por mes, siendo el valor mínimo de recorrido innecesario 2700 minutos al mes y el máximo 3300 minutos (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 04).

Efecto 3: Está representado por el tiempo total de paradas del denester. Según los resultados obtenidos en minitab, el 50% de los meses del año el tiempo de parada, es de 188.75 minutos por mes, siendo el valor mínimo de paradas al mes de 177.5 minutos y el máximo 202.5 minutos (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 05).

### 3.1.8.2 Prueba de normalidad

Se ingresaron los datos recolectados en Minitab para así poder obtener los resultados en la tabla a continuación:

Tabla 21  
*Tabla resumen de la prueba de normalidad*

<b>Efecto</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>Valor p</b>
Efecto 1	3313	265.3	0.170
Efecto 2	2996	204.2	0.663
Efecto 3	191.3	9.201	0.093

Efecto 1: Está representado por el tiempo de recorrido 1 (desde el almacén inicial al área de alimentación). Según los resultados obtenidos en minitab, el valor p al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, el proceso sigue una distribución normal, es decir está bajo control. Se concluye que la actividad forma parte del proceso y que existe una causa raíz (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 06).

Efecto 2: Está representado por el tiempo de recorrido 2 (desde el área de arrumado de producto terminado al área de almacén final). Según los resultados obtenidos en minitab, el valor p al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, el proceso sigue una distribución normal, es decir está bajo control. Se concluye que la actividad forma parte del proceso y que existe una causa raíz (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 07).

Efecto 3: Está representado por el tiempo total de paradas del denester. Según los resultados obtenidos en minitab, el valor p al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, el proceso sigue una distribución normal, es decir está bajo control. Se concluye que la

actividad forma parte del proceso y que existe una causa raíz (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 08).

### 3.1.8.3 Análisis de capacidad de proceso

Se ingresaron los datos recolectados en Minitab para así poder obtener los resultados en la tabla a continuación:

Tabla 22  
*Tabla resumen del análisis de capacidad de proceso*

<b>Efecto</b>	<b>C<sub>p</sub></b>	<b>C<sub>pk</sub></b>
Efecto 1	0.34	0.32
Efecto 2	0.12	0.00
Efecto 3	0.31	0.16

Efecto 1: Está representado por el tiempo de recorrido 1 (desde el almacén inicial al área de alimentación). Según los resultados obtenidos en minitab, la capacidad ( $C_p$ ) al ser menor que 0.67, indica que se requiere modificaciones serias para aumentar la calidad ya que tiene una clase mundial baja. Mientras que el  $C_{pk}$  que se encuentre entre 0 y 1, se puede afirmar que el proceso no cumple con las especificaciones (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 09).

Efecto 2: Está representado por el tiempo de recorrido 2 (desde el área de arrumado de producto terminado al área de almacén final). Según los resultados obtenidos en minitab, la capacidad ( $C_p$ ) al ser menor que 0.67, indica que se requiere modificaciones serias para aumentar la calidad ya que tiene una clase mundial baja. Mientras que el  $C_{pk}$  es 0, se afirma

que el proceso no cumple con las especificaciones (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 10).

Efecto 3: Está representado por el tiempo total de paradas del denester. Según los resultados obtenidos en minitab, la capacidad ( $C_p$ ) al ser menor que 0.67, indica que se requiere modificaciones serias para aumentar la calidad ya que tiene una clase mundial baja. Mientras que el  $C_{pk}$  que se encuentre entre 0 y 1, se puede afirmar que el proceso no cumple con las especificaciones (ver el gráfico a detalle en el anexo n° 11).

### 3.1.9 Análisis de la productividad antes de la mejora

$$Productividad = Eficiencia \times Calidad$$

$$Productividad = \frac{\text{Tiempo real productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}}$$

(Ecuación 2)

La productividad está dada por el producto entre la eficiencia y la calidad. Es importante aclarar el principal cuello de botella en el proceso, se origina por las fallas de calibración en la máquina denester (ver la imagen de la máquina a detalle en el anexo n° 01), quien es el dispensador de envases plásticos donde se colocan los arándanos pesados. Esto afecta a toda la línea, es decir, los 7 procesos siguientes a la falla del denester se ven afectados por la parada de este. La disponibilidad de la máquina es de 93.25%, como se puede ver más a detalle en la tabla 24 (análisis de disponibilidad de la máquina). Según lo realizado en el Diagrama de Análisis de Procesos, existen 8 procesos (incluido la espera), desde que existe la falla de la máquina, todas aquellas actividades suman un total de 46.5 minutos, conformando el 32.98% de 141 el cual es el tiempo total del proceso productivo.

Es importante recalcar que, a partir de la parada, el resto del proceso trabaja con la disponibilidad de la máquina, por lo tanto, para hallar la disponibilidad parcial del proceso a partir de la falla, es necesario multiplicar el porcentaje del tiempo de proceso por la disponibilidad de la máquina.

$$\text{Disponibilidad parcial} = 32.98\% \times \text{disponibilidad de la máquina}$$

$$\text{Disponibilidad parcial} = 30.753\%$$

(Ecuación 3)

El anterior valor sumado al 67.02%, el cual es el porcentaje parcial del tiempo que conforma el proceso antes del cuello de botella, nos da una nueva disponibilidad de 97.77%. Tomando en cuenta que la nueva disponibilidad se multiplica por el tiempo disponible, se obtiene que el nuevo tiempo real disponible es de 469,31 minutos.

Por otro lado, según lo realizado en el diagrama de análisis de proceso y en el diagrama de operaciones, las actividades productivas representan un 78.72% del total de las actividades realizadas dentro de la empresa en el proceso de empaclado de arándanos, esto significa que de los 469.31 minutos disponibles durante el día laboral, 369.46 minutos resultan siendo un valor agregado para el producto final, ya que las actividades improductivas no agregan ningún tipo de valor.

$$\text{Eficiencia} = \frac{369.46}{480}$$

$$\text{Eficiencia} = 76.97\%$$

(Ecuación 4)

Para poder hallar la calidad, se deben hallar las unidades producidas, realizando un promedio de la cantidad de kilogramos que se empaican diariamente para la exportación, se

obtuvo un valor de 5182.32 kg diarios. La empresa anteriormente realizó un análisis de productividad y llegó a la conclusión que la producción diaria meta es de 6000 kg por día.

$$Calidad = \frac{5182.32}{6000}$$

$$Calidad = 86.37\%$$

(Ecuación 5)

Por lo tanto, tras realizar un análisis detallado, se obtuvo que la productividad antes de la propuesta de mejora en el área de producción es de 66.48%.

$$Productividad = 76.97\% \times 86.37\%$$

$$Productividad = 66.48\%$$

(Ecuación 6)

## **3.2 Proponer herramientas de ingeniería industrial**

### **3.2.1 CR1 Falta de una política estricta de mantenimiento preventivo**

#### **3.2.1.1 Selección de la herramienta de ingeniería industrial**

Para la solución de las paradas de los denester (Se puede observar la máquina denester en el anexo n°01), que vienen a ser las máquinas que portan los empaques clamshell, este cada cierto tiempo fallan por la mala calibración que hay, por lo tanto, se propone realizar un Mantenimiento Preventivo cada cierto tiempo.

#### **3.2.1.2 Solución de la causa raíz (uso de la herramienta seleccionada)**

Como primer punto, según Chang, E. (2008), una vez se seleccionan los problemas se colocan en una matriz, dicha matriz incorpora los objetivos establecidos para poder

priorizar los problemas. Para ello se han asignado los principales objetivos a cumplir, colocando un porcentaje de importancia.

- Aumentar la productividad: 45%
- Reducir tiempos de parada: 30%
- Mejorar la calidad del producto final: 25%

De igual forma se deben identificar los problemas que existen respecto al funcionamiento y manipulación del denester.

- Excesivo mantenimiento correctivo.
- Pérdida de tiempo en reparación de esta.
- Exceso de reprocesos.
- Mala manipulación de la máquina.

Tabla 23  
*Matriz de priorización de problemas*

PROBLEMAS	OBJETIVOS			TOTAL
	Aumentar la productividad  45%	Reducir tiempos de reproceso  30%	Mejorar la calidad del producto final  25%	
Excesivo mantenimiento correctivo	5	5	4	4.75
Pérdida de tiempo en reparación	5	4	3	4.2
Exceso de reprocesos	3	5	5	4.1
Mala manipulación de la máquina	4	4	4	4

Tras hallar la relación entre los objetivos por cumplir qué problemas son las que solucionan, se puede deducir que el problema de mayor prioridad es el excesivo mantenimiento correctivo, aunque todos los problemas presentan un promedio ponderado mayor o igual a 4 por lo tanto se concluye que todos los problemas resultan críticos para el área.

Los indicadores que nos permitirán medir de manera cuantitativa si es que se está llevando a cabo una adecuada gestión de mantenimiento para así conocer si es que se están cumpliendo los objetivos propuestos al inicio de esta propuesta son: Disponibilidad y confiabilidad.

**Disponibilidad:**

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPDR}$$

(Ecuación 7)

Donde: D = Disponibilidad

TPEF = Tiempo promedio entre fallas

TPDR = Tiempo promedio de reparación

$$TPEF = \frac{TTP}{\#Fallas}$$

(Ecuación 8)

Donde: #Fallas = Número total de fallas reportadas

TTP = Tiempo total de producción (Horas-Máquina)

Tabla 24  
*Disponibilidad de la máquina antes de la mejora*

<b>DISPONIBILIDAD</b>		
Tiempo total de producción Horas - Máquina (3 líneas)	31680	minutos
Número total de fallas mensuales	918	fallas
Tiempo promedio entre fallas	34.51	minutos
Tiempo promedio de reparación	2.5	minutos
<b>Disponibilidad</b>	<b>0.93245033</b>	

Nota: La disponibilidad da un valor entre 0 y 1; mientras el resultado sea más cercano a 1, la confiabilidad es positiva; por otro lado, la disponibilidad se puede mejorar mejorando la confiabilidad (aumentando el TPEF).

**Confiabilidad:**

$$RF = \frac{\#Fallas}{TTP}$$

(Ecuación 9)

Donde: RF = Ratio de fallas

#Fallas = Número total de fallas reportadas

TTP = Tiempo total de producción (Horas-Máquina)

$$C = 1 - RF$$

Donde: C = Confiabilidad

(Ecuación 10)

Tabla 25  
*Confiabilidad de la máquina antes de la mejora*

<b>CONFIABILIDAD</b>		
Tiempo total de producción	31680	minutos
Número total de fallas mensuales	918	fallas
Ratio de fallas	2.90%	minutos
<b>Confiabilidad</b>	<b>97.10%</b>	

Nota: Mayor será la confiabilidad cuanto menor sea la rata de fallas y mayor sea el tiempo promedio entre fallas (TPEF).

Propuesta de mejora:

- Realizar un mantenimiento preventivo para las partes del denester que son más críticos y presentan fallas con mayor frecuencia, mejorando su funcionalidad durante las horas de producción, para ello se elaboraron tarjetas de mantenimiento:

- ✓ Tarjeta de verificación de mantenimiento diario, semanal y mensual.
- ✓ Tarjeta de mantenimiento rutinario.
- ✓ Capacitación de todo el personal del área llevado a cabo de un profesional mecánico de industrias alimentarias, este proceso quedará archivado como evidencia en una hoja de registro de capacitación como se puede ver en el anexo n°02, el programa de capacitación está detallada en el anexo n°03 y el cronograma sobre cómo estaría distribuido las actividades en semana se encuentra en el anexo n°04.

En la siguiente tabla se puede observar las fallas frecuentes que suceden en dicha máquina y las recomendaciones empíricas dadas por el personal del área.

Tabla 26

*Recomendaciones de acuerdo a las fallas*

<b>PARTE MECÁNICA</b>	<b>FALLAS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Rodamientos	Atasco	Lubricación
Filtro de aire	Suciedad	Lavado con detergente
Estructura metálica	Suciedad	Limpieza
Varillas	Atasco	Lubricación
Pernos	Atasco	Calibración
Chumaceras	Desgaste	Inspección y luego cambio

En la siguiente tabla se muestran las acciones recomendadas para solucionar los problemas más comunes y la frecuencia de mantenimiento preventivo dadas por el fabricante.

Tabla 27

*Mantenimiento correctivo por recomendación del fabricante*

<b>PARTE MECÁNICA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Filtro de aire	Inspección de fugas	Diaria
Estructura metálica	Limpieza con paños húmedos y alcohol de 70 grados	Diaria
	Calibración adecuada de los pernos	Diaria
Chumaceras	Inspección de las piezas	Diaria
Rodamientos	Lubricación de los rodamientos con aceite NSF (grado alimenticio)	Semanal
Filtro de aire	Lavado con detergente	Semanal
Varillas	Lubricación de las varillas verticales con aceite NSF	Semanal
Chumaceras	Lubricación con aceite NSF	Semanal
Filtro de aire	Reemplazo por un nuevo filtro (Si fuese necesario)	Mensual
Chumaceras	Cambio de toda la estructura	Semestral
Estructura completa	Revisión pieza por pieza de la estructura completa del Denester	Anual

Nota: NSF es una certificación internacional que se le da a los productos que cumplen una relación de estándares en el rubro alimenticio.

A continuación, se muestra una tabla de verificación mensual en el que se puede observar las tareas a realizar, el casillero sombreado significa la tarea a realizar dicho día y se debe colocar la simbología de la siguiente forma: Si es que se ha realizado la revisión, no se ha hallado ningún problema y está todo conforme, se coloca el símbolo (V), por otro lado, si se ha diagnosticado alguna falla que no se ha podido dar solución, se coloca (X) y por último si es que se ha encontrado una falla y esta se ha solucionado, se coloca (XV).

Nº	PARTES	TAREAS	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
			L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S				
1	Filtro de aire	Inspección																												
2	Estructura	Limpieza																												
3	Pernos	Calibración																												
4	Chumaceras	Inspección																												
5	Rodamientos	Lubricación																												
6	Filtro de aire	Lavado																												
7	Varillas	Lubricación																												
8	Chumaceras	Lubricación																												
9	Filtro de aire	Reemplazo																												
OBSERVACIONES									SIMBOLOGÍA																					
									= Tarea a realizar dicho día																					
									V = Conforme																					
									X = Con falla																					
									XV = Con falla corregida																					

Figura 10. Tarjeta de verificación mensual.  
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente una tarjeta de mantenimiento rutinario en el que se especifica la actividad a realizar, las partes con mayor índice de fallos, las herramientas y lubricantes a utilizar y por último la frecuencia.

*Tabla 28*  
*Tarjeta de mantenimiento rutinario*

N°	PARTES	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA Y/O	
			LUBRICANTE	FRECUENCIA
1	Filtro de aire	Inspección de fugas	Detector de fugas de aire	Diaria
2	Estructura	Limpieza exterior	Paños de franela y alcohol 70 grados	Diaria
3	Pernos	Calibración	Ajuste con llave	Diaria
4	Chumaceras	Inspección	Visual	Diaria
5	Rodamientos	Lubricación	Grasa NSF H1	Semanal
6	Filtro de aire	Lavado	Lavado con detergente	Semanal
7	Varillas	Lubricación	Aceite NSF	Semanal
8	Chumaceras	Lubricación	Grasa NSF H1	Semanal
9	Filtro de aire	Reemplazo	Cambio con llave	Mensual
10	Chumaceras	Reemplazo	Cambio con llave	Semestral
11	Estructura	Inspección	Equipo completo de mantenimiento	Anual
12				

Realizando el mantenimiento preventivo propuesto anteriormente, se espera que la frecuencia de fallas disminuya al menos en un 30 o 40%, puesto que anteriormente la

empresa tan solo realizaba mantenimiento correctivo durante el horario productivo y realizaban un mantenimiento total anual. Por lo tanto, tras haber implementado la propuesta de mejora se espera una mejora en la disponibilidad y la confiabilidad.

### Disponibilidad:

Tabla 29

*Disponibilidad de la máquina tras la propuesta de mejora*

<b>DISPONIBILIDAD</b>		
Tiempo total de producción	31680	minutos
Número total de fallas mensuales	550.8	fallas
Tiempo promedio entre fallas	57.51633987	minutos
Tiempo promedio de reparación	2.5	minutos
<b>Disponibilidad</b>	<b>0.958344677</b>	

Nota: La disponibilidad aumentó en un 2.59% respecto al anterior, antes de la propuesta de mejora.

### Confiabilidad:

Tabla 30

*Confiabilidad de la máquina tras la propuesta de mejora*

<b>CONFIABILIDAD</b>		
Tiempo total de producción	31680	minutos
Número total de fallas mensuales	550.8	fallas
Ratio de fallas	1.74%	minutos
<b>Confiabilidad</b>	<b>98.26%</b>	

Nota: La confiabilidad aumentó en un 1.16% respecto al anterior.

Por otro lado, el tiempo promedio entre fallas, aumentó en 23 minutos, siendo ahora un promedio de 57.52 minutos.

### **3.2.2 CR2 Falta de una correcta distribución de planta**

#### **3.2.2.1 Selección de la herramienta de ingeniería industrial**

Para la solución de los tiempos de recorridos innecesarios, se propone un rediseño de la distribución de planta, mediante un diagrama de relaciones entre las áreas y método de Güerchet para así poder realizar un plano final de la distribución de la planta de producción.

#### **3.2.2.2 Solución de la causa raíz (uso de la herramienta seleccionada)**

El área de producción está dada por las medidas de 13.5 metros de largo y 26 metros de ancho. Para ingresar al área de producción se tiene que realizar la limpieza, sanitización y desinfección de cada trabajador, esta área tiene las medidas de 2.5 metros de largo y 26 metros de ancho.

El área de producción es abastecida por el almacén inicial de materia prima que tiene las medidas de 3.5 metros de largo y 3.5 metros de ancho, y el producto final va al almacén final de producto terminado que tiene las medidas de 4 metros de largo y 4 metros de ancho.

Para poder realizar el diagrama de relaciones se deben enumerar las áreas que están comprometidas dentro de la producción, por lo tanto, el área de saneamiento quedará fuera ya que es un espacio inamovible debido a la construcción.

Por lo tanto, el espacio total del área de producción (fuera del área de saneamiento) está conformada por las siguientes estaciones:

1. Almacén inicial
2. Área de alimentación
3. Área de calibración y selección

4. Línea de empaque 1
5. Línea de empaque 2
6. Línea de empaque 3
7. Área de arrumado de cajas
8. Almacén final
9. Oficinas

A continuación, se tienen las medidas de las áreas de producción.

Tabla 31  
*Medidas de las áreas de producción*

<b>ESTACIÓN</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>
1	3.5	3.5	12.25
2	1.2	2.5	3
3	1.2	6.25	7.5
4	2.2	10.5	23.1
5	2.2	10.5	23.1
6	2.2	10.5	23.1
7	8.5	2.5	21.25
8	4	4	16
9	1.5	11	16.5

Actualmente el área de producción tiene la distribución como se muestra en el siguiente plano realizado en AutoCAD.

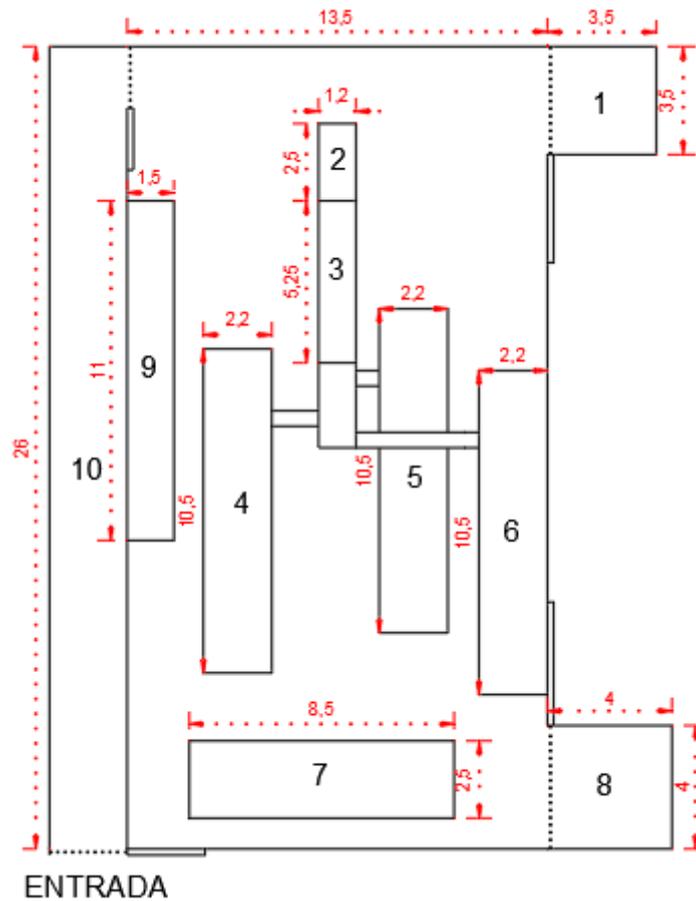


Figura 11. Distribución actual del área de producción.  
Fuente: Elaboración propia.

Para poder desarrollar la distribución general del área de producción se tiene que tener en cuenta los pesos numéricos de relación entre las áreas. Según el Chase (2009), los valores numéricos que se asignaron para la distribución de un departamento fueron: A=16, E=8, I=4, O=2, U=0 y X=280.

Tabla 32

*Tabla de pesos numéricos de acuerdo a la cercanía*

VALOR	CERCANÍA	PESOS NUMERICOS
A	Absolutamente necesario	16
E	Especialmente importante	8
I	Importante	4
O	Cercanía ordinaria	2
U	Poco importante	0
X	Indeseable	280

Posteriormente se procede a realizar un diagrama relacional de actividades, fijando los valores mencionados anteriormente para poder establecer una relación de cercanía entre las áreas.

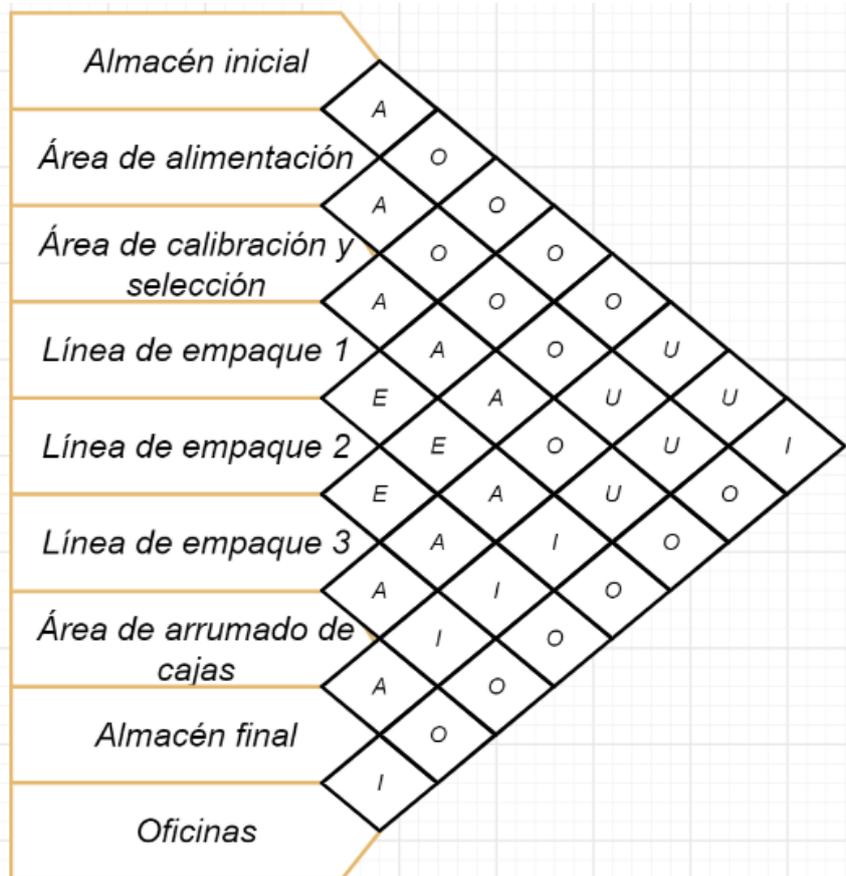


Figura 12. Diagrama relacional de actividades.  
Fuente: Elaboración propia.

Mediante el software CORELAP, se realiza un layout que sea adecuado para la empresa.

El uso de CORELAP, permite reforzar y aportar una mayor calidad a la técnica anteriormente utilizada. Ambas se complementan para obtener como producto final la redistribución de planta.

Se deben ingresar la cantidad de áreas en la empresa, colocar los nombres y el tamaño de cada una en metros cuadrados, además se coloca la superficie total disponible en toda el área de producción.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Almacén inicial	12.25
2	Alimentación	3
3	Calib. y Selec.	7.5
4	Línea 1	23.1
5	Línea 2	23.1
6	Línea 3	23.1
7	Arrumado	21.25
8	Almacén final	16
9	Oficinas	16.5

Superficie Disponible :

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

A =	<input type="text" value="16"/>
E =	<input type="text" value="8"/>
I =	<input type="text" value="4"/>
O =	<input type="text" value="2"/>
U =	<input type="text" value="0"/>
X =	<input type="text" value="280"/>

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

Figura 13. Formato de llenado de nombre de departamento y tamaño.

Posteriormente se colocan los valores dados en el diagrama relacional de actividades para definir el grado de importancia de cercanía entre las áreas.

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=16, E=8, I=4, O=2, U=0, X=280

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Almacén inicial	12.25		A	O	O	O	O	U	U	I
2 Alimentación	3			A	O	O	O	U	U	O
3 Calib. y Selec.	7.5				A	A	A	O	U	O
4 Línea 1	23.1					E	E	A	I	O
5 Línea 2	23.1						E	A	I	O
6 Línea 3	23.1							A	I	O
7 Arrumado	21.25								A	O
8 Almacén final	16									I
9 Oficinas	16.5									

Figura 14. Formato de llenado de valores numéricos de relación de cercanía.

Finalmente se obtiene el layout adecuado sugerido por el software para realizar una correcta distribución de las áreas.

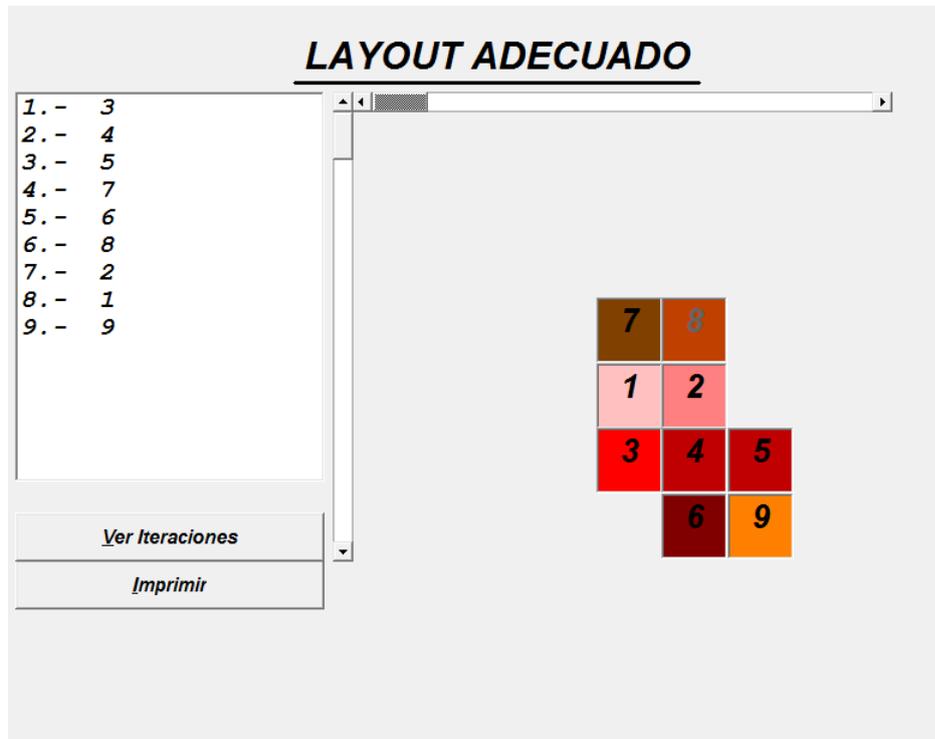


Figura 15. Layout sugerido por el software.

Los números dados en el layout anterior se consideran las siguientes áreas:

1. Área de calibración y selección
2. Línea de empaque 1
3. Línea de empaque 2
4. Área de arrumado de cajas
5. Línea de empaque 3
6. Almacén final
7. Área de alimentación
8. Almacén inicial
9. Oficinas

Tras hallar una mejor distribución en el área de producción con el software, se llevó a una gráfica realizado en AutoCAD donde se muestre el tamaño real y correcto de la nueva distribución de áreas, sin modificar las dimensiones de estas.

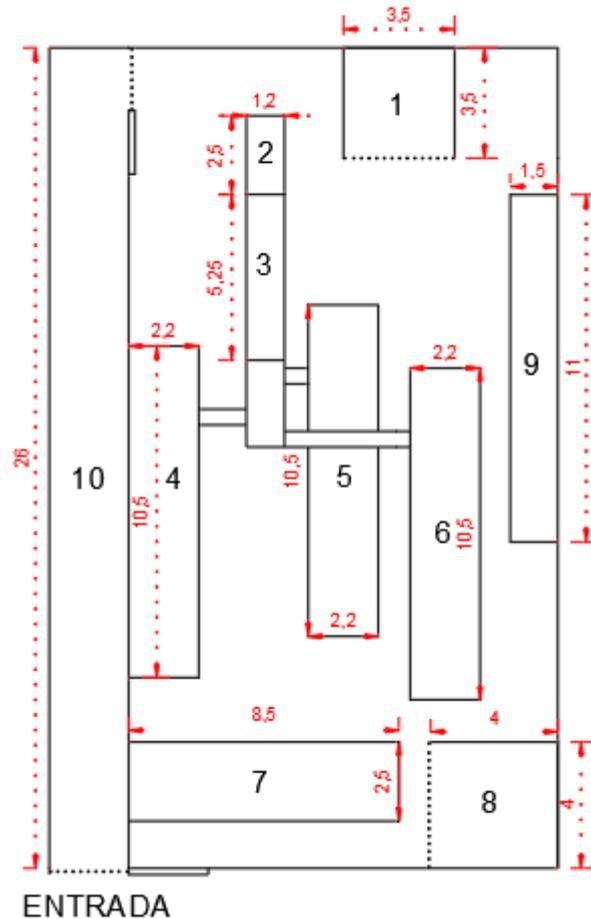


Figura 16. Distribución de acuerdo al layout sugerido.  
Fuente: Elaboración propia.

La descripción de las instalaciones de la planta se realiza con el fin de mejorar y hacer más flexible el flujo de materiales y producción para la elaboración del producto. Para ello se empleó el Método de Guerchet, por lo tanto, es necesario determinar las dimensiones y características de las máquinas y/o herramientas que se usarán en la planta. Su finalidad de este método es tener una idea del área total que va a requerir la planta para su funcionamiento tanto productivo y como administrativo.

Tabla 33  
Método Güerchet

Estación ubicada	Nombre	Largo	Ancho	Ss (m <sup>2</sup> )	N	Sg (m <sup>2</sup> )	K	Se (m <sup>2</sup> )	m	Área total (m <sup>2</sup> )
Almacén inicial	Transpaleta	1.40	0.60	0.84	2	1.68	0.67	1.69	1	4.21
Almacén inicial	Paleta de plástico	1.50	0.90	1.35	4	5.40	0.67	4.52	2	22.55
Área de alimentación	Faja de alimentación	1.15	0.65	0.75	1	0.75	0.67	1.00	1	2.50
Área de selección	Selección manual	1.20	1.00	1.20	2	2.40	0.67	2.41	1	6.01
Línea de empaque 1	Denéster	1.20	0.80	0.96	1	0.96	0.67	1.29	1	3.21
Línea de empaque 1	Control de calidad y peso	1.00	2.50	2.50	2	5.00	0.67	5.03	1	12.53
Línea de empaque 2	Denéster	1.20	0.80	0.96	1	0.96	0.67	1.29	1	3.21
Línea de empaque 2	Control de calidad y peso	1.00	2.50	2.50	2	5.00	0.67	5.03	1	12.53
Línea de empaque 3	Denéster	1.20	0.80	0.96	1	0.96	0.67	1.29	1	3.21
Línea de empaque 3	Control de calidad y peso	1.00	2.50	2.50	2	5.00	0.67	5.03	1	12.53
Área arrumado de cajas	Mesa de acero	5.50	1.50	8.25	2	16.5	0.67	16.58	1	41.33
Almacén final	Transpaleta	1.40	0.60	0.84	2	1.68	0.67	1.69	1	4.21
Almacén final	Montacarga	2.50	1.30	3.25	1	3.25	0.67	4.36	1	10.86
Almacén final	Paleta de plástico	1.50	0.90	1.35	4	5.40	0.67	4.52	2	22.55
Oficina	Escritorios	0.90	0.60	0.54	1	0.54	0.67	0.72	3	5.41

180.59



De esta forma se acortan significativamente el recorrido que existe entre el almacén 1 al área de alimentación de arándanos y el otro que es, del área de arrumado de cajas al almacén final de producto terminado, tomando en cuenta también las necesidades de espacio para evitar desorden y aumentar la productividad del área.

Por lo tanto, las medidas de las áreas de producción quedarían de la siguiente forma:

Tabla 34  
*Medidas de las áreas de producción tras la mejora*

ESTACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )
1	3.5	3.5	27.04
2	1.2	2.5	3
3	1.2	6.25	7.5
4	2.2	10.5	23.1
5	2.2	10.5	23.1
6	2.2	10.5	23.1
7	8.5	2.5	42
8	4	4	38.44
9	1.5	11	16.5

### 3.3 Cuantificar la situación después de la mejora

#### 3.3.1 Monetización del efecto 1 después de la propuesta de mejora.

Tras haber realizado el rediseño en la distribución de planta, la distancia de recorrido del almacén inicial al área de alimentación de materia prima, ha disminuido en 90.13%, por lo tanto, el costo por transporte innecesario disminuye considerablemente.

Tabla 35

*Monetización del efecto 1 tras la mejora*

<b>PÉRDIDA POR TRANSPORTE INNECESARIO DESDE ALMACÉN INICIAL</b>								
Meses	Días laborables	# de veces promedio de recorrido diario	# de veces de recorrido mensual	Tiempo de recorrido promedio (min)	Tiempo de recorrido total (min)	Número de operarios	Costo de M.O. por hora	Costo Total
Marzo-2020	21	11	231	1.35	311.85	4	S/8.33	S/173.25
Abril-2020	20	13	260	1.35	351	4	S/8.33	S/195.00
Mayo-2020	22	10	220	1.35	297	4	S/8.33	S/165.00
Junio-2020	20	13	260	1.35	351	4	S/8.33	S/195.00
Julio-2020	22	12	264	1.35	356.4	4	S/8.33	S/198.00
Agost.-2020	21	11	231	1.35	311.85	4	S/8.33	S/173.25
Sept.-2020	21	11	231	1.35	311.85	4	S/8.33	S/173.25
Oct.-2020	22	10	220	1.35	297	4	S/8.33	S/165.00
Nov.-2020	20	12	240	1.35	324	4	S/8.33	S/180.00
Dic.-2020	21	13	273	1.35	368.55	4	S/8.33	S/204.75
Enero-2021	22	11	242	1.35	326.7	4	S/8.33	S/181.50
Febr.-2021	21	13	273	1.35	368.55	4	S/8.33	S/204.75

Tabla 36  
*Sueldo del operario del área*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/mes</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	1600	S/8.33

Tabla 37  
*Costo total anual del efecto 1*

<b>COSTO TOTAL POR TRANSPORTE INNECESARIO DESDE EL ALMACÉN INICIAL</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	S/2,208.75

### **3.1.1 Monetización del efecto 2 después de la propuesta de mejora.**

Tras haber realizado el rediseño en la distribución de planta, la distancia de recorrido desde el área de arrumado de cajas, hasta el almacén final de producto terminado, se ha reducido en un 75.6%. Lo que ha significado una reducción importante en el costo de transporte innecesario.

Tabla 38

*Monetización del efecto 2 tras la mejora*

<b>PÉRDIDA POR TRANSPORTE INNECESARIO HACIA ALMACÉN FINAL</b>								
Meses	Días laborables	# de veces promedio de recorrido diario	# de veces de recorrido mensual	Tiempo de recorrido promedio (min)	Tiempo de recorrido total (min)	Número de operarios	Costo de M.O. por hora	Costo Total
Marzo-2020	21	29	609	1.22	742.98	6	S/8.33	S/619.15
Abril-2020	20	30	600	1.22	732	6	S/8.33	S/610.00
Mayo-2020	22	29	638	1.22	778.36	6	S/8.33	S/648.63
Junio-2020	20	28	560	1.22	683.2	6	S/8.33	S/569.33
Julio-2020	22	26	572	1.22	697.84	6	S/8.33	S/581.53
Agost.-2020	21	31	651	1.22	794.22	6	S/8.33	S/661.85
Sept.-2020	21	26	546	1.22	666.12	6	S/8.33	S/555.10
Oct.-2020	22	29	638	1.22	778.36	6	S/8.33	S/648.63
Nov.-2020	20	27	540	1.22	658.8	6	S/8.33	S/549.00
Dic.-2020	21	28	588	1.22	717.36	6	S/8.33	S/597.80
Enero-2021	22	30	660	1.22	805.2	6	S/8.33	S/671.00
Febr.-2021	21	28	588	1.22	717.36	6	S/8.33	S/597.80

Tabla 39

*Sueldo del operario del área*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/mes</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	1600	S/8.33

Tabla 40

*Costo total anual del efecto 2*

<b>COSTO TOTAL POR TRANSPORTE INNECESARIO HACIA EL ALMACEN FINAL</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	S/7,309,83

### **3.3.2 Monetización del efecto 3 después de la propuesta de mejora.**

Después de haber realizado una propuesta de mantenimiento preventivo en la máquina dispensadora de clamshell, se obtuvo una reducción de la frecuencia de las fallas de un 40%, lo que significa una importante disminución de los costos por paradas de máquinas para la empresa.

Tabla 41

*Monetización del efecto 3 tras la mejora*

**COSTO TOTAL POR PARADAS DE MÁQUINA**

Meses	Línea	Número de paradas mensuales	Tiempo desperdiciado por parada promedio (min)	Tiempo total de paradas mensual (min)	Días laborables	Lucro cesante	Costo de mano de obra	Pérdida total	Pérdida por año
01/03/2020	Línea 1	19	2.5	47.5		S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	
	Línea 2	9	2.5	22.5	21	S/2,210.63	S/3.13	S/2,213.75	S/10,084.86
	Línea 3	13	2.5	32.5		S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	
01/04/2020	Línea 1	22	2.5	55		S/5,403.75	S/7.64	S/5,411.39	
	Línea 2	9	2.5	22.5	20	S/2,210.63	S/3.13	S/2,213.75	S/10,576.81
	Línea 3	12	2.5	30		S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	
01/05/2020	Línea 1	21	2.5	52.5		S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
	Línea 2	13	2.5	32.5	22	S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	S/11,560.69
	Línea 3	13	2.5	32.5		S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	
01/06/2020	Línea 1	21	2.5	52.5		S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
	Línea 2	11	2.5	27.5	20	S/2,701.88	S/3.82	S/2,705.69	S/10,822.78
	Línea 3	12	2.5	30		S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	
01/07/2020	Línea 1	19	2.5	47.5		S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	
	Línea 2	10	2.5	25	22	S/2,456.25	S/3.47	S/2,459.72	S/10,822.78
	Línea 3	15	2.5	37.5		S/3,684.38	S/5.21	S/3,689.58	
01/08/2020	Línea 1	18	2.5	45		S/4,421.25	S/6.25	S/4,427.50	
	Línea 2	12	2.5	30	21	S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	S/10,330.83
	Línea 3	12	2.5	30		S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	
01/09/2020	Línea 1	19	2.5	47.5		S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	
	Línea 2	10	2.5	25	21	S/2,456.25	S/3.47	S/2,459.72	S/10,330.83
	Línea 3	13	2.5	32.5		S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	
01/10/2020	Línea 1	22	2.5	55		S/5,403.75	S/7.64	S/5,411.39	
	Línea 2	10	2.5	25	22	S/2,456.25	S/3.47	S/2,459.72	S/11,560.69
	Línea 3	15	2.5	37.5		S/3,684.38	S/5.21	S/3,689.58	
01/11/2020	Línea 1	21	2.5	52.5		S/5,158.13	S/7.29	S/5,165.42	
	Línea 2	12	2.5	30	20	S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	S/11,806.67
	Línea 3	15	2.5	37.5		S/3,684.38	S/5.21	S/3,689.58	
01/12/2020	Línea 1	19	2.5	47.5		S/4,666.88	S/6.60	S/4,673.47	
	Línea 2	12	2.5	30	21	S/2,947.50	S/4.17	S/2,951.67	S/10,822.78
	Línea 3	13	2.5	32.5		S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	
01/01/2021	Línea 1	20	2.5	50		S/4,912.50	S/6.94	S/4,919.44	
	Línea 2	14	2.5	35	22	S/3,438.75	S/4.86	S/3,443.61	S/11,560.69
	Línea 3	13	2.5	32.5		S/3,193.13	S/4.51	S/3,197.64	
01/02/2021	Línea 1	22	2.5	55	21	S/5,403.75	S/7.64	S/5,411.39	S/11,314.72
	Línea 2	11	2.5	27.5		S/2,701.88	S/3.82	S/2,705.69	

Línea 3                      13                      2.5                      32.5                      S/3,193.13                      S/4.51                      S/3,197.64

Tabla 42

*Lucro cesante por cada línea de empaque*

<b>LUCRO CESANTE POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN</b>		
PV del kilo de arándano (Febrero, 2020)	\$6.55	S/23.58
Producción diaria ideal por línea	2000	kg
Ingreso esperado diario	S/47,160.00	

Tabla 43

*Sueldo de operario del área*

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo/hora</b>
Operario	S/8.33

Tabla 44

*Costo total anual del efecto 3*

<b>COSTO TOTAL POR PARADAS EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUE</b>	
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>	<b>S/131,595.14</b>

Tabla 45

*Matriz de comparación de la monetización*

<b>EFFECTOS</b>	<b>ANTES DE LA PROPUESTA</b>	<b>DESPUÉS DE LA PROPUESTA</b>	<b>AHORRO</b>
Transporte innecesario desde el almacén inicial	S/ 22,087.50	S/ 2,208.75	S/ 19,878.75
Transporte innecesario hacia el almacén final	S/ 29,958.33	S/ 7,309.83	S/ 22,648.50
Paradas de máquina en el empacado	S/ 225,802.50	S/ 131,595.14	S/ 94,207.36

### 3.3.3 Análisis de la productividad después de la propuesta de mejora.

$$Productividad = Eficiencia \times Calidad$$

(Ecuación 11)

La disponibilidad de la máquina denester que es la máquina expendedora de empaques clamshell, es de 95.83% como se pudo observar en el análisis de disponibilidad de la máquina después de la implementación del mantenimiento preventivo, por lo tanto, la nueva disponibilidad de todo el proceso productivo pasó a ser 98.63%, siendo así 473.41 minutos el tiempo real productivo en un día.

Como segundo punto, analizando los tiempos improductivos, ya sea de transporte y demora, se logró reducir significativamente estos desperdicios, mejorando el porcentaje de actividades productivas a un 89.16%, esto significa que el tiempo real productivo final es de 422.08 minutos al día, mejorando el resultado anterior que era de 369.46 minutos.

$$Eficiencia = \frac{422.08}{480}$$

$$Eficiencia = 87.93\%$$

(Ecuación 12)

Tras realizar las mejoras, se analizó la relación entre las eficiencias, del antes y después y la producción anterior, se obtuvo que las unidades producidas tras la mejora serían de 5920.25 kilogramos diarios.

$$Calidad = \frac{5920.25}{6000}$$

$$Calidad = 98.67\%$$

(Ecuación 13)

Por lo tanto, tras realizar un análisis detallado, se obtuvo que la productividad después de implementar la propuesta de mejora en el área de producción es de 86.76%.

$$Productividad = Eficiencia \times Calidad$$

$$Productividad = 86.76\%$$

(Ecuación 14)

### 3.4 Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora

#### 3.4.1 Costo de la implementación de mantenimiento preventivo

Tabla 46

*Costo de inversión para la implementación del mantenimiento preventivo*

INVERSIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Capacitación por parte de técnico mecánico	horas	16	50	S/ 800
Capacitación por parte de jefe de calidad	horas	4	80	S/ 320
Detector fugas de aire	unid	3	1200	S/ 3600
Conjunto de herramientas de trabajo (llaves, desentornilladores, etc)	unid	3	800	S/ 2400
Grasa NSF H1	unid	4	65	S/ 260
Lubricantes NSF WURTH	unid	25	10	S/ 250
Impresora multifuncional profesional	unid	1	1200	S/ 1200
Archivadores	unid	3	6	S/ 18
Paquete de hojas	unid	4	12	S/ 48
Estante metálico para herramientas	unid	2	2500	S/ 5000
<b>Total</b>				<b>S/ 138, 96.00</b>

Tabla 47

*Costo de inversión para la implementación de la redistribución de áreas*

<b>INVERSIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Capacitación del personal por parte de un ingeniero industrial	horas	12	50	S/ 600
Contratación de un ingeniero civil para el estudio de estructura y planos	horas	24	60	S/ 1440
Cambio del sistema eléctrico	-	-	-	S/ 4500
Gastos de construcción	-	-	-	S/ 6500
Compra de materiales	-	-	-	S/ 35000
Redistribución de áreas existentes	-	-	-	S/ 2500
Instalación de tuberías	-	-	-	S/ 5500
<b>Total</b>				<b>S/ 56, 040.00</b>

Tabla 48

*Resumen de inversión por cada herramienta*

<b>HERRAMIENTA</b>	<b>INVERSIÓN</b>
Mantenimiento preventivo	S/ 13, 896.00
Redistribución de planta	S/ 56, 040.00
<b>Total</b>	<b>S/ 69, 936.00</b>

Es importante mencionar que el programa y el cronograma de capacitación se encuentra de manera detallada en el anexo n° 12 y n° 13.

## Estado de resultados del proyecto

Tabla 49  
*Estado de resultados*

		Actual (2020)		Mejorado (2021)
Ventas netas (VN)	S/	32,081,327.27	S/	36,650,047.02
Ingresos diversos	S/	9,796,049	S/	11,191,109.26
Costo de Producción (CP)	-S/	13,210,800.00	S/	-13,210,800.00
Beneficio del proyecto			S/	113,945.51
Utilidad bruta	S/	18,870,527.27	S/	23,553,192.53
Gastos administrativos	-S/	15,151,200.00	-S/	15,151,200.00
Alquiler local	S/	-	S/	-
Servicios				
Utilidad operativa	S/	3,719,327.27	S/	8,401,992.53
Cargas excepcionales	S/	-	S/	-
Gastos financieros	-S/	816,000.00	-S/	751,078.64
Utilidad ante de participación e impuestos	S/	2,903,327.27	S/	7,650,913.89
Impuesto a la renta	-S/	856,481.54	-S/	2,257,019.60
Utilidad neta	S/	2,046,845.72	S/	5,393,894.30
Reserva				
Resultado del ejercicio	<b>S/</b>	<b>2,046,845.72</b>	<b>S/</b>	<b>5,393,894.30</b>
Incremento			S/	3,347,048.57
Rentabilidad sobre ventas		6.38%		14.72%
Rentabilidad sobre ventas (sin mejora)		6.38%		14.41%
			Δ	8.34%
			Δ	8.03%
<b>Retorno de la inversión</b>				<b>0.71</b>

Nota: Para la elaboración del estado de resultados, se tuvieron que analizar los ingresos y egresos anuales aproximados anuales de la empresa (Ver anexo n° 15 y 16).

### 3.4.2 Flujo de caja

Tabla 50  
*Análisis financiero de los indicadores*

<b>VAN</b>	
	S/
VANE =	5,849.47
	S/
VANF =	5,551.92
<b>TIR</b>	
TIRE =	31.67%
TIRF =	31.10%
<b>Beneficio Costo</b>	
B/C =	S/ 1.71
<b>Período de recuperación</b>	
Periodo	Abril

Nota: Para la elaboración del análisis financiero, se tuvo que realizar una evaluación de la inversión y un flujo de caja económico (Ver anexo n° 17 y 18)

## CAPÍTULO IV.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

#### 4.1 Discusión

La productividad inicial fue de 66.48%, mientras que después de la propuesta de mejora, la productividad aumentó a 86.76%, por otro lado, la rentabilidad anual aumentó en S/ 3,347,048.57. Una de las dos herramientas que se aplicaron para llevar a cabo esta propuesta de mejora, fue la metodología SLP, estos resultados son respaldados por León, (2017), quien determinó que la metodología SLP es la mejor forma de eliminar transportes innecesarios, logrando así una productividad del 66%. En este proyecto se pudo demostrar que, realizando una distribución de planta adecuada sumado a un mantenimiento preventivo, se puede lograr una productividad aún mayor, en este caso se logró un 86.76%. Por otro lado, Rodríguez, Ospino & Racedo, (2019), trabajaron esquema de relaciones de actividades para poder realizar un layout total de las 26 áreas de trabajo, analizando el patrón de flujo de materiales, aumentando así la eficiencia de 90.46% a 94.78%, logrando un aumento de 4.32%; comparado a los resultados obtenidos de acuerdo a la eficiencia del proyecto desarrollado en esta tesis, se logró aumentar de 76.97% a 87.93%, es decir, un aumento de 10.96%. El resultado de la eficiencia también está respaldado por Mayta, (2016), quien logró elaborar una distribución de planta adecuada tras aplicar diversas herramientas como: tabla relacional de actividades, diagrama relacional de actividades y la determinación de espacios de la sala de proceso mediante el método Güerchet, y logró mejorar la productividad a un porcentaje mayor a 50% y la eficiencia del área a un 96.3%. Por último, Lozano, (2019), a partir de flujogramas, diagramas de recorridos, balance de líneas, logró un incremento de

14% en la eficiencia del área, logrando así un aumento realmente significativo a comparación de este proyecto el cual se logró un incremento ligeramente menor de un 10.96%. Por lo tanto, tras analizar los resultados obtenidos anteriormente, se puede decir que un plan de mantenimiento preventivo sumado a una distribución de planta adecuada, aumenta la productividad mucho más que aplicando solamente una de las dos herramientas.

## 4.2 Conclusiones

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, la productividad inicial fue de 66.48%, mientras que después de la propuesta de mejora, la productividad aumentó a 86.76%, habiendo así una diferencia de 20.28%, de igual manera la rentabilidad anual aumentó en S/ 3,347,048.57.

Se logró realizar un diagnóstico inicial de los principales problemas existentes en el área de producción, siendo estas el recorrido innecesario entre áreas, paradas de máquina en el área de empacado y la falta de una política de mantenimiento y mejora continua, mediante el uso de herramientas como DOP, DAP, Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto.

La propuesta de mejora consistió en implementar una política estricta de mantenimiento preventivo con el fin de disminuir la frecuencia de paros en el área de empacado, por otro lado, se implementó un rediseño de la distribución de las áreas mediante la metodología SLP, analizando la relación entre las áreas y las necesidades de espacio mediante el método Güerchet.

Tras elaborar una evaluación financiera de la propuesta, este dio un resultado positivo para la implementación ya que es viable económicamente, ya que se obtuvo un  $VAN > 0$ ,  $TIR = 31.67\%$ , y un Beneficio Costo de S/ 1.71.

## REFERENCIAS

Aguilar Bustamante, R. N. (2018). Análisis y mejoras de la gestión del área de mantenimiento mecánico molienda procesos C2 de la planta concentradora de cobre de Sociedad Minera Cerro Verde Arequipa basado en la filosofía de mantenimiento productivo total. *Repositorio Institucional Continental. T*

Recuperado de: <https://34.199.100.111/handle/20.500.12394/4970>

Alarcón, M. (2019). Las empresas más importantes del Perú: sector Agroindustrial y de la Pesca.

Recuperado de: [www.rankia.pe](http://www.rankia.pe)

Arango Serna, M. D., Zapata, J. A., & Pemberthy, J. I. (2010). Layout Restructuration of the Picking Area in an Industrialwarehouse. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, (32), 54-61.

Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n32/n32a7.pdf>

Arellanos Maicelo, C. A., & Bustamante Santillán, J. (2014). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta agroindustrial procesadora de chocho para la obtención de carne vegetal en la Región Amazonas.

Recuperado de: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/542>

Banco Mundial. (2018). Agricultura, valor agregado (% del PBI).

Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS>

BCRP – Banco Central de Reserva del Perú. (2013). Informe económico social: Región La Libertad.

Recuperado de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/>

Barrios, A., & Ortiz, M. (2012). El Mantenimiento En El Desarrollo De La Gestión Empresarial. Fundamentos Teóricos. Observatorio de la Economía Latinoamericana, (170).

Recuperado de: [ideas.repec.org/](http://ideas.repec.org/)

Cabrera, A. G., & Bocanegra, D. C. M. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *Inge Cuc*, 12(1), 21-31.

Recuperado de: <http://revistascientificas.cuc.edu.co>

Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Productividad y competitividad. *Nulan*.

Recuperado de: <http://nulan.mdp.edu.ar/1607/>

Chase, R. F. R. (2009). Administración de Operaciones producción y cadena de suministros.

Recuperado de: <https://www.u-cursos.cl/>

Chavarría, S. (2016). Taller de investigación. España: Editorial Académica Española

Duque, G. A. R., Moncayo, C. M., & Martínez, J. A. T. (2015). Modelos matemáticos para la definición del layout de las celdas de manufactura. *Revisión de literatura. Tecnura*, 19(46), 135-148.

Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co>

Edis, R. S., Kahraman, B., Araz, Ö. U., & Özfirat, M. K. (2011). A facility layout problem in a marble factory via simulation. *Mathematical and Computational Applications*, 16(1), 97-104.

Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/mca16010097>

Garza Rios, R., & Martinez Delgado, E. (2019). Evaluación y selección del layout de una instalación con el empleo de un enfoque híbrido simulación multiatributo. *Revista Científica Visión de Futuro*, 23(2).

Recuperado de: <https://www.redalyc.org>

Gobierno Regional La Libertad. (2018). REGIÓN LA LIBERTAD LIDERA RANKING NACIONAL DE AGROINDUSTRIA.

Recuperado de: <http://www.regionlalibertad.gob.pe/>

Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014, March). Improving employee & manpower productivity by plant layout improvement. *Recent Advances in Engineering and Computational Sciences (RAECS)* (pp. 1-6). IEEE.

Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/>

Jaramillo, D., Uriarte, J., & Cardona, L. F. (2014). Redistribución de planta y programación de la producción: un enfoque integrado. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 71-81.

Recuperado de: <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.807>

Lehlake, S. K., Muyengwa, G., & Mawane, Y. N. (2018). Enhancing Productivity through simulation and layout planning: A Case Study of a Manufacturing company in South Africa.

Recuperado de: <http://ieomsociety.org>

León Villavicencio, M. J. (2017). Diseño de una planta agroindustrial para el desamargado de chocho lupinus mutabilis (Bachelor's thesis).

Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5966>

Leroy Biasutti, G. (2018). Propuesta de implementación del lean manufacturing para disminuir los costos operativos en la línea de proceso de arándano fresco en la empresa Camposol SA (Tesis parcial).

Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13856>

Lozano Velásquez, E. M. (2019). Propuesta de mejora para incrementar la productividad en el proceso de Selección y Clasificación de Espárrago Blanco (*Asparagus Officinalis* L.) de la empresa Green Perú SA.

Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33380>

Marin Diaz, A., Trujillo Casañola, Y., & Buedo Hidalgo, D. (2019). Apuntes para gestionar actividades de calidad en proyectos de desarrollo de software para disminuir los costos de corrección de defectos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 319-327.

Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl>

Mayta Ponce, M. A. (2017). Estudio de factibilidad para la instalación de una agroindustria orientada al cultivo, procesamiento y comercialización del Sanky en la Región Arequipa.

Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5906>

Meléndez, P. J. R., & Ramírez, J. A. R. (2015). Optimización de la productividad en la Industria, para lograr rentabilidad y competitividad. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo ISSN: 2007-2619, (10)*.

Recuperado de: <http://1-11.ride.org.mx>

Moncayo, C. M., Garzón-Alvarado, D. A., & Osorio, J. M. A. (2014). Métodos discretos basados en quimiotaxis de bacterias y algoritmos genéticos para solucionar el problema de la distribución de planta en celdas de manufactura. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 24(1), 4*.

Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es>

Montoya, M. P. G. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. *Industrial data, 20(2), 95-100*.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909013.pdf>

Muyulema Caiza, M. C. (2019). Estandarización del proceso de control de calidad en el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los talleres de la empresa teojama comercial de la ciudad de ambato. *UTI. T*

Recuperado de: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1312>

Organización Mundial de Comercio. (2016). Examen estadístico del comercio mundial 2016.

Recuperado de: <https://www.wto.org/>

Páez Espinal, V. L. (2011). Desarrollo de un sistema de información para la planificación y control del mantenimiento preventivo aplicado a una planta agroindustrial.

Recuperado de: [academia.edu](http://academia.edu)

Peñaranda, C. (2019). El aporte de la Agroindustria. Cámara de Comercio de Lima.

Recuperado de: <https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps>

Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., ... & Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(3), 396-408.

Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl>

Rivera, L., Cardona, L. F., Palacios, L. V., & Rodríguez, M. A. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Sistemas & Telemática*, 10(23), 9-26.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4115/411534391004.pdf>

Rodriguez, E. C., Ayala, O. J. O., & Gutiérrez, J. P. R. (2019). Diseño de producción para la agroindustria hortofrutícola de pulpas congeladas, deshidratados, y/o moliendas en la región Caribe. *Revista EIA*, 16(32), 113-127.

Recuperado de: <http://www.scielo.org.co>

Sacristán, F. R. (2005). Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Fc editorial.

Recuperado de: <https://books.google.es>

Solis Trujillo, G. G. (2018). Gestión de mantenimiento preventivo y confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatados de pollos empresa agroindustria Supe SA Barranca, 2018.

Recuperado de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/>

Suzuki, T. (2017). TPM en industrias de proceso. Routledge.

Recuperado de: <https://books.google.es>

Valencia, J., Lambán, M. P., & Royo, J. (2014). Desarrollo de un modelo para determinar el lote óptimo de producción mediante programación no lineal y propuesta de su resolución con una hoja de cálculo. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (72), 134-144.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43031750012.pdf>

Vilcarromero Ruiz, R. (2017). Gestión de la Producción.

Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/908>

Wiyaratn, W., & Watanapa, A. (2010). Improvement plant layout using systematic layout planning (SLP) for increased productivity. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 72(36), 269-273.

Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/>

Zambrano-Santacruz, M. A. (2019). Análisis de Marcos Hiperestáticos por el Método de la Doble Integración. H. *Matamoros, Tamaulipas.*, 4.

Recuperado de: <http://www.matamoros.tecnm.mx>

Zambrano, E., Prieto, A. T., & Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *Telos*, 17(3), 495-511.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/>

## ANEXOS

ANEXO n° 01. Máquina denester.

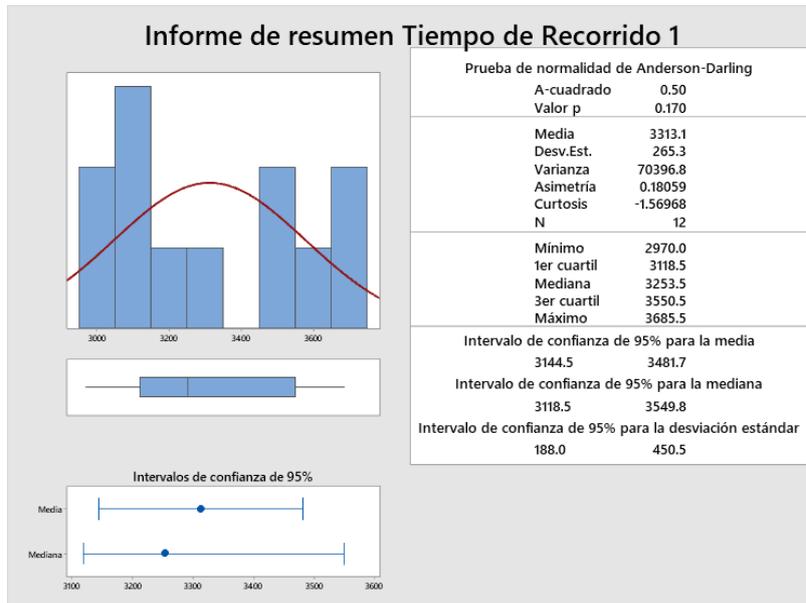


ANEXO n° 02. Hoja de registro de capacitación en la empresa.

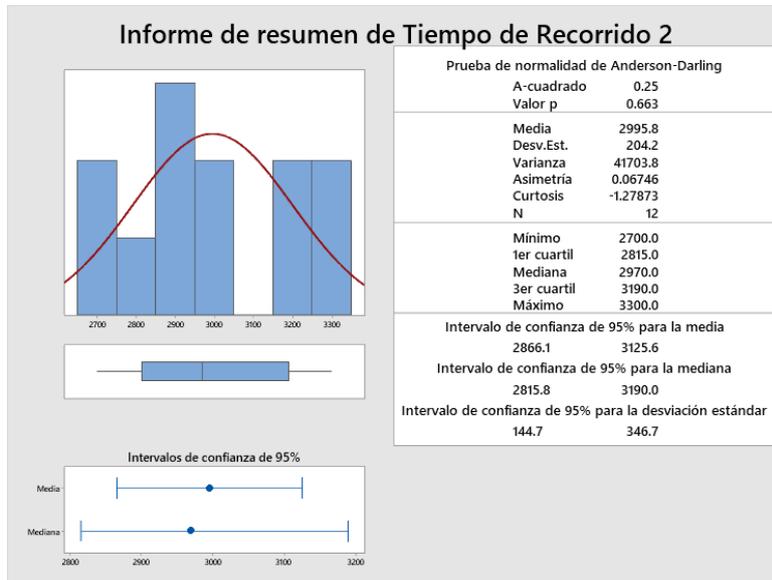
MARCAR (X)						
INDUCCIÓN ( )		CAPACITACIÓN ( )		REUNIÓN ( )	ENTRENAMIENTO ( )	SIMULACRO DE EMERGENCIA ( )
TEMA:						
FECHA:				HORA:		
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR:						
DURACIÓN* (N° HORAS)						
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	AREA	FIRMA	OBSERVACIONES	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

**RESPONSABLE DEL REGISTRO**

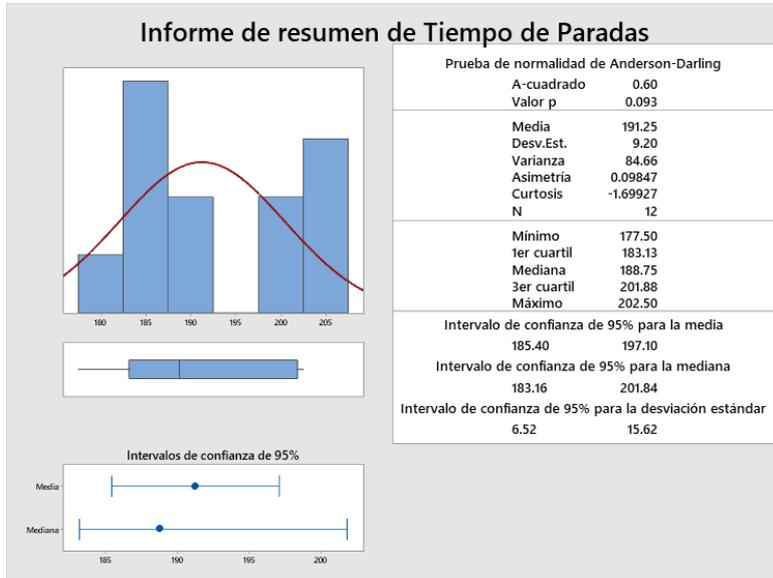
ANEXO n° 03. Prueba de normalidad de Anderson Darling del efecto 1 en Minitab.



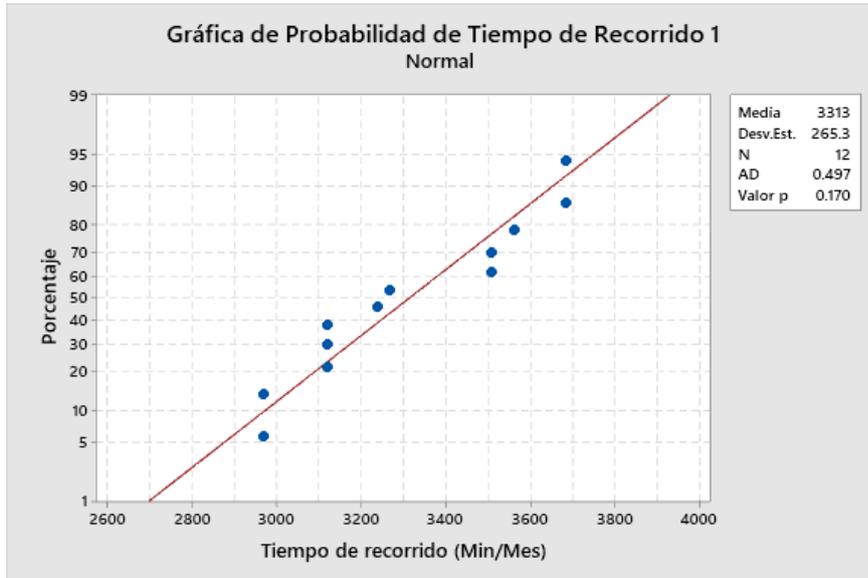
ANEXO n° 04. Prueba de normalidad de Anderson Darling del efecto 2 en Minitab.



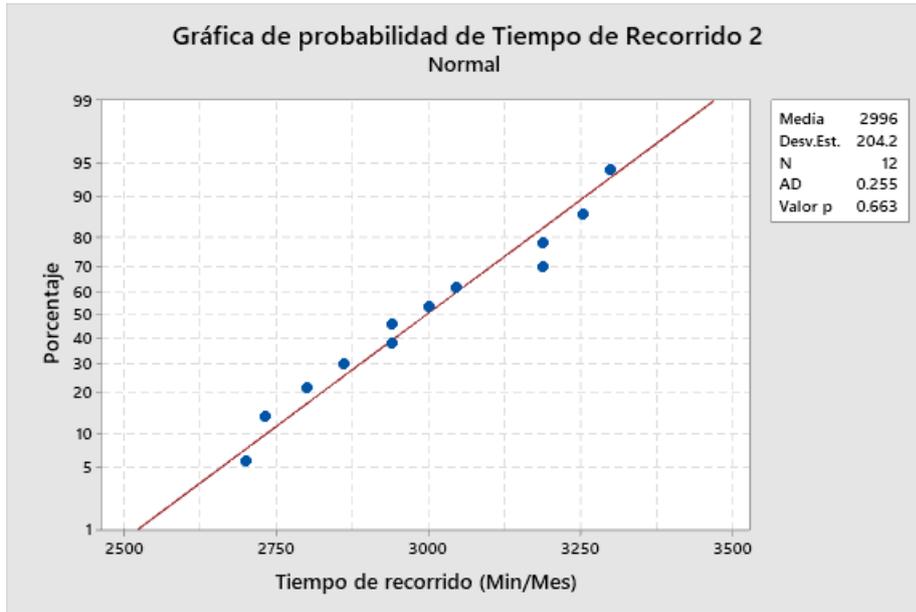
ANEXO n° 05. Prueba de normalidad de Anderson Darling del efecto 3 en Minitab.



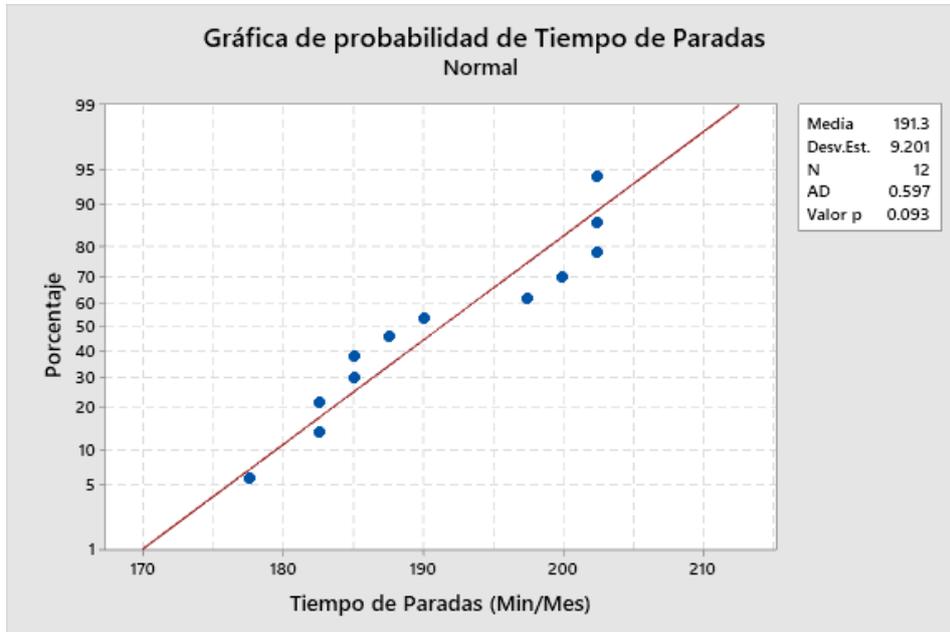
ANEXO n° 06. Gráfica de probabilidad del efecto 1 en Minitab.



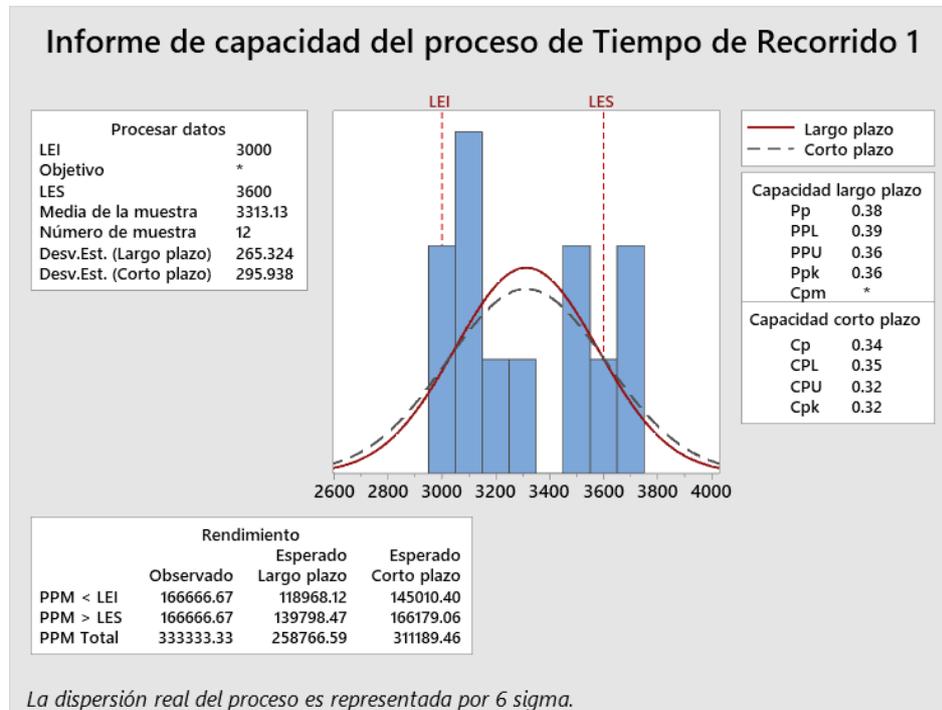
ANEXO n° 07. Gráfica de probabilidad del efecto 2 en Minitab.



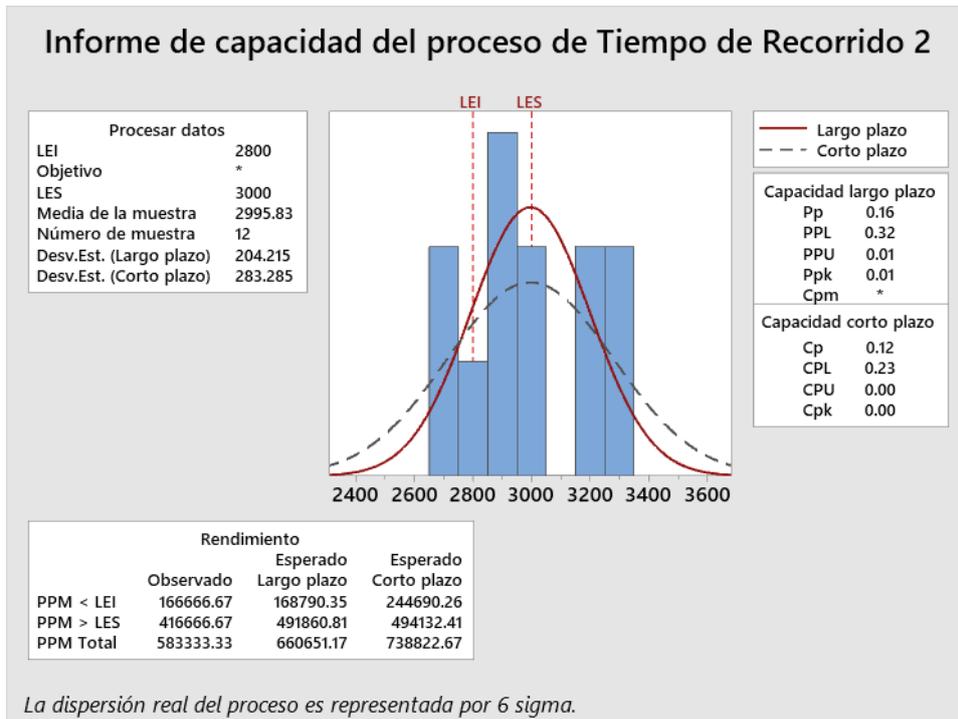
ANEXO n° 08. Gráfica de probabilidad del efecto 3 en Minitab.



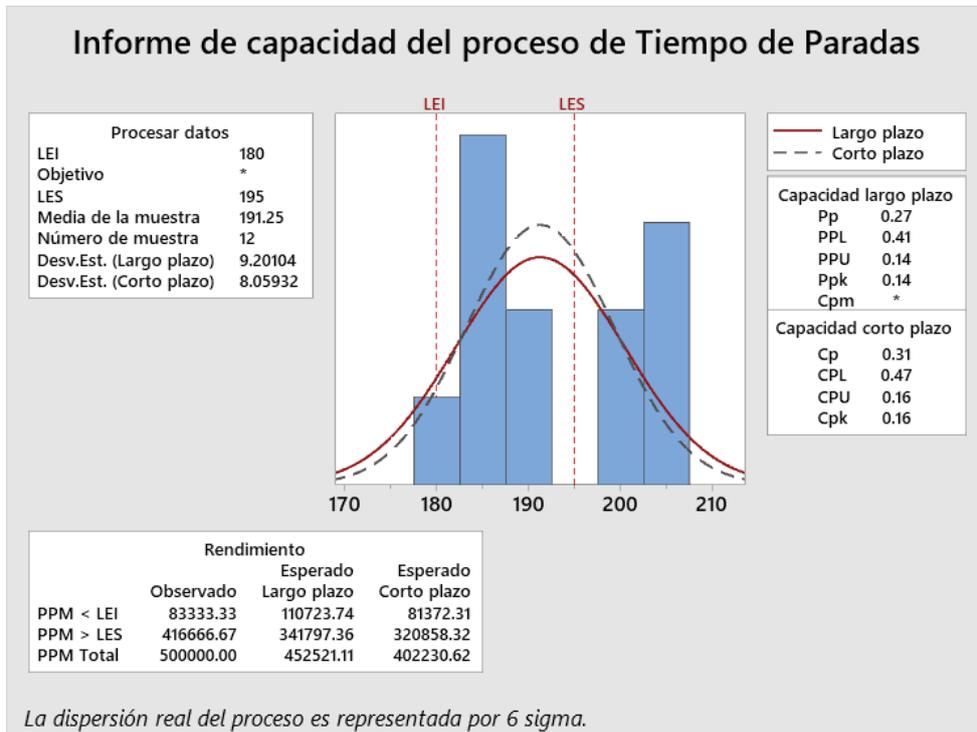
ANEXO n° 09. Gráfica de capacidad del proceso del efecto 1 en Minitab.



ANEXO n° 10. Gráfica de capacidad del proceso del efecto 2 en Minitab.



ANEXO n° 11. Gráfica de capacidad del proceso del efecto 3 en Minitab.



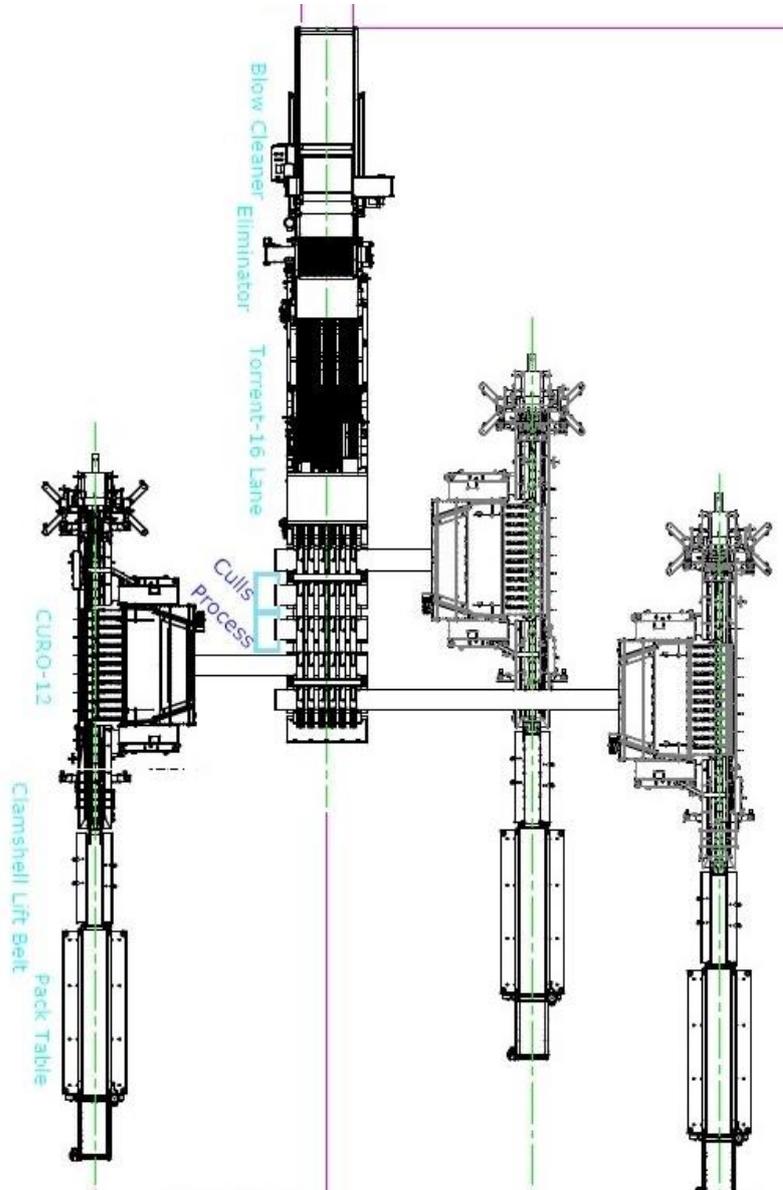
ANEXO n° 12. Programa de capacitación.

TEMA	OBJETIVO	CONTENIDO	RECURSOS
<b>Etapa I.</b>			
<b>IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	Realizar la presentación y capacitación por parte de un técnico acerca de las nuevas medidas de mantenimiento a realizar.	Principales fallos y frecuencia de mantenimiento	Uso de diapositivas Power Point
		Explicación del nuevo uso de las tarjetas de mantenimiento	Uso de diapositivas Power Point
		Llevado a la práctica mediante la capacitación	Capacitador y herramientas de mantenimiento
<b>Etapa II.</b>			
<b>CAPACITACIÓN DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>	Detallar el nuevo procedimiento mediante presentaciones con el fin de evitar los recorridos innecesarios.	Importancia sobre la eliminación de desperdicios que afectan la productividad	Uso de diapositivas Prezi
		Explicación del nuevo recorrido y cambios en la metodología	Uso de diapositivas Prezi
		Llevado a la práctica mediante la capacitación	Capacitador

ANEXO n° 13. Cronograma de capacitación.

		CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN						
N°	ACTIVIDADES	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7
1	Reunión con el jefe de área.							
2	Elaboración de las diapositivas para la capacitación respecto al mantenimiento preventivo.							
3	Exposición acerca de la productividad, las fallas y frecuencias de mantenimiento.							
4	Explicación acerca de la nueva metodología de las tarjetas.							
5	Estudio práctico por parte de un experto mecánico.							
6	Elaboración de las diapositivas para la capacitación respecto al rediseño de la distribución de las áreas.							
7	Exposición acerca de la importancia de la mejora continua y desperdicios que afectan a la productividad.							
8	Explicación sobre la nueva metodología para evitar tiempos muertos y recorridos innecesarios.							
9	Estudio práctico por parte de un ingeniero industrial especializado en métodos agroindustriales.							

ANEXO n° 14. Plano completo de la máquina.



ANEXO n° 15. Ingresos mensuales en la empresa.

Día	Producción diaria para exportación (kg)	Producción diaria para mercado	Precio por kilo (\$)				Ingreso total
			para exportación	para mercado nacional	IGV		
1	5041	12603	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,758.17	S/ 43,100.95	
2	5071	12678	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,804.34	S/ 43,357.45	
3	4906	12265	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,550.33	S/ 41,946.30	
4	5157	12893	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,936.70	S/ 44,092.75	
5	5447	13618	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,383.01	S/ 46,572.25	
6	5417	13543	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,336.84	S/ 46,315.75	
7	5336	13340	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,212.10	S/ 45,622.80	
8	5096	12740	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,842.74	S/ 43,570.80	
9	5181	12953	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,973.63	S/ 44,297.95	
10	5336	13340	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,212.10	S/ 45,622.80	
11	5066	12665	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,796.57	S/ 43,314.30	
12	5171	12928	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,958.24	S/ 44,212.45	
13	5397	13493	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,306.06	S/ 46,144.75	
14	5377	13443	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,275.28	S/ 45,973.75	
15	5254	13135	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,085.91	S/ 44,921.70	
16	5468	13670	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 8,415.25	S/ 46,751.40	
17	5160	12900	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,941.24	S/ 44,118.00	
18	4990	12475	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,679.61	S/ 42,664.50	
19	4981	12453	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,665.83	S/ 42,587.95	
20	5161	12903	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,942.85	S/ 44,126.95	
21	4973	12433	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,653.52	S/ 42,519.55	
22	5025	12563	S/ 6.55	S/ 0.80	S/ 7,733.55	S/ 42,964.15	

RESUMEN DE INGRESOS

Ingreso por exportación	<b>S/ 746,772.05</b>
Ingreso por mercado nacional	<b>S/ 228,027.20</b>
Total de ingresos (\$)	<b>S/ 974,799.25</b>
Total de ingresos mensual (S/.)	<b>S/ 3,489,781.32</b>

ANEXO n° 16. Egresos mensuales en la empresa.

	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Gastos de Mano de Obra Directa</b>			
Operarios de producción	22 S/	1,500.00 S/	33,000.00
Supervisores	3 S/	1,800.00 S/	5,400.00
<b>Gastos Administrativos</b>			
Personal administrativo	8 S/	1,800.00 S/	14,400.00
Recepción y salida de materia prima	2 S/	1,800.00 S/	3,600.00
Supervisor de calidad	1 S/	2,500.00 S/	2,500.00
Jefe de calidad	1 S/	9,500.00 S/	9,500.00
Gerente de calidad	1 S/	18,000.00 S/	18,000.00
Gerente de operaciones	1 S/	1,800.00 S/	1,800.00
<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>			
Materiales indirectos		S/	48,500.00
Servicios básicos		S/	75,000.00
Costos de siembra		S/	890,000.00
Depreciación de equipos		S/	19,000.00
Mantenimiento del lugar		S/	30,000.00
<b>Presupuesto de Gastos Financieros</b>			
Intereses		S/	68,000.00
<b>Gastos por Honorarios</b>			
Estructuras, instalaciones, seguridad		S/	18,000.00
<b>Gastos Logísticos</b>			
Transporte del producto terminado		S/	56,000.00
Refrigeración		S/	135,000.00
Transporte a Lima		S/	120,000.00
Embarque en el puerto del Callao		S/	650,000.00
Derechos y licencias		S/	250,000.00
<b>TOTAL APROXIMADO</b>		S/	<b>2,447,700.00</b>

ANEXO n° 17. Estructura de la inversión.

INVERSIÓN		
Mantenimiento preventivo	S/.	13,896.00
Redistribución de áreas	S/.	56,040.00
<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>69,936.00</b>

ESTRUCTURA DE INVERSIÓN		
Recursos propios	S/.	13,987.20
Financiamiento	S/.	55,948.80
<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>69,936.00</b>

Monto de préstamo	S/.	55,948.80
Tasa de interés	S/.	0.03
Periodos	S/.	10.00
Pago fijo mensual	S/.	6,492.14

Periodo	Monto Préstamo	Amortización	Interes	Cuota		
dic-20	S/.	55,948.80				
ene-21	S/.	51,023.23	S/.	4,925.57 S/.	1,566.57 S/.	6,492.14
feb-21	S/.	45,959.74	S/.	5,063.49 S/.	1,428.65 S/.	6,492.14
mar-21	S/.	40,754.48	S/.	5,205.26 S/.	1,286.87 S/.	6,492.14
abr-21	S/.	35,403.47	S/.	5,351.01 S/.	1,141.13 S/.	6,492.14
may-21	S/.	29,902.63	S/.	5,500.84 S/.	991.30 S/.	6,492.14
jun-21	S/.	24,247.77	S/.	5,654.86 S/.	837.27 S/.	6,492.14
jul-21	S/.	18,434.57	S/.	5,813.20 S/.	678.94 S/.	6,492.14
ago-21	S/.	12,458.60	S/.	5,975.97 S/.	516.17 S/.	6,492.14
sep-21	S/.	6,315.31	S/.	6,143.30 S/.	348.84 S/.	6,492.14
oct-21	S/.	-	S/.	6,315.31 S/.	176.83 S/.	6,492.14

