

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA
PILADORA DE ARROZ EN JAÉN PARA INCREMENTAR EL
NIVEL DE SERVICIO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

GIANELLA LIZBETH CARRION VEGA

ASESOR

MARTHA ELINA TESEN ARROYO

<https://orcid.org/0000-0002-4366-8516>

Chiclayo, 2021

**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA
PILADORA DE ARROZ EN JAÉN PARA INCREMENTAR EL
NIVEL DE SERVICIO**

PRESENTADA POR:

GIANELLA LIZBETH CARRION VEGA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Edward Florencio Aurora Vigo

PRESIDENTE

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

SECRETARIO

Martha Elina Tesen Arroyo

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza de perseguir y alcanzar mis metas.

A mis padres Orlando y Nora, por recordarme día a día todas mis fortalezas, por bloquear mis inseguridades y por darme su apoyo de manera incondicional.

A mis abuelitas, Natividad y Elena por su amor y apoyo cada día.

A mi prima, Fátima por creer en mí y apoyarme siempre.

Agradecimiento

A mis padres Orlando y Nora por brindarme los recursos necesarios para cumplir esta meta, y por su infinita confianza que depositan en mí todos los días.

A mi hermano José y a mi tía Luz por su constante apoyo y amor que me brindan siempre.

A las ingenieras Vanessa Castro y Martha Tesén por su paciencia y asesoramiento a lo largo de esta investigación.

A mis amigos (Valeria, Cristina, Mariana, Irvin, Renzo y Diego) por su ayuda, compañía y motivación que me brindan. Y por último a los dueños de la empresa por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación en sus instalaciones.

Índice

Resumen	12
Abstract	13
I. Introducción	14
II. Marco teórico	16
2.1 Antecedentes	16
2.2 Bases Teórico Científicas	19
2.2.1 Sistema productivo	19
2.2.2 Nivel de servicio	19
2.2.2.1 Indicadores de nivel de servicio	19
2.2.3 Gestión de mantenimiento	19
2.2.3.1 Mantenimiento	19
2.2.3.2 Tipos de mantenimiento	19
2.2.3.2.1 Mantenimiento Correctivo	19
2.2.3.2.2 Mantenimiento Preventivo	20
2.2.3.3 Indicadores de Mantenimiento	26
2.2.4 Planificación de los requerimientos de materiales:	26
2.2.4.1 Fuentes de un sistema MRP	26
III. Resultados	28
3.1 Diagnóstico de situación actual de la empresa	28
3.1.1 Descripción de la empresa	28
3.2 Descripción del sistema de producción	28
3.2.1 Productos	28
3.2.1.1 Productos	28
3.2.1.2 Subproductos	29
3.2.1.3 Desperdicios y desechos	29
3.2.2 Materiales	29

3.2.2.1 Materiales directos	29
3.2.2.2 Materiales indirectos	30
3.2.3 Insumos	30
3.2.3.1 Mano de obra	30
3.2.3.2 Maquinarias y equipos	30
3.2.3.4 Suministros.....	31
3.2.4 Proceso de producción.....	31
3.2.5 Análisis para el proceso de producción.....	34
3.2.5.1 Diagrama de bloques del proceso de producción.....	34
3.2.5.2 Diagrama de operaciones del proceso de producción	36
3.2.5.3 Diagrama de análisis de operaciones actual del proceso de producción	37
3.2.5.4 Diagrama de recorrido	39
3.2.6 Indicadores de producción actual y mantenimiento.....	40
3.2.6.1 Indicadores de producción actual	40
3.2.6.2 Indicadores de mantenimiento	41
3.3 Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	42
3.3.1 Problema, causas y sub causas en el sistema de producción.....	42
3.4 Desarrollo de propuesta de mejoras en el sistema de producción.....	47
3.4.1 Mejora 1: Plan de Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	47
3.4.1.1 Análisis de criticidad	47
3.4.1.2 Análisis del modo y los efectos de las fallas (AMEF).....	50
3.4.1.3 Planilla de información RCM.....	64
3.4.1.4 Hoja de decisiones	67
3.4.1.5 Plan de mantenimiento.....	70
3.4.1.6 Cronograma de Mantenimiento	74
3.4.2 Mejora 2: Elaboración de MOF	74
3.4.3 Mejora 3: Plan de requerimientos de materiales.....	82

3.4.4	Nuevos indicadores	96
3.4.5	Comparación de indicadores actuales y nuevo indicadores.....	98
3.5	Análisis costo beneficio.....	100
3.5.1	Plan de Ventas	100
3.5.2	Inversión	100
3.5.2.1	Inversión para la propuesta de plan de mantenimiento.....	100
3.5.2.2	Inversión para la propuesta del manual de funciones.....	101
3.5.2.3	Inversión para la propuesta de plan de requerimiento de materiales	101
3.5.2.4	Inversión total	102
3.5.3	Ingresos.....	102
3.5.4	Costos de producción por unidades incrementadas	102
3.5.5	Flujo de caja	103
3.5.6	Costo-beneficio	104
3.5.7	Periodo de recuperación.....	104
IV.	Evaluación de impacto de la propuesta	105
V.	Conclusiones	106
VI.	Recomendaciones	107
VII.	Referencias	108
VIII.	Anexos.....	110

Lista de tablas

Tabla 1. Ponderación de la frecuencia de fallas	21
Tabla 2. Ponderación del impacto en la producción.....	21
Tabla 3. Ponderación de seguridad y salud	22
Tabla 4. Ponderación de costos de reparación.....	22
Tabla 5. Ponderación de tiempo de reparación.....	22
Tabla 6. Ponderación de tiempo de operación.....	22
Tabla 7. Valores y criterios para determinar la severidad	24
Tabla 8. Valores y criterios para determinar la frecuencia u ocurrencia.....	24
Tabla 9. Valores y criterios para determinar la detectabilidad	25
Tabla 10. Principales productos de la empresa.....	28
Tabla 11. Zonas de procedencia del arroz con cáscara.....	29
Tabla 12. Distribución del personal en la empresa.....	30
Tabla 13. Maquinaria del área de producción de la empresa	31
Tabla 14. Cuadro resumen de actividades	38
Tabla 15. Tiempo de paradas no programadas	41
Tabla 16. Identificación de problema, causas y posibles soluciones.....	42
Tabla 17. Paradas del sistema productivo por fallas de las máquinas en el año 2019 ...	43
Tabla 18. Distribución de frecuencia por N° de fallas en el año 2019	44
Tabla 19. Fallas de las máquinas por meses del año 2019	45
Tabla 20. Cantidad de Sacos faltantes en el 2019	46
Tabla 21. Índice de criticidad de las máquinas.....	48
Tabla 22. Resumen del índice de criticidad y su porcentaje	49
Tabla 23. AMEF de la máquina pre-limpia.....	52
Tabla 24. AMEF de la máquina pulidora	53
Tabla 25. AMEF de la máquina descascaradora	54
Tabla 26. AMEF de la máquina despedradora	55
Tabla 27. AMEF de la máquina clasificadora de tamaño.....	56
Tabla 28. AMEF de la máquina elevador 7	57
Tabla 29. AMEF de la máquina elevador 1	58
Tabla 30. AMEF de la máquina elevador 2.....	59
Tabla 31. AMEF de la máquina elevador 3	60
Tabla 32. AMEF de la máquina mesa Paddy	61
Tabla 33. AMEF de la máquina elevador 4.....	62

Tabla 34. Resumen del número de prioridad de riesgo (NTP) de las máquinas	63
Tabla 35. Hoja de información RCM de la máquina pre-limpia	64
Tabla 36. Hoja de información RCM de la máquina Pulidora	64
Tabla 37. Hoja de información RCM de la máquina descascaradora	65
Tabla 38. Hoja de información RCM de la máquina Despedradora (Zaranda).....	65
Tabla 39. Hoja de información RCM de la máquina Clasificadora de tamaño.....	65
Tabla 40. Hoja de información RCM de la máquina elevador 7	65
Tabla 41. Hoja de información RCM de la máquina elevador 1	66
Tabla 42. Hoja de información RCM de la máquina elevador 2	66
Tabla 43. Hoja de información RCM de la máquina elevador 3	66
Tabla 44. Hoja de información RCM de la máquina mesa Paddy	66
Tabla 45. Hoja de información RCM de la máquina elevador 4	67
Tabla 46. Hoja de decisiones	68
Tabla 47. Plan de mantenimiento	71
Tabla 48. Materiales para mantenimiento por tarea	74
Tabla 49. MOF propuesto del administrador.....	75
Tabla 50. MOF propuesto del asistente de contabilidad	76
Tabla 51. MOF propuesto de vendedor	77
Tabla 52. MOF propuesto de almacenista	78
Tabla 53. MOF propuesto del Maquinista.....	79
Tabla 54. MOF propuesto de operario de carga	80
Tabla 55. MOF propuesto de llenado y cosido.....	81
Tabla 56. Cantidad de sacos pilados por variedad de arroz en el año 2019	82
Tabla 57. Clasificación ABC de los sacos pilados en el 2019	83
Tabla 58. Horas y días que laborará la empresa en el año 2020.....	83
Tabla 59. Producción mensual para el 2020.....	84
Tabla 60. Plan de producción mensual de arroz blanco, subproductos y desperdicios..	85
Tabla 61. Plan de producción por variedad de arroz mensual.....	86
Tabla 62. Inventario de materiales 2020	87
Tabla 63. Datos de los materiales para arroz esperanza corriente.....	87
Tabla 64. Datos de los materiales para arroz Esperanza superior	87
Tabla 65. Datos de los materiales para arroz Moro	87
Tabla 66. Datos de los materiales para arroz Ferón	88
Tabla 67. Datos de los materiales para subproductos.....	88

Tabla 68. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Esperanza corriente	89
Tabla 69. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Esperanza superior	89
Tabla 70. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Moro	90
Tabla 71. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Ferón	90
Tabla 72. Plan de requerimiento de materiales para Ñelén	91
Tabla 73. Plan de requerimiento de materiales para arrocillo	91
Tabla 74. Plan de requerimiento de materiales para Rechazo	92
Tabla 75. Plan de requerimiento de materiales para polvillo	92
Tabla 76. Plan de requerimiento de materiales de hilo pabilo.....	93
Tabla 77. Meses en los que se realizará los pedidos de materiales	94
Tabla 78. Costo de los pedidos de materiales.....	95
Tabla 79. Tiempo de paradas no programadas	97
Tabla 80. Comparación de indicadores de la empresa	99
Tabla 81. Plan de ventas	100
Tabla 82. Inversión Materiales de mantenimiento	100
Tabla 83. Inversión en capacitaciones sobre el plan de mantenimiento.....	101
Tabla 84. Inversión en capacitaciones sobre el manual de funciones	101
Tabla 85. Inversión en equipos para el plan de requerimiento de materiales.....	101
Tabla 86. Inversión en capacitación para el plan de requerimiento de materiales	102
Tabla 87. Inversión total.....	102
Tabla 88. Ingresos por el aumento de sacos pilados.....	102
Tabla 89. Costos de producción	103
Tabla 90. Flujo de caja	104
Tabla 91. Costo - beneficio.....	104
Tabla 92. Periodo de recuperación	104

Lista de figuras

Figura 1. Matriz de criticidad	21
Figura 2. Esquema general de actividades para realizar un AMEF.....	23
Figura 3. Árbol de lógico de decisiones de las actividades de mantenimiento	25
Figura 4. Organigrama de la empresa.....	28
Figura 5. Diagrama de bloques del proceso de pilado de arroz.....	35
Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso de pilado de arroz	36
Figura 7. Diagrama de análisis de proceso de pilado de arroz para 600 sacos.....	37
Figura 8 Diagrama de recorrido.....	39
Figura 9. Diagrama de barras de frecuencia de fallos en las máquinas del 2019	44
Figura 10. Esquema de conducción para realizar el RCM	47
Figura 11. Diagrama de Pareto	50

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en una empresa piladora de arroz en Jaén, la cual se dedica a brindar el servicio de pilado, esta empresa actualmente presenta pedidos no atendidos por problemas en su proceso productivo. Por ello esta investigación tiene como objetivo mejorar el proceso productivo para incrementar su nivel de servicio.

Para realizar la investigación primero se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa en la cual se identificó las causas de su principal problema del proceso productivo. Se recolectó la información acerca de las fallas de las maquinas las cuales fueron 172 con un total de 173,3 horas para corregirlas, también se encontró la falta de materiales(sacos) para los diferentes productos.

Una vez identificados los problemas, se realizó las propuestas de mejora, las cuales incrementarán el nivel de servicio en 8,18%. La primera propuesta es un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad el cual aumentó en 4,83% la disponibilidad de la maquinaria, la segunda propuesta es un manual de funciones para cada colaborador describiendo cada puesto de trabajo, sus funciones, etc. y la última propuesta es la elaboración de un plan de requerimiento de materiales, el cual nos permitió saber en qué mes se deben realizar los pedidos de los materiales. Finalmente se realizó un análisis de costo-beneficio el cual tiene un coeficiente de 2,15 es decir que la propuesta de mejora es rentable y la inversión tiene un periodo de recuperación de 5,5 meses

Palabras clave: Nivel de servicio, mantenimiento, manual de funciones, requerimientos de materiales

Abstract

This research work was carried out in a rice piling company in Jaén, which is dedicated to providing the piling service. This company currently presents unattended orders due to problems in its production process. For this reason, this research aims to improve the production process to increase its level of service.

To carry out the research, a diagnosis of the current situation of the company was first made, in which the causes of the main problem of the production process were identified. The information about the machine failures was collected, which were 172 with a total of 173,3 hours to correct them, the lack of materials(bags) for the different products was also found.

Once the problems were identified, improvement proposals were made, which will increase the service level by 8,18%. The first proposal is a maintenance plan based on reliability which increased the availability of machinery by 4,83%, the second proposal is a manual of functions for each collaborator describing each job, its functions, etc. and the last proposal is the elaboration of a material requirement plan, which allowed us to know in which month the materials must be ordered. Finally, a cost-benefit analysis was carried out, which has a coefficient of 2,15, that is, the improvement proposal is profitable and the investment has a recovery period of 5,5 months.

KEYWORDS: Service level, maintenance, function manual, material requirements

I. Introducción

El proceso productivo consiste en transformar materiales directos e insumos en productos o servicios, para la satisfacción de las necesidades de los clientes.

Las empresas están en constante evolución y es por ellos que usan nuevas tecnologías, o establecen nuevos planes de mejora en sus procesos productivos.

A nivel mundial se estimó que la producción de arroz pilado en la campaña 2019-2020 sería de 497,8 millones de toneladas, teniendo una caída del 0,2% con respecto a la campaña anterior. El país con mayor producción y consumo de arroz pilado a nivel mundial es China con una producción de 146 millones de toneladas, siendo la India el segundo país con mayor producción de este cereal y nuestro país ubicado en el puesto número 20 con una producción estimada para esa campaña de 2 millones de toneladas [1]

La industria molinera de Perú tiene una capacidad de pilado de 991,9 t/h., esta capacidad equivale a 8 millones de toneladas al año, de la cual solo se utiliza el 30%. En el 2017 las regiones con mayor producción fueron San Martín, Lambayeque, Piura, Amazonas. [2]

Según el informe del IV censo nacional de arroz en el año 2019, realizado por el ministerio de agricultura y riego se censaron 569 molinos, los cuales tienen 265 745 toneladas de arroz en sus almacenes. Cajamarca es el octavo departamento con respecto al volumen de arroz pilado, teniendo 41 molinos activos. [3]

La empresa en la que se realizará esta investigación está ubicada en Perú, departamento de Cajamarca, provincia de Jaén, distrito de Jaén, esta empresa se dedica a la prestación de servicio de pilado de arroz (arroz esperanza corriente, arroz esperanza superior, arroz moro y arroz Ferón) y subproductos (ñelén, arrocillo, polvillo y descarte) a los agricultores de zonas aledañas a esta ciudad. La empresa ya viene operando más de 12 años, con diferentes razones sociales, siendo una de las mejores de la ciudad de Jaén.

La empresa tuvo un total de pedidos de pilado de 182 400 sacos en el año 2019 de los cuales solo se pilaron 166 183 sacos siendo este equivalente a un 91,11% del total, teniendo como utilidad no percibida 42 164,2 nuevos soles. El motivo de que la empresa no cumpla con sus pedidos son las paradas no programadas de la planta de producción, la cual tuvo 270,3 horas de paro en todo el año. Siendo el principal motivo de las paradas la falta de mantenimiento, el cual fue de 173,3 horas de paro equivalente a 10 398 sacos de arroz pilado, el maquinista realiza el mantenimiento de manera empírica de acuerdo a la falla de la máquina, el segundo motivo de las paradas fue la falta de insumos (sacos) el

cual fue de 76 horas equivalente a 4 560 sacos pilados y como tercer motivo fue el bajo desempeño de la mano de obra.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta ¿Cómo mejorar el proceso productivo de una empresa piladora de Jaén para incrementar su nivel de servicio?

Para resolver la pregunta se tiene como objetivo general proponer la mejora del proceso productivo en la empresa piladora de Jaén para incrementar su nivel de servicio, del cual se derivan los objetivos específicos, diagnosticar la situación actual del proceso productivo de la empresa piladora de Jaén, elaborar la propuesta de mejora del proceso productivo y realizar un análisis costo-beneficio de la propuesta. Para esta investigación la justificación viene enmarcada en cuatro criterios siendo los siguientes: criterio económico el cual permitirá el incremento del nivel de servicio, aumentando los ingresos económicos a la empresa, criterio social el cual permitirá aplicar los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Industrial, y de antecedente de futuras investigaciones, criterio ambiental el cual permitirá tener un mejor control sobre las máquinas con las que opera la empresa piladora, reduciendo el consumo de energía con ello contribuiremos al cuidado del medio ambiente, asimismo alargar la vida útil de las máquinas y por último el criterio legal el cual permitirá de acuerdo al Artículo 3 de la Resolución Ministerial N° 260-2016-TR, publicada el 27 octubre 2016, prevenir accidentes causadas por las máquinas en mal estado.

II. Marco teórico

2.1 Antecedentes

Diestra, Esquivel y Guevara [4] en su investigación titulada “Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la maquina con mayor criticidad” la cual tuvo como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad que se adecue a la empresa, para realizar esta investigación primero hicieron un diagnóstico actual de la maquinaria de la empresa, recolectando datos referentes al tipo de mantenimiento que se le realiza, luego analizaron los datos obtenidos, para determinar cuál es la maquina con mayor criticidad elaboraron una matriz de criticidad, una vez determinada las maquinas más críticas, se realizaron un Análisis de Modos y Efectos de falla (AMEF) a estas identificando sus fallas y efectos por ultimo usaron el árbol Lógico de Decisión (ALD) para decidir qué tipo de mantenimiento aplicarán. Como resultados de esta investigación obtuvieron que la maquina con mayor índice de criticidad es el puente grúa N°2 y 5, teniendo una disponibilidad operacional de 91,76%, el plan de mantenimiento diseñado consta de 52 tareas, de las cuales el 90% son preventivas y el 10% correctivas.

Este antecedente sirvió a la investigación en la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad ya que contábamos con la información requerida para la elaboración de un plan de mantenimiento.

Gasca, Camargo y Medina [5] en su investigación “Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial”, la cual tuvo como objetivo brindar criterios para mejorar la toma de decisiones en el mantenimiento, para realizar esta investigación primero se identificaron los equipos críticos, para identificarlos se hizo un análisis de criticidad en la cual se evaluó la frecuencia de fallas, luego se elaboró un catálogo de fallas con la finalidad de registrar las fallas y describirlas para esto se hizo uso de la herramienta de análisis de modo y efecto, y por el ultimo se realizó el modelo para el manejo de la confiabilidad, el modelo estadístico de Mora en el que se usa las distribuciones paramétricas de Weibull, log Normal y normal como resultados de esta investigación se obtuvieron que la máquina que tiene mayor criticidad es la extrusora, tiene un MTFB de 406,8 horas y con respecto a la confiabilidad la máquina extrusora que después de operar 250 horas puede fallar con una probabilidad de 45%, y que después de 750 horas puede fallar con una probabilidad de 83%.

Este antecedente nos brindó una herramienta para la identificación de los equipos críticos de la empresa, la cual consta del análisis de diferentes factores los cuales son: operación y producción, frecuencia, costo y tiempo de reparación de cada falla y por último el impacto de seguridad y salud del operador.

Torres, Roa y Ramírez [6] en su investigación “Actualización del manual de funciones y perfiles de cargo por competencias para el mejoramiento de los procesos administrativos y operativos de la empresa Tele vigilancia LTDA”, la cual tuvo como objetivo principal actualizar su manual de funciones y perfiles de cargo por competencias para el mejor sus procesos administrativos y operativos de la empresa, para realizar esta investigación se diagnosticó la situación actual de la empresa mediante el actual manual de organización y funciones, también se realizó entrevistas a 105 colaboradores con respecto a sus funciones que ellos realizan diariamente, el tipo muestreo para la elección de los colaboradores entrevistados fue el muestreo aleatorio simple y por último se comparó los resultados de la entrevista con la información brindada por la empresa en el manual de funciones y perfil de cargo, luego de realizar el diagnostico se procedió a la actualización del nuevo manual de funciones y perfiles de cargo. Como resultados de esta investigación se obtuvieron que el personal desconoce sus tareas y responsabilidades, también se crearon 33 perfiles de cargos por competencias, en las cuales se identifica el cargo, obtuvo, principales relaciones, grado académico, experiencia, funciones, autoridades y por último se actualizó la estructura organizacional.

Este antecedente ayudó en la elaboración de la propuesta de la creación de un MOF, La empresa Televigilancia LTDA usó esta propuesta al comprobar que sus colaboradores desconocían sus tareas y funciones que debían realizar en su puesto de trabajo siendo este también un problema de la empresa piladora de arroz de Jaén.

Khasanah, Zawaiah y Jamasri [7] en su investigación “Reliability – Centered maintenance (RCM) evaluation method in the industry application, case study: fertilizer company, Indonesia, tuvieron como objetivo evaluar los efectos de la implementación de RCM en la aplicación de una industria. La metodología que siguieron en esta investigación fue utilizar indicadores para evaluar el RCM de forma más precisa, estos indicadores son el costo de tiempo de inactividad y el tiempo medio entre fallas (MTBF), los datos necesarios para realizar esta investigación son los registros de producción y fallas, estos fueron analizados individualmente o se vincularon entre sí, también se

compararon los tiempos de inactividad de antes y después de la implementación de RCM. Como resultados de esta investigación se obtuvo que el tiempo de inactividad relacionado con el mantenimiento es el que más contribuye al bajo rendimiento de producción. El tiempo de inactividad después de la implementación de RCM es menor al tiempo de antes de la implementación, el tiempo medio entre fallas se incrementó de 86,85 días a 119,12 días, esto quiere decir que el rendimiento de la empresa aumentó, que la pérdida de producción por el tiempo de inactividad se redujo.

Este antecedente nos sirvió para comprobar los efectos de la implementación del RCM en una industria, los cuales fueron positivos, ya que disminuyeron el tiempo de paradas de la producción.

Rojas, Saavedra y Orejuela [8] en su investigación “Scheduling of internal materials supply operations in a pre-milling type concentrate food plant”, tuvieron como objetivo brindar una estrategia que permita el uso eficiente de los recursos empleados en el proceso sujetos a la demanda interna. La metodología que se usó fue el modelo de multi-periodo a corto plazo, la cual consiste en la integración de factores relevantes relacionados con el suministro de materias primas como los costos de mantenimiento de stock, la tasa de llenado de las tolvas, etc., como resultados de esta investigación se obtuvieron que los porcentajes de cada materia prima que se requiere (20,53% de maíz amarillo, 12,21% de torta de soja, etc.), también el total de kilogramos de materia prima que es de 82 609 kilogramos, este total equivale al 27,3% del total de requisitos de materias primas iniciales para el llenado de tolvas, el costo de instalación y de mantenimiento de existencias es de 566 406,3 pesos colombianos, el tiempo para el llenado de cada tolva era de 35,71 minutos y ahora es de 4 horas, esto tiene un costo total de 16 654 pesos colombianos equivalente a un 2,94% del costo total entonces se redujeron los costos de instalación, y se aumentaron los costos de mantenimiento de existencias.

Este antecedente nos sirvió para la propuesta de planificación de requerimiento de materiales, esta metodología ayudó a la empresa de alimentos concentrados a determinar la cantidad de materiales se necesitan para su la producción.

2.2 Bases Teórico Científicas

2.2.1 Sistema productivo

Vaughn [9] un sistema productivo es un conjunto de actividades y otros componentes que se relacionan entre sí con el objetivo de procesar insumos para convertirlos en bienes o servicios.

2.2.2 Nivel de servicio

Cruelles [10] es la confiabilidad del cumplimiento de un plazo dado. Se puede decir que es el porcentaje de veces que los plazos acordados con los clientes son cumplidos.

2.2.2.1 Indicadores de nivel de servicio

- **Nivel de servicio**

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Total de pedidos}} * 100$$

2.2.3 Gestión de mantenimiento

Mora [11] la gestión de mantenimiento es la planeación, organización, dirección, coordinación, ejecución y control de todas las acciones propias del mantenimiento. Esta gestión debe estar enmarcada en los objetivos de la empresa, es decir que debe tener un presupuesto dentro de la empresa. Esta área es la encargada de garantizar al área de producción la disponibilidad de máquinas o equipos.

2.2.3.1 Mantenimiento

Para Duffuaa, Raouf y Dixon [12] es la combinación de acciones mediante las cuales se restablece o se mantiene un estado en el que puede realizar sus funciones asignadas. El mantenimiento es considerado un sistema ya que es un conjunto de actividades que se desarrollan en paralelo con los sistemas de producción. Si se tienen acciones oportunas de mantenimiento, los equipos de producción operarán dentro de las especificaciones, produciendo con un alto nivel de calidad.

Gatica [13] menciona que el mantenimiento se integra como un conjunto organizado de profesionales, administrativos y técnicos, que tienen como meta mantener la funcionalidad y seguridad de los equipos a un costo adecuado.

2.2.3.2 Tipos de mantenimiento

2.2.3.2.1 Mantenimiento Correctivo

Gatica [13] Este tipo de mantenimiento se orienta a mantener los equipos de producción funcionando, corrigiendo fallas ocasionales que no requieren de ninguna planeación. Para que este mantenimiento sea efectivo tiene que contar con colaboradores que solucionen la falla a la primera vez.

2.2.3.2.2 Mantenimiento Preventivo

Para Duffuaa, Raouf y Dixon [12] el mantenimiento preventivo es una sucesión de tareas planificadas previamente a las fallas, este mantenimiento se lleva a cabo para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. El objetivo de este tipo de mantenimiento es contrarrestar las causas de las fallas potenciales.

Gatica [13] nos dice que conocer los equipos de la planta es fundamental para planear un mantenimiento preventivo eficaz. Para la elaboración de un plan preventivo se tiene que tener diferentes aspectos, los cuales se obtienen al realizar estas 5 preguntas: ¿Qué y cuántos equipos tengo?, ¿Qué les debo hacer a los equipos?, ¿Cuánto tiempo me demoro por equipo?, ¿Qué recursos necesito?, y por ultimo ¿En qué momento?

2.2.3.2.2.1 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Cuatrecasas y Torrell [14] menciona que el mantenimiento centrado en la confiabilidad es un tipo de mantenimiento preventivo, que se encarga de determinar las acciones necesarias para garantizar que las máquinas o equipos funcionen correctamente.

Para Duffuaa, Raouf y Dixon [12] este tipo de mantenimiento es una metodología derivada de una investigación de la aviación y que hace uso de diferentes herramientas como el análisis de modo de falla, efecto y grado crítico. Este mantenimiento asegura que se realicen las acciones correctas de mantenimiento preventivo y que eliminen las actividades que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallas.

Moubray [15] Para el proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad se deben formular siete preguntas acerca del activo, las cuales son:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento de las maquinas en su estado actual?
- ¿De qué manera falla en cumplir sus funciones?
- ¿Cuáles son las causas de cada falla funcional?
- ¿Consecuencia de la falla?
- ¿Cuán importante es cada falla?
- ¿Qué acciones se deben realizar para prevenir o predecir las fallas?
- ¿Qué acciones se deben realizar si no se encuentra una tarea proactiva que se adecue a la prevenir la falla?

A) Análisis de criticidad

Gasca, Camargo Medina [5] menciona que para realizar este análisis se identificará los equipos críticos, evaluando diferente factores como la frecuencia de fallas, impacto

en la producción, seguridad y salud, costos de reparación, tiempo de reparación y tiempo de operación. En la figura N°1 se puede observar la matriz de criticidad, donde se ubicará el índice de criticidad para determinar si es bajo, medio o alto.

La fórmula para calcular el índice de criticidad es la siguiente:

$$IC = (FF) \times (IP + SS + CR + TR + TO)$$

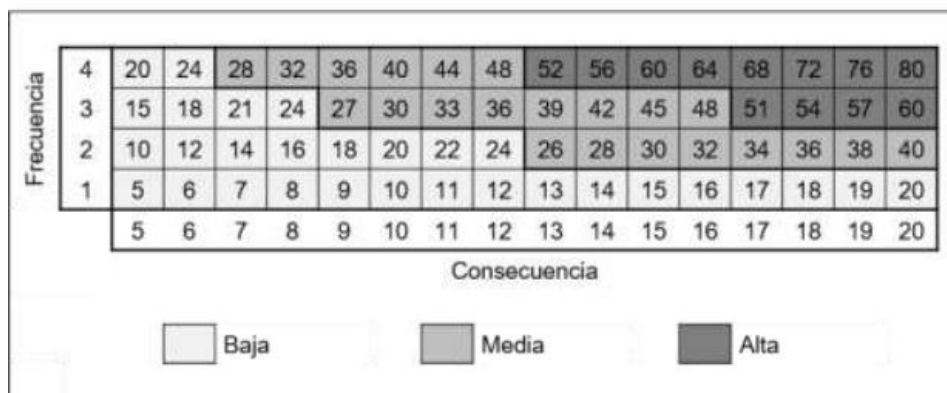


Figura 1. Matriz de criticidad

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:115.

En las tablas N° 1,2,3,4,5 y 6 se pueden ver los factores que se tomarán para el cálculo del índice de criticidad.

- **Frecuencia de fallas (FF)**

Número de veces que ocurre la misma falla en un tiempo determinado.

Tabla 1. Ponderación de la frecuencia de fallas

Frecuencia de la falla	Valor
Menos de 1 por año	1
Entre 2 y 12 por año	2
Entre 13 y 52 por año	3
Más de 52 por año (más de una por semana)	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:113.

- **Impacto en la producción (IP)**

Es el porcentaje de producción que no produce por fallas en un día.

Tabla 2. Ponderación del impacto en la producción

Impacto en la producción	Valor
Menor al 25%	1
25 % de impacto	2
50 % de impacto	3
75 % de impacto	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

- **Seguridad y salud (SS)**

Numero de eventos en los que los operarios resultan lesionados.

Tabla 3. Ponderación de seguridad y salud

Seguridad y salud	Valor
No hay algún riesgo de lesión	1
Lesiones leves (son asistidas dentro de la fábrica, no hay incapacidad)	2
Lesiones significativas (incapacidad dentro 1y 30 días)	3
Lesiones de incapacidad parcial o permanente (mayor de 30 días)	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

- **Costos de reparación (CR)**

Son los costos promedios por falla para hacer que el equipo funcione de forma correcta, este costo incluye mano de obra, materiales y transporte.

Tabla 4. Ponderación de costos de reparación

Costo de reparación	Valor
Menos de 1 000 dólares	1
Ente 1 000 y 5 000 dólares	2
Entre 5 000 y 10 000 dólares	3
Más de 10 000 dólares)	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

- **Tiempo de reparación (TR)**

Tabla 5. Ponderación de tiempo de reparación

Tiempo de reparación	Valor
Menor a 4 horas	1
Igual o mayor a 4 horas y menos 6 horas	2
Igual o mayor a 6 horas y menor a 12 horas	3
Mayor a 12 horas	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

- **Tiempo de operación (TO)**

Tabla 6. Ponderación de tiempo de operación

Tiempo de Operación	Valor
Opcionalmente	1
Un turno de trabajo	2
Dos turnos de trabajo	3
Totalmente	4

Fuente: Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

B) Análisis de modos y efecto de fallas

Según el Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo [16] el análisis de modos y efecto de fallas se aplicó en la industria aeroespacial por primera vez en la década de los 60, pasando luego a ser aplicada por Ford en la industria de automóviles y luego las demás industrias de automóviles también la aplicaron. Esta técnica se utiliza para analizar un producto o proceso, su principal objetivo del AMEF es identificar los puntos críticos con la finalidad de suprimirlos o crear un sistema de prevención.

- **Actividades para realizar el análisis de modos y efectos de falla**

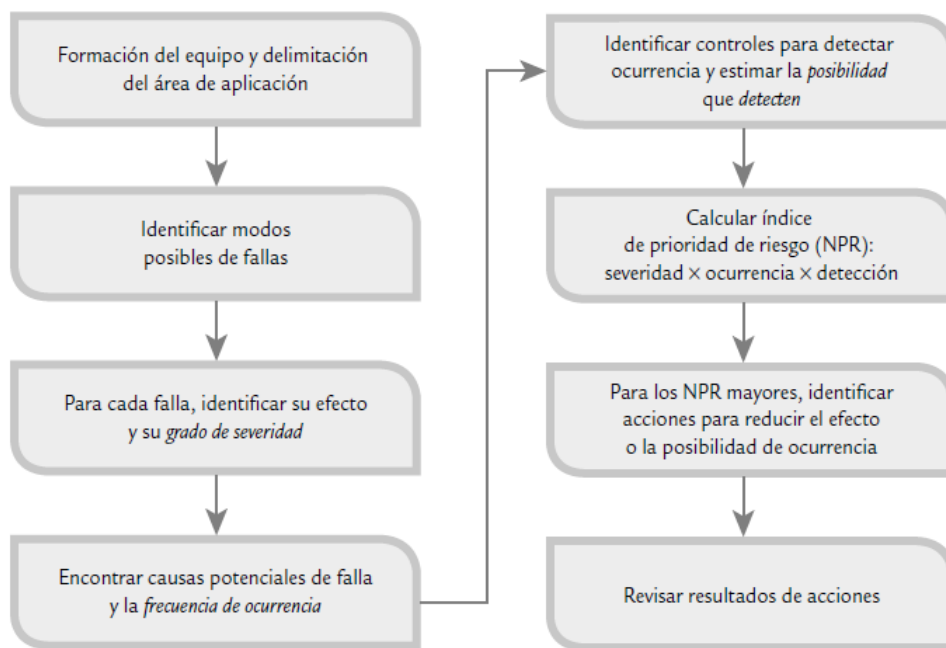


Figura 2. Esquema general de actividades para realizar un AMEF.

Fuente: Control estadístico de calidad y seis sigma 2013:408

En la figura N°2 se puede observar las actividades que se deben realizar para poder realizar el análisis de modos y efectos de falla los cuales son los siguientes. [17]

- Para realizar este análisis es la formación del equipo y definir en qué proceso o área se aplicará
- Identificar modos posibles de fallas
- Para cada falla encontrada se debe identificar su efecto y su grado de severidad
- Encontrar las causas de las fallas y su frecuencia de ocurrencia
- Identificar controles para detectar la ocurrencia de las causas y estimar su posibilidad de ser detectadas
- Se calculará el índice de prioridad de riesgo (NPR).
- Identificar acciones para reducir el efecto o la posibilidad de ocurrencia
- Revisar resultados de las acciones

- **Índice de prioridad de riesgo (NPR)**

Este índice se calcula la siguiente fórmula:

$$NPR = \text{severidad} \times \text{ocurrencia} \times \text{detección}$$

El rango del índice es de 1 a 1 000, el cual indica que se le debe dar prioridad a los índices más altos (mayores a 80), pudiendo prevenir la causa o implementar controles de detección.

El instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo [16] nos brinda los criterios y valores para la determinar la severidad, ocurrencia y detección. En las tablas N° 7,8 y 9 podemos ver los valores y criterios para determinar el NPR

Tabla 7. Valores y criterios para determinar la severidad

Severidad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones Imperceptibles	No es razonable que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, este observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observara deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde a un 10.	9-10

Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo 2004:4.

Tabla 8. Valores y criterios para determinar la frecuencia u ocurrencia

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo 2004:4.

Tabla 9. Valores y criterios para determinar la detectabilidad

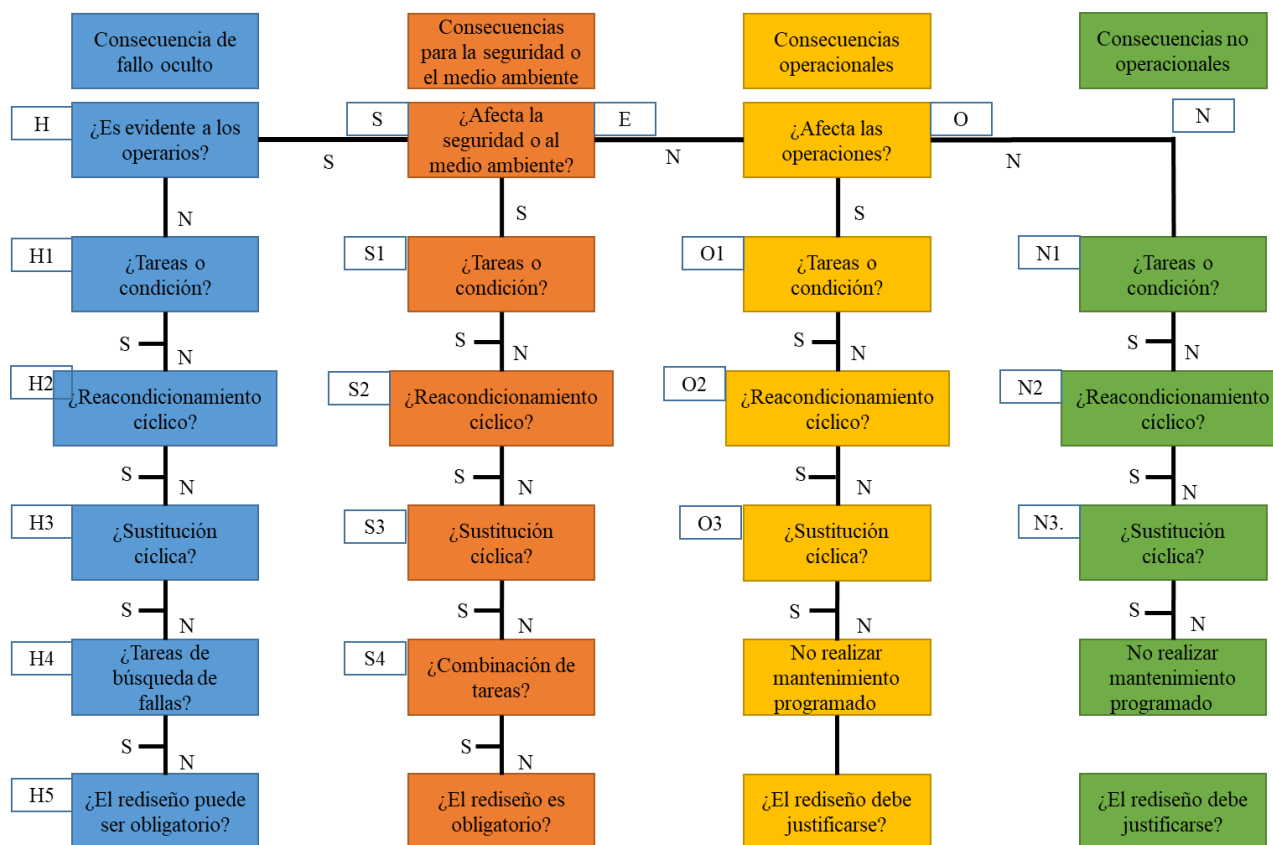
Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo perciba el cliente	9-10

Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo 2004:5

C) Hoja de decisiones

Para Poveda [18] La hoja de decisiones es la herramienta que se utiliza para determinar qué decisión tomar con respecto al mantenimiento, para elaborar esta hoja se usa un diagrama cuyo nombre es árbol lógico de decisiones. En la figura N°3 se observa el árbol lógico de decisiones.

Figura 3. Árbol de lógico de decisiones de las actividades de mantenimiento



Fuente: Poveda 2011:5

2.2.3.3 Indicadores de Mantenimiento

Gonzales [19] dice que los responsables técnicos del área de mantenimiento de una empresa que quieran planear un proceso de mejora, tiene que medir la situación actual a través de indicadores para poder saber si lo planteado será éxito o fracaso.

- **Disponibilidad:** Es el porcentaje de operación de tiempo en el que está disponible una máquina o equipo para la producción.

Medida de tiempo de operación

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo total}}$$

- **Mean Time Between Failures (MTBF):** Media de tiempos entre paralizaciones.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo de reparación} - \text{tiempos muertos de inutilización}}{\text{Número de paradas}}$$

- **Mean Time To Repair (MTTR):** Media de tiempos indisponibles del sistema o equipos, por reparaciones o averías.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Número de paradas}}$$

2.2.4 Planificación de los requerimientos de materiales:

Para Alonso, Serrano y Alarcón [20] este modelo determina la relación que existe entre la demanda del producto terminado y la de los elementos que se emplean para producirlo. En el MRP la respuesta más importante es a la pregunta ¿Cuándo pedir?, que a la pregunta ¿Cuánto pedir? Para determinar las necesidades de un periodo se usa la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Necesidades Netas} \\ &= \text{Necesidades brutas} - \text{disponibilidades} \\ &\quad - \text{recepciones programadas} + \text{stock de seguridad} \end{aligned}$$

Ballou [21] menciona que el MRP es un método de programación de suministros, el cual determina el momento adecuado de adquirir los elementos usados en la producción para cumplir con los requerimientos pedidos, periodo a periodo.

2.2.4.1 Fuentes de un sistema MRP

Companys y Fonollosa [22] para realizar un plan de requerimiento de materiales se tienen que tener en cuenta tres archivos importantes de información, los cuales son:

- **MPS (Plan maestro de producción)** Este plan nos indica que producto se procesará y en cuanto tiempo tiene que estar terminado.
- **BOM (lista de materiales)** es la lista de materiales que se requieren para la producción de cada unidad de producto terminado.

- Estado del stock, este nos permitirá saber las cantidades de cada material disponibles.

III. Resultados

3.1 Diagnóstico de situación actual de la empresa

3.1.1 Descripción de la empresa

La empresa piladora de arroz está ubicada en Perú, departamento de Cajamarca, provincia de Jaén, distrito de Jaén, se dedica a la prestación de servicio de pilado de arroz y subproductos (ñelén, arrocillo, polvillo y descarte), esta viene funcionando desde el año 2017, es una sociedad anónima cerrada. La empresa cuenta con 900 m² de área.

Esta empresa brinda el servicio de pilado, el cual consiste en transformar el arroz en cáscara en arroz blanco seleccionado y envasado en sacos de acuerdo a los requerimientos de los clientes, proporcionando los sacos e hilo.

3.1.1.1 Organigrama

El organigrama de la empresa es de forma vertical. En la Figura 4 Se observa el organigrama de la empresa.

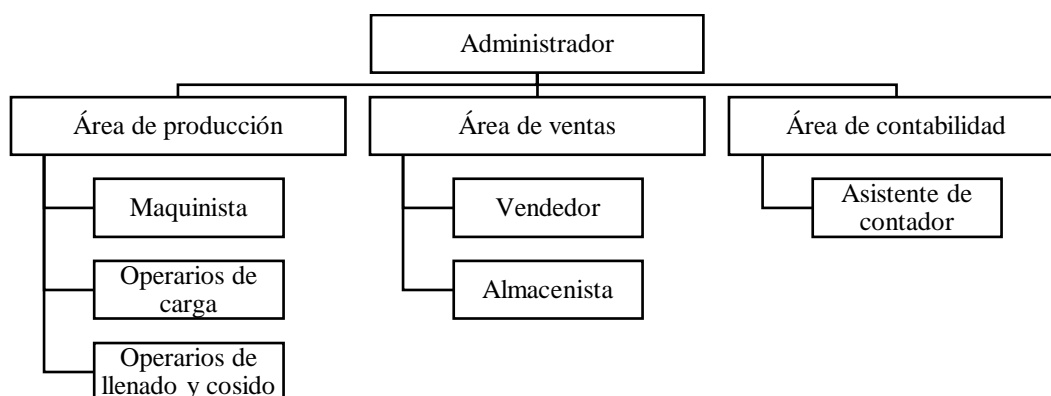


Figura 4. Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa

3.2 Descripción del sistema de producción

3.2.1 Productos

3.2.1.1 Productos

La empresa pila 4 diferentes variedades de arroz, estas son de las zonas aledañas a la ciudad de Jaén. En la tabla N°10 se puede observar las variedades de arroz pilado con su respectivo peso por saco.

Tabla 10. Principales productos de la empresa

Variedad de arroz	Peso
Arroz Esperanza corriente	48 kg
Arroz Esperanza superior	48 kg
Arroz Moro	48 kg
Arroz Ferón	48 kg

Fuente: La empresa

3.2.1.2 Subproductos

- **Ñelén:** Son los granos quebrados menores a un $\frac{1}{4}$ de longitud del grano de arroz de la variedad pilada, estos granos salen de la etapa de separación por tamaño y se envasan en sacos de 50 kg.
- **Arrocillo $\frac{3}{4}$:** Son los granos quebrados mayores a un $\frac{1}{4}$ de longitud del grano de arroz de la variedad pilada, estos granos salen de la etapa de clasificación y se envasan en sacos de 50 kg
- **Polvillo:** Este subproducto se obtienen de la etapa de blanqueado, y se envasa en sacos de 50 kg.
- **Descarte:** Son los granos con machas negras, marrones, etc. Estos granos salen de la etapa de selección por color.

3.2.1.3 Desperdicios y desechos

El desperdicio de este proceso productivo es la pajilla la cual sale en la etapa de descascarado y los desechos son las piedras y pajas con las que viene la materia prima de los campos de cultivo.

3.2.2 Materiales

3.2.2.1 Materiales directos

El material directo que ingresa al proceso de pilado de arroz, es el arroz con cascara, este arroz puede ser de 3 variedades, arroz cáscara Moro, arroz cáscara Esperanza y arroz cáscara Ferón. En la tabla N°11 se puede observar las zonas de procedencia del arroz con cáscara.

Tabla 11. Zonas de procedencia del arroz con cáscara

Zonas
Jaén
Yanuyacu bajo
Yanuyacu alto
Shumba bajo
Shumba alto
Bellavista
San Lorenzo
Santa Elena
Huayape
Tamborapa
Cerezal
Las juntas
Perico

Fuente: La empresa

3.2.2.2 Materiales indirectos

- **Sacos de polipropileno**

El proveedor de sacos para las variedades de arroz y subproductos (ñelén, arrocillo, rechazo) es la empresa Sacos del Sur ubicada en la ciudad de Lima. Los pedidos se hacen por 10 000 sacos tardando una semana para ser entregados y costando 0,68 soles más el costo por envío de 100 nuevos soles, teniendo un costo final de 0,69 soles; el proveedor de sacos negros para polvillo son las ferreterías de la ciudad de Jaén siendo su costo 1,00 soles, las compras se hacen por 1 000 sacos, teniendo un costo de pedido de 10,00 soles.

- **Hilo pabilo**

El hilo pabilo es comprado por docenas en las ferreterías de la ciudad de Jaén, este se compra por rollos.

3.2.3 Insumos

3.2.3.1 Mano de obra

La empresa piladora cuenta con 9 trabajadores, de los cuales 5 trabajan en el área de producción, 2 en el área de ventas y 2 trabajadores en el área administrativa. Cada turno es de 10 horas. En la tabla N°12 se puede observar la cantidad de trabajadores por sub área de la empresa con su respectivo sueldo.

Tabla 12. Distribución del personal en la empresa

Área	Sub área	Cantidad	Grado de instrucción	Sueldo (nuevos soles)	Tiempo laborando en la empresa
Producción	Llenado y cosido	2	Primaria	40 soles/turno	2 años
	Cargadores	2	Secundaria	40 soles/turno	2 años
	Maquinista	1	Superior	70 soles/turno	3 años
Ventas	Toma de pedido	1	Superior	1 500 soles/mes	1 año
	Almacenista	1	Secundaria	1 500 soles/mes	3 años
Administración	Administrador	1	Superior	3 000 soles/mes	2 años
	Asistente de contabilidad	1	Secundaria	930 soles/mes	1 año

Fuente: La empresa

3.2.3.2 Maquinarias y equipos

Las máquinas con las que cuenta la empresa se muestran en la tabla N° 13.

Tabla 13. Maquinaria del área de producción de la empresa

Máquina	Cantidad	Año de compra	Estado	Marca
Elevadores	7	2001	Regular	
Mesa pre-limpia	1	2001	Regular	Zaccaria
Descascaradora	1	2006	Regular	Whitening
Mesa Paddy	1	2001	Regular	Shuller
Pulidora	1	2007	Regular	Lukato
Despedradora (Zaranda)	1	2001	Regular	Zaccaria
Clasificadora de tamaño	1	2001	Regular	Zaccaria
Selectora de color	1	2011	Bueno	VSEE
Cosedora	1	2014	Bueno	Henkel Mod GK26-1A
Balanza	2	2013	Bueno	PCE-PM 150

Fuente: La empresa

Con respecto al mantenimiento, la empresa cuenta con un mantenimiento tipo correctivo. No cuenta con un área de mantenimiento y está a cargo del maquinista de la empresa.

El maquinista realiza el mantenimiento de manera empírica, se encarga de las reparaciones de las máquinas, de realizar el registro de las fallas de cada máquina.

3.2.3.4 Suministros

- **Agua**

La empresa se abastece de agua de la empresa prestadora de servicio de saneamiento Maraón S.A, siendo 60 soles el promedio mensual de pago.

- **Luz**

La energía eléctrica es otorgada por la empresa ELECTRO ORIENTE, pagándose un promedio de 1 700 nuevos soles mensuales en el área de producción.

3.2.4 Proceso de producción

El proceso de pilado es la transformación del arroz cascara en arroz blanco, este proceso tiene diferentes operaciones las cuales se describirán a continuación.

- Recepción:** El arroz con cáscara proveniente de las zonas aledañas a la ciudad de Jaén llega a la empresa por medio de camiones. El camión entra con su ficha de reconocimiento, la cual indica la cantidad de arroz ingresante, variedad. Para el ingreso a la empresa el arroz debe tener una humedad entre 11 a 14%.

- b) Vaciado a tolva:** En esta etapa los operarios, vacían los sacos de arroz con cáscara a la tolva.
- c) Pre limpieza:** El arroz con cáscara llega a la máquina de pre- limpieza por medio del primer elevador. La máquina de pre limpieza posee lustradores que se encargan de despolvar el arroz, separar la paja y piedras del arroz con cáscara. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 1 y por las diferentes fallas de la máquina pre limpia las cuales son atascamiento de residuos en la malla, ruptura de la malla, desajuste y ruptura de pernos.
- d) Descascarado:** El arroz con cáscara llega hasta aquí por medio del segundo elevador. El arroz es descascarado mediante dos rodillos de goma que giran en forma opuesta. De esta etapa se obtiene la pajilla, la cual mediante un ventilador es expulsada al almacén de pajilla. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 2 y por las diferentes fallas de la máquina descascaradora las cuales son desgaste de los rodillos, ruptura de la faja del motor y falta de lubricación del porta rodaje.
- e) Separación:** En esta etapa el arroz llega a la máquina Mesa Paddy a través del tercer elevador. Esta máquina separa al arroz sin cáscara del con cascara, mediante vibraciones, haciendo que el arroz con cáscara vuelva a la máquina descascaradora y el arroz sin cascara pase a la siguiente etapa. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por el desalineamiento del eje de la polea y ruptura de la faja del motor del elevador 3 y por las fallas de la mesa Paddy en las cuales tenemos ruptura de la faja del motor y atascamiento del arroz en la malla.
- f) Blanqueado o Pulido:** El arroz descascarado ingresa a esta etapa mediante el cuarto elevador. En esta etapa se pule el arroz, obteniéndose arroz blanco y el sub producto polvillo, el cual mediante tubos es transportado para ser ensacado. Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor del elevador 4 y por las diferentes fallas de la pulidora, las cuales son desgaste de rodillos, falta de lubricación del porta rodajes y desalineamiento del eje de la polea

g) Selección por tamaño El arroz llega aquí a través del quinto elevador. Esta máquina es una zaranda que selecciona el arroz por tamaño, aquí tenemos como subproducto a el ñelén, el cual será envasado en sacos de 50 kg y como desechos piedras.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor y desalineamiento del eje de la polea del elevador 5 y por las diferentes fallas de la zaranda, las cuales son ruptura de malla, atascamiento del arroz en la malla y por la alta vibración.

h) Clasificación: Aquí el arroz llega a través sexto elevador y la maquina clasificadora, clasifica la calidad de arroz que se quiera producir (arroz corriente o superior). Desperdicio arrocillo de $\frac{3}{4}$.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja del motor y desalineamiento del eje de la polea del elevador 6 y por la ruptura de la malla de la clasificadora.

i) Selección por color: El arroz llega a través del elevador número siete y se da el acabado final que separa los granos por colores, aquí sale el arroz con manchas negras o más conocido como rechazo.

Las paradas no programadas en esta etapa se dan por la ruptura de la faja de motor y el desalineamiento del eje de la polea del elevador 7 y por falla del eyector de la selectora.

j) Envasado: Aquí el arroz se recibe o a través de la tolva N°2 para ser envasado en sacos de 48 kg y continuar con su costura. En esta etapa ingresan sacos de polipropileno e hilo pabilo. La falta de estos materiales genera paros en el proceso productivo debido, a que no se cuenta con un plan de requerimiento de materiales. La parada no programada en esta etapa se da por la desoldadura de la tolva.

k) Almacenado: En esta etapa el molino almacena los sacos de arroz blanco, hasta que el dueño decida retirarlo.

3.2.5 Análisis para el proceso de producción

3.2.5.1 Diagrama de bloques del proceso de producción

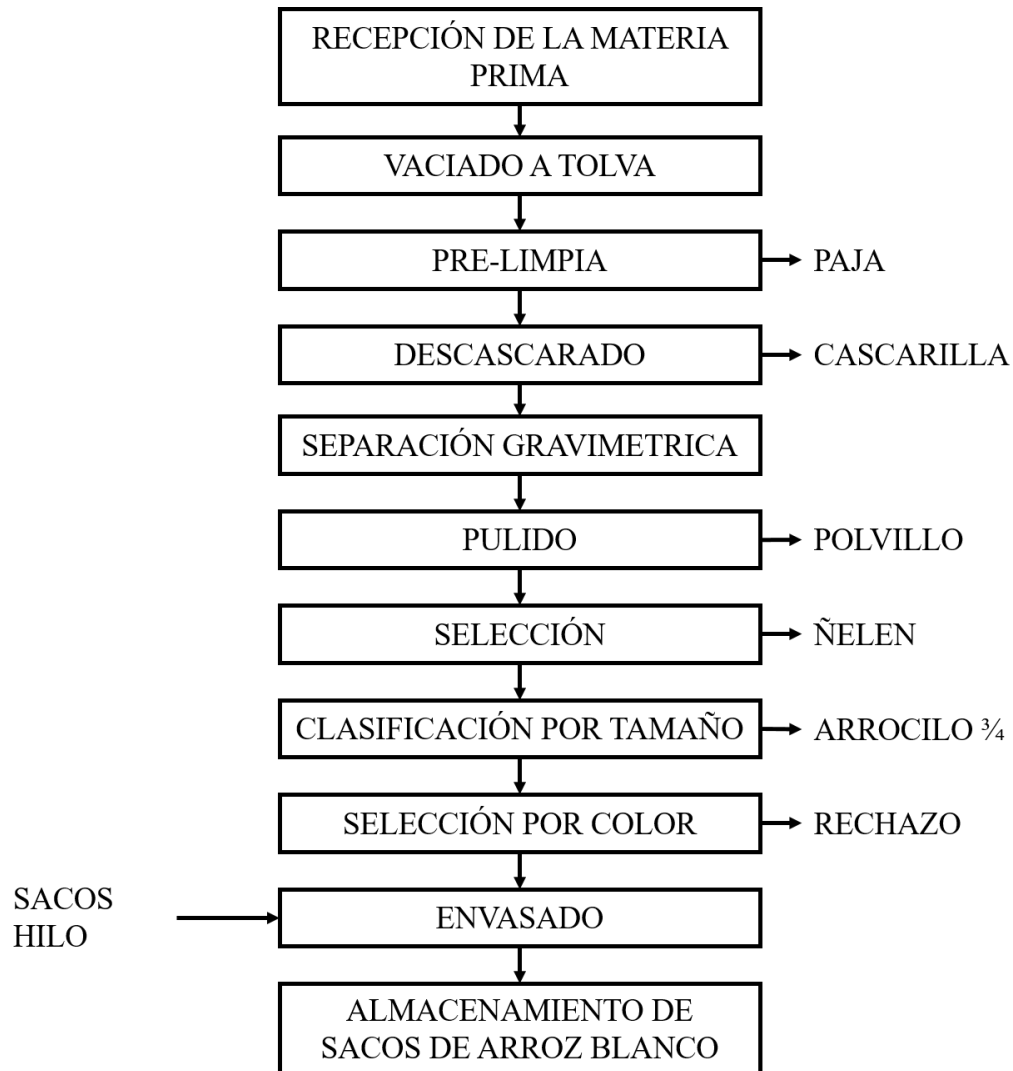


Figura 5. Diagrama de bloques del proceso de pilado de arroz

Fuente: La empresa

3.2.5.2 Diagrama de operaciones del proceso de producción

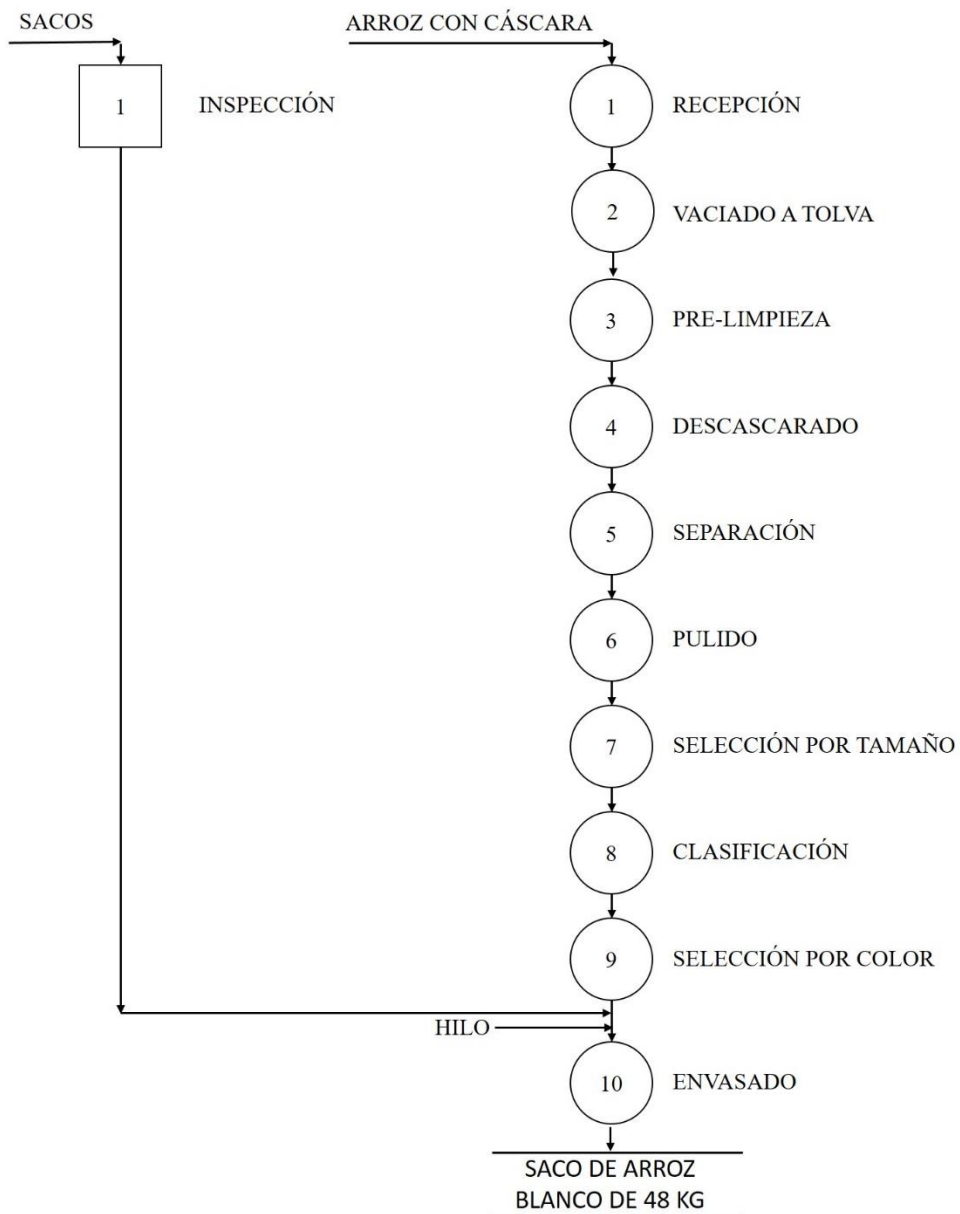


Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso de pilado de arroz

Fuente: La empresa

3.2.5.3 Diagrama de análisis de operaciones actual del proceso de producción

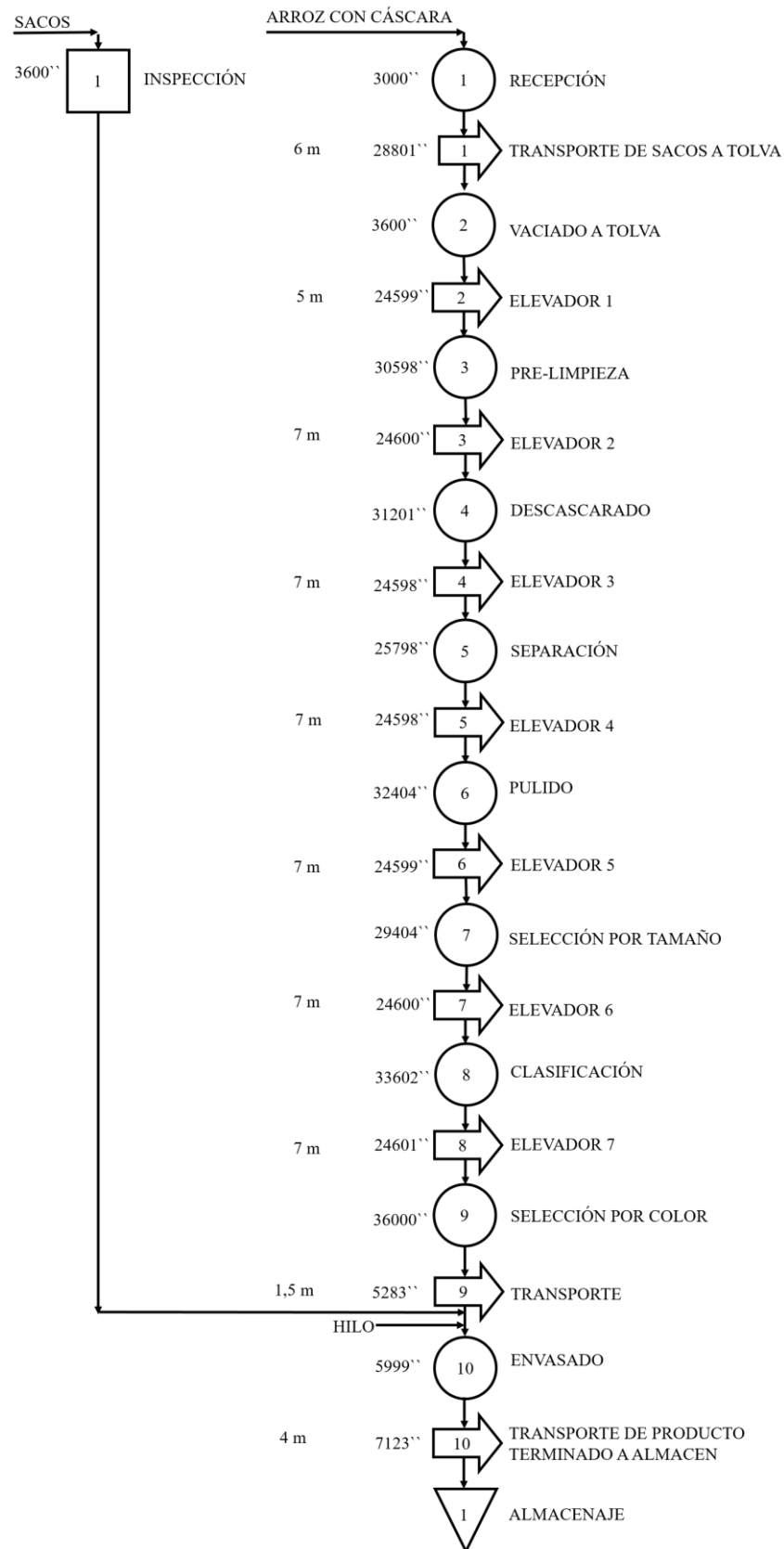


Figura 7. Diagrama de análisis de proceso de pilado de arroz para 600 sacos

Fuente: La empresa

Tabla 14. Cuadro resumen de actividades

Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo (segundos)
Operación	10	231 607
Inspección	1	3 600
Transporte	10	213 402
Almacenaje	1	-
Total	22	448 608

Fuente: La empresa

En la tabla N°14 se puede observar las diferentes actividades del proceso de producción, las cuales son 10 operaciones, una inspección, 10 transportes y un almacenaje, teniendo como tiempo total 448 608 segundos para pilar 600 sacos de arroz blanco. Se mostrará los porcentajes de actividades productivas e improductivas del proceso:

$$\%de \text{ act. productivas} = \frac{(10 + 1)}{22} \times 100 = 50\%$$

$$\%de \text{ act. improductivas} = \frac{(10 + 1)}{22} \times 100 = 50\%$$

Se puede observar que el porcentaje de actividades productivas las cuales son operación e inspección son el 50% del total de actividades, de igual manera las actividades improductivas son el 50% restante del total de actividades. Las actividades improductivas son el 50% debido a que la empresa cuenta con 7 elevadores, los cuales transportan los granos de arroz a cada operación del proceso productivo.

3.2.5.4 Diagrama de recorrido

En la Figura N°8 se observa el diagrama de recorrido, así como las áreas de la empresa. Este diagrama de recorrido empieza en el almacén de materia prima, luego se transporta los sacos de arroz con cascara hacia la tolva en donde inicia todo el proceso productivo.

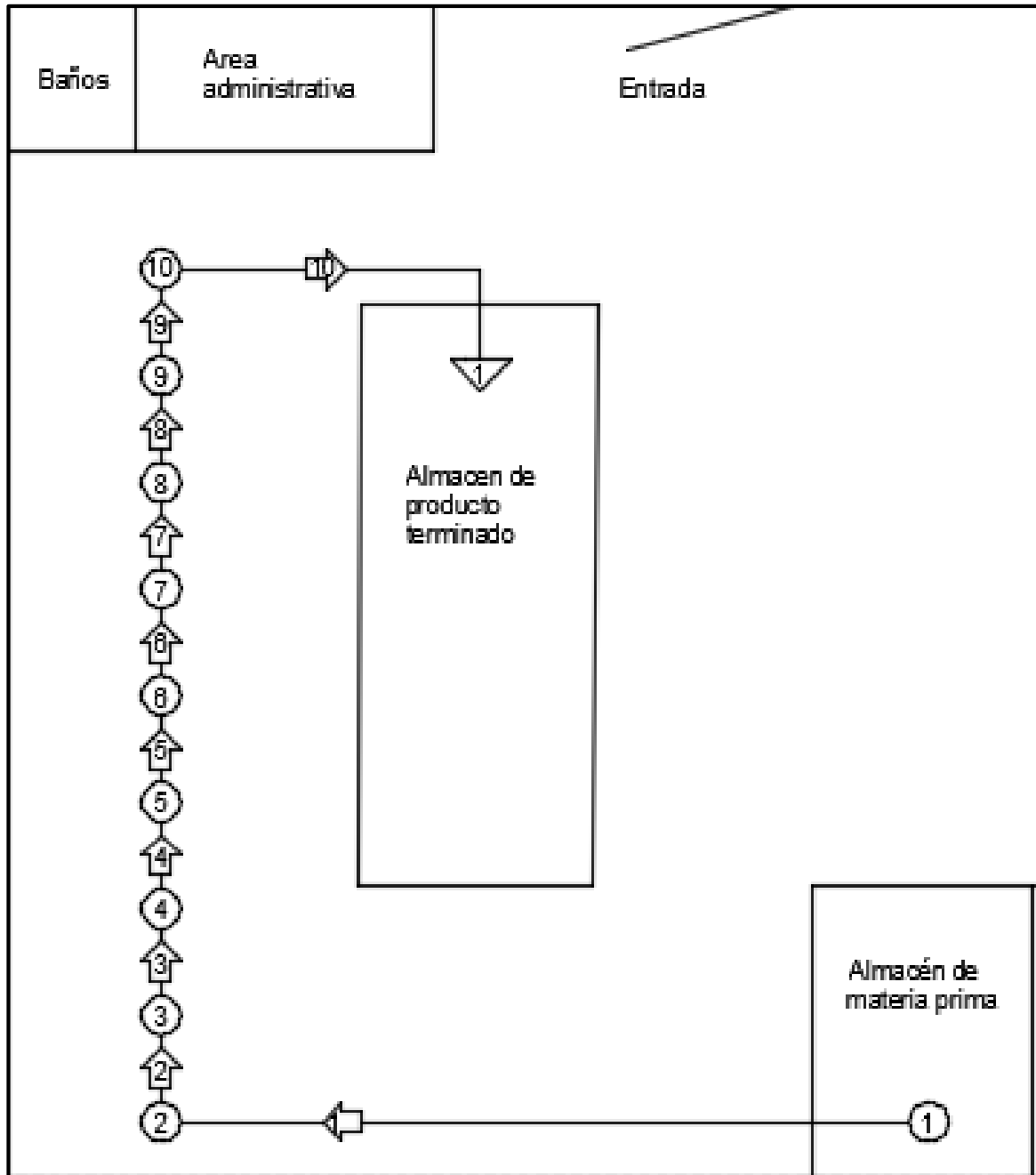


Figura 8 Diagrama de recorrido

Fuente: La empresa

3.2.6 Indicadores de producción actual y mantenimiento

3.2.6.1 Indicadores de producción actual

- **Producción**

$$\text{Producción} = \frac{32\,799,27 \text{ segundos/día}}{60 \text{ segundos/saco}} = 546,65 \text{ sacos/día}$$

La producción diaria de la empresa es de 546,65 sacos, este indicador es la división del tiempo disponible entre el cuello de botella.

- **Productividad de materia prima**

$$P. \text{ materia prima} = \frac{28\,800 \text{ kg de arroz blanco/día}}{41\,820 \text{ kg de arroz con cáscara/día}} \times 100 = 68,8\%$$

La Productividad de materia prima es aproximadamente 68,8 %, esta productividad es la relación entre la cantidad de arroz pilado y la cantidad de arroz con cáscara.

- **Productividad de mano de obra**

$$P. \text{ mano de obra} = \frac{26\,239,2 \text{ kg de arroz blanco/día}}{5 \text{ operarios}} = 5\,247,8 \frac{\text{kg de arroz blanco}}{\text{operarios.día}}$$

La productividad de mano de obra es la relación entre los kg de arroz blanco obtenidos del proceso y el número de operarios del área de producción, esta productividad es de 5 247,8 kg de arroz blanco por operario al día.

- **Capacidad de diseño**

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{28\,800 \text{ kg de arroz blanco}}{10 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ saco}}{48 \text{ kg de arroz blanco}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{1 \text{ saco}}{\text{min}}$$

Para calcular la capacidad de diseño se tomó la producción máxima que la empresa ha podido producir en un día.

- **Capacidad real**

$$\text{Capacidad real} = \frac{13\,848 \text{ sacos de arroz blanco}}{25 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{10 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Capacidad real} = 0,92 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}$$

Para calcular la capacidad real, se tomó el promedio de la producción mensual de enero a diciembre del año 2019 y se dividió entre el promedio de los días trabajados mensualmente.

- **Capacidad ociosa**

$$\text{Capacidad ociosa} = \text{Capacidad diseñada} - \text{capacidad real}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{1 \text{ saco}}{\text{minuto}} - \frac{0,92 \text{ sacos}}{\text{minuto}}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 0,08 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}$$

La capacidad ociosa es la diferencia entre la capacidad diseñada y la capacidad ociosa.

- **Nivel de servicio**

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Total de pedidos}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{166\ 183}{182\ 400} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 91,11\%$$

El nivel de servicio anual fue calculado dividiendo el número de pedidos atendidos entre el número total de pedidos, siendo este 91,11% el cual significa que tenemos un 8,89 % de pedidos que no estamos atendiendo.

3.2.6.2 Indicadores de mantenimiento.

- **Tiempo de paradas**

En la tabla N°15 se muestran el número total de fallas y el tiempo de paro en horas el cual es 173,3 horas en el año 2019.

Tabla 15. Tiempo de paradas no programadas

Total de fallas	Tiempo de paro (horas)
172	173,3

Fuente: La empresa

- **Disponibilidad**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{3\ 040 \text{ horas} - 173,3 \text{ horas}}{3040 \text{ horas}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,9429 \text{ } \langle \rangle \text{ } 94,29\%$$

La disponibilidad de las máquinas para el servicio de pilado es de 94,29%, esto quiere decir que las máquinas no están funcionando óptimamente.

- **Mean Time Betewen Failures (MTBF):** Media de tiempos entre paralizaciones.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo de reparación} - \text{tiempos muertos de inutilización}}{\text{Número de paradas}}$$

$$\text{MTBF} = \frac{3\ 040 \text{ horas} - 173,3 \text{ horas}}{172}$$

$$\text{MTBF} = 16,66 \text{ horas}$$

El tiempo entre fallas es de 16,66 horas, esto quiere decir que cada 16,66 horas se produce una falla en la maquinaria de la empresa

- **Mean Time To Repair (MTTR):** Media de tiempos indisponibles del sistema o equipos, por reparaciones o averías.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Número de paradas}}$$

$$MTTR = \frac{173,3 \text{ horas}}{172}$$

$$MTTR = 1,007 \text{ horas } \langle \rangle 60,45 \text{ minutos}$$

El tiempo de indisponibilidad de las máquinas es de 1,007 horas, siendo este el tiempo en que se demoran en reparar las fallas de la maquinaria.

3.3 Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

Del diagnóstico realizado a la empresa se identificó el principal problema del proceso productivo el cual es el bajo nivel de servicio, y también sus causas. En la tabla N° 16 se puede observar las causas, sub causas y sus posibles soluciones

Tabla 16. Identificación causas y posibles soluciones

Causas	Sub causas posibles	Propuesta de solución
Paradas no programadas	No existe plan de mantenimiento preventivo	Realizar un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad de la maquinaria.
Bajo desempeño de la mano de obra	No tienen distribuidas las funciones	Realizar un manual de funciones
Falta de insumos	No existe un plan de requerimiento de materiales	Realizar un plan adecuado de requerimiento de materiales

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Problema, causas y sub causas en el sistema de producción

Causa 1: Paradas no programadas

En el diagnóstico actual de la empresa se describió, las fallas constantes que se dan en cada etapa del proceso productivo, estas fallas son por parte de la maquinaria. Dichas paradas no programadas ocasionan que el área de producción no cumpla con el servicio de pilado ya vendido por el área de ventas.

Sub causa posibles:

La principal sub causa de las paradas no programadas del proceso de producción son las fallas en las máquinas. La empresa cuenta con un mantenimiento de tipo correctivo. Este mantenimiento se da después de cada falla para su correcta reparación, haciendo que el proceso de producción pare de manera constante cada vez que haya una falla. El maquinista es el encargado de corregir estas fallas, de solicitar el material que se necesite

para corregir la falla y de registrar el evento en los registros de mantenimiento, el registro de mantenimiento es un cuaderno en el cual solo se apunta fecha, maquina, tiempo de paro del sistema de producción. En la tabla N°17 se muestran las máquinas con sus fallas y tiempo de paradas por dichas fallas.

Tabla 17. Paradas del sistema productivo por fallas de las máquinas en el año 2019

Máquina/Equipo	Falla	N° de veces de la falla	Tiempo de paro (minutos)	Tiempo de paro (horas)
Elevador 1	Ruptura de la faja del motor	4	90	1,5
	Atascamiento residuos en la malla	2	67	1,12
Mesa pre-limpia	Ruptura de malla	3	81	1,35
	Desajuste de pernos	16	72	1,2
	Ruptura de pernos	10	435	7,25
Elevador 2	Ruptura de la faja del motor	4	98	1,63
	Desgaste de rodillos	25	2 150	35,83
Descascaradora	Ruptura de la faja del motor	4	140	2,33
	Falla de los porta rodajes	3	144	2,4
Elevador 3	Desalineamiento del eje de la polea	2	120	2
	Ruptura de la faja del motor	5	195	3,25
Mesa Paddy	Ruptura de la faja del motor	4	150	2,5
	Atascamiento del arroz en la malla	4	210	3,5
Elevador 4	Ruptura de faja del motor	6	186	3,1
	Desgaste de rodillos	24	2 174	36,23
Pulidora	Falla del porta rodaje	8	252	4,2
	Desalineamiento del eje de la polea	4	254	4,23
Elevador 5	Ruptura de la faja del motor	4	260	4,33
	Desalineamiento del eje de la polea	3	150	2,5
Despedradora (Zaranda)	Ruptura de malla	4	624	10,4
	Atascamiento del arroz en la malla	4	270	4,5
	Alta vibración	4	237	3,95
Elevador 6	Ruptura de la faja del motor	5	240	4,0
	Desalineamiento del eje de la polea	5	244	4,07
Clasificadora de tamaño	Ruptura de malla	4	570	9,5
Elevador 7	Ruptura de la faja del motor	5	191	3,18
	Desalineamiento del eje de la polea	4	220	3,67
Selectora de color	Falla de eyectores	1	224	3,73
Tubo de salida de cascarilla	Ruptura del tubo	1	350	5,83
Total		172	10 398	173,3

Fuente: La empresa

En la tabla N°18 se muestra la cantidad de fallos que hubo en el año 2019 y su frecuencia de las fallas.

Tabla 18. Distribución de frecuencia por N° de fallas en el año 2019

Máquina/Equipo	N° de fallos	Frecuencia relativa
Elevador 1	4	2%
Mesa pre-limpia	31	18%
Elevador 2	4	2%
Descascaradora	32	19%
Elevador 3	7	4%
Mesa Paddy	8	5%
Elevador 4	6	3%
Pulidora	36	21%
Elevador 5	7	4%
Despedradora (Zaranda)	12	7%
Elevador 6	10	6%
Clasificadora de tamaño	4	2%
Elevador 7	9	5%
Selectora de color	1	1%
Tubo de salida de cascarilla	1	1%
Total	172	100 %

Fuente: La empresa

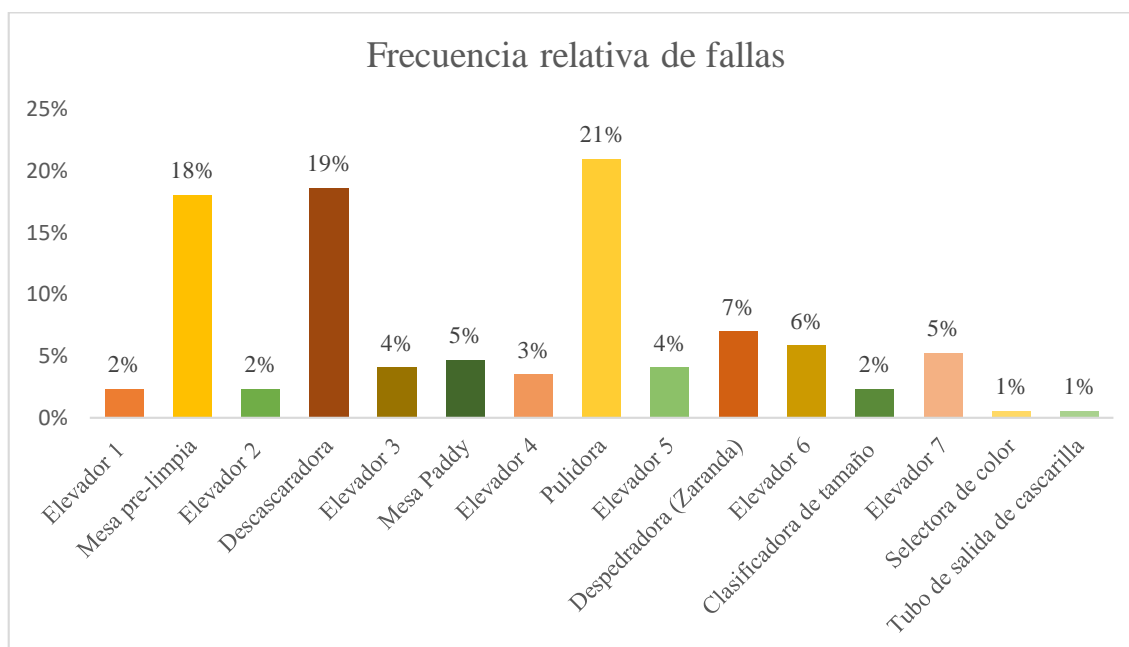


Figura 9. Diagrama de barras de frecuencia de fallos en las máquinas del 2019

Fuente: La empresa

En la figura N° 9 se puede observar que las máquinas que tienen mayor número de fallas son la pulidora, la descascaradora y la mesa pre-limpia.

En la tabla N°19 se observa la cantidad de fallas por meses de cada máquina en el año 2019.

Tabla 19. Fallas de las máquinas por meses del año 2019

Máquina/Equipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Elevador 1	1			1			1			1			4
Mesa pre-limpia	3	1		7		5		6	1		8		31
Elevador 2	1			1			1				1		4
Descascaradora	6	2		5		1	4	3		2	2	7	32
Elevador 3	1			2		1		1			1	1	7
Mesa Paddy	1		2		1			1		1		2	8
Elevador 4	1		1		1		1		1		1		6
Pulidora	3	2	3	4	2	3	2	3	3	4	3	4	36
Elevador 5			2			1		1	1			2	7
Despedradora (Zaranda)	2		1	1	1		2		2	1		2	12
Elevador 6	2		2		1			2			2	1	10
Clasificadora de tamaño		1		1			1		1				4
Elevador 7		2		2		1		2			2		9
Selectora de color								1					1
Tubo de salida de cascarilla										1			1
Total	21	8	11	24	6	12	12	20	9	10	20	19	172

Fuente: La empresa

Causa 2: Bajo desempeño de la mano de obra

El bajo desempeño de la mano de obra en el sistema de producción, ha generado paros en el sistema de producción.

Sub causas posibles:

Las principal sub causa es la falta de distribución de las funciones dentro de cada área. Los operarios no cuentan con la descripción correcta de cada puesto que desempeñan, realizan muchas veces funciones que no le corresponden o que no tienen conocimientos, con llevando esto a severas confusiones dentro de la organización, incumplimiento de horarios de trabajo, y descuentos por horas no laboradas. En la tabla N°2 de anexos puede observar la cantidad de faltas a sus horarios no descontadas a los operarios.

Causa 3: Falta de insumos

En el año 2019 la empresa tuvo falta de insumos (sacos e hilo), al momento de envasar el arroz en el saco de acuerdo a la variedad se dan cuenta que no disponen del saco que se necesita y del hilo necesario para coser todos los sacos pilados. Debido a este problema el área de producción no puedo cumplir con los pedidos por ventas. En la tabla N°20 se puede observar la cantidad de sacos faltante en el año 2019.

Tabla 20. Cantidad de Sacos faltantes en el 2019

Fecha	Tipo de saco	Cantidad(sacos)
Febrero	Saco de arroz esperanza corriente	220
Abril	Saco de arroz esperanza Superior	1 610
Julio	Saco de arroz Moro	460
Agosto	Saco de arroz esperanza corriente	1 117
Octubre	Saco de arroz Moro	167
Noviembre	Saco de arroz esperanza Superior	589
Total		4 560

Fuente: La empresa

Sub causas posibles:

La sub causa es la falta de un plan de requerimiento de materiales, debido a que la empresa trabaja de una manera empírica y no cuenta con sistema o con personal capacitado para realizar cálculos de proyección de materiales. Otra de las causas es la ubicación de sus proveedores de sacos de polipropileno, la empresa proveedora está ubicada en la ciudad de Lima, a la cual le hacen pedidos de 10 000 por saco y demoran 7 días para ser entregados a la empresa piladora. Y referente al hilo y sacos para el polvillo que son adquiridos en la ciudad de Jaén, cuando estos faltan, se tiene que enviar a una persona del área de producción a la compra de estos a las ferreterías de la localidad, demorándose entre 30 a 50 min.

3.4 Desarrollo de propuesta de mejoras en el sistema de producción

3.4.1 Mejora 1: Plan de Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Para la elección de esta metodología se basó en los antecedentes, debido a la información que brindó la empresa.

Para realizar el plan de mantenimiento seguiremos los siguientes pasos de la figura N°10.

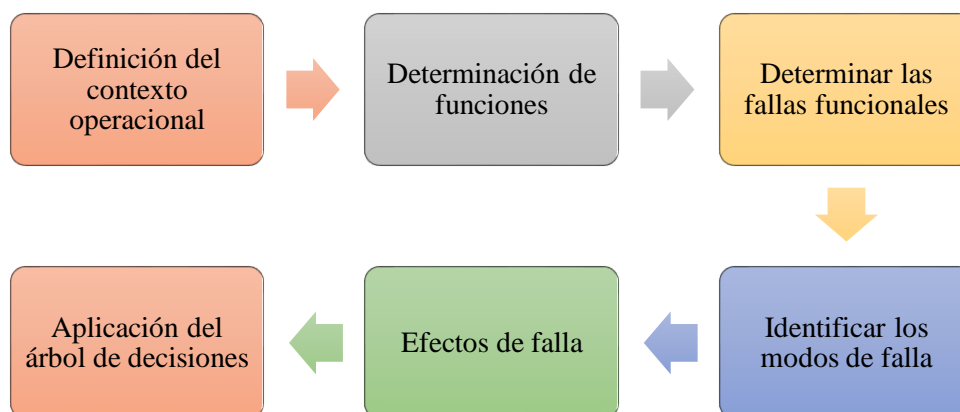


Figura 10. Esquema de conducción para realizar el RCM

Fuente: Da Costa 2010: 36

3.4.1.1 Análisis de criticidad

Para realizar este análisis de criticidad se tomó en cuenta los siguientes factores: frecuencia de fallas, impacto en la producción, seguridad y salud, costos de reparación, tiempo de reparación y tiempo de operación con sus respectivas ponderaciones expuestas en las tablas N°1,2,3,4,5 y 6.

La fórmula para calcular el índice de criticidad es la siguiente:

$$IC = (FF) \times (IP + SS + CR + TR + TO)$$

Tabla 21. Índice de criticidad de las máquinas

	Elevador 1	Mesa pre-limpia	Elevador 2	Descascaradora	Elevador 3	Mesa Paddy	Elevador 4	Pulidora	Elevador 5	Despedradora (Zaranda)	Elevador 6	Clasificadora de tamaño	Elevador 7	Selectora de color	Tubo de salida de casarilla
Frecuencia de la falla	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Menos de 1 por año	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Entre 2 y 12 por año	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Entre 13 y 52 por año	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Más de 52 por año (más de una por semana)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Impacto en la producción	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Menor al 25%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25% de impacto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
50% de impacto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
75% de impacto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Seguridad y salud	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
No hay algún riesgo de lesión	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lesiones leves (son asistidas dentro de la fábrica, no hay incapacidad)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lesiones significativas (incapacidad dentro 1 y 30 días)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lesiones de incapacidad parcial o permanente (mayor de 30 días)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo de reparación	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Menos de 100 soles	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Entre 100 y 500 soles	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Entre 500 y 1 000 soles	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Más de 1 000 soles	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tiempo de reparación	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Menor a 4 horas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Igual o mayor a 4 horas y menor a 6 horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Igual o mayor a 6 horas y menor a 12 horas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mayor a 12 horas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tiempo de operación	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Opcionalmente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Un turno de trabajo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dos turnos de trabajo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Totalmente	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CRITICIDAD	12	21	12	18	12	12	12	21	12	14	12	14	14	9	9

Fuente: Elaboración propio. En base a Gasca, Camargo y Medina 2017:114.

En la tabla N°21 se calculó el índice de criticidad por máquina, teniendo un mayor índice la maquina mesa pre limpia, pulidora y descascaradora, y las máquinas con menor índice de criticidad es la selectora de color, todos los índices calculados tienen un nivel bajo de criticidad.

En la tabla N°22 se observa los índices de criticidad de cada máquina ordenados de mayor a menor, para que puedan ser utilizados en el diagrama de Pareto.

Tabla 22. Resumen del índice de criticidad y su porcentaje

Maquina	Índice de Criticidad	%	%Acumulado
Mesa pre-limpia	21	10%	10%
Pulidora	21	10%	21%
Descascaradora	18	9%	29%
Despedradora (Zaranda)	14	7%	36%
Clasificadora de tamaño	14	7%	43%
Elevador 7	14	7%	50%
Elevador 1	12	6%	56%
Elevador 2	12	6%	62%
Elevador 3	12	6%	68%
Mesa Paddy	12	6%	74%
Elevador 4	12	6%	79%
Elevador 5	12	6%	85%
Elevador 6	12	6%	91%
Selectora de color	9	4%	96%
Tubo de salida de cascarilla	9	4%	100%
Total	204	100%	

Fuente: La empresa

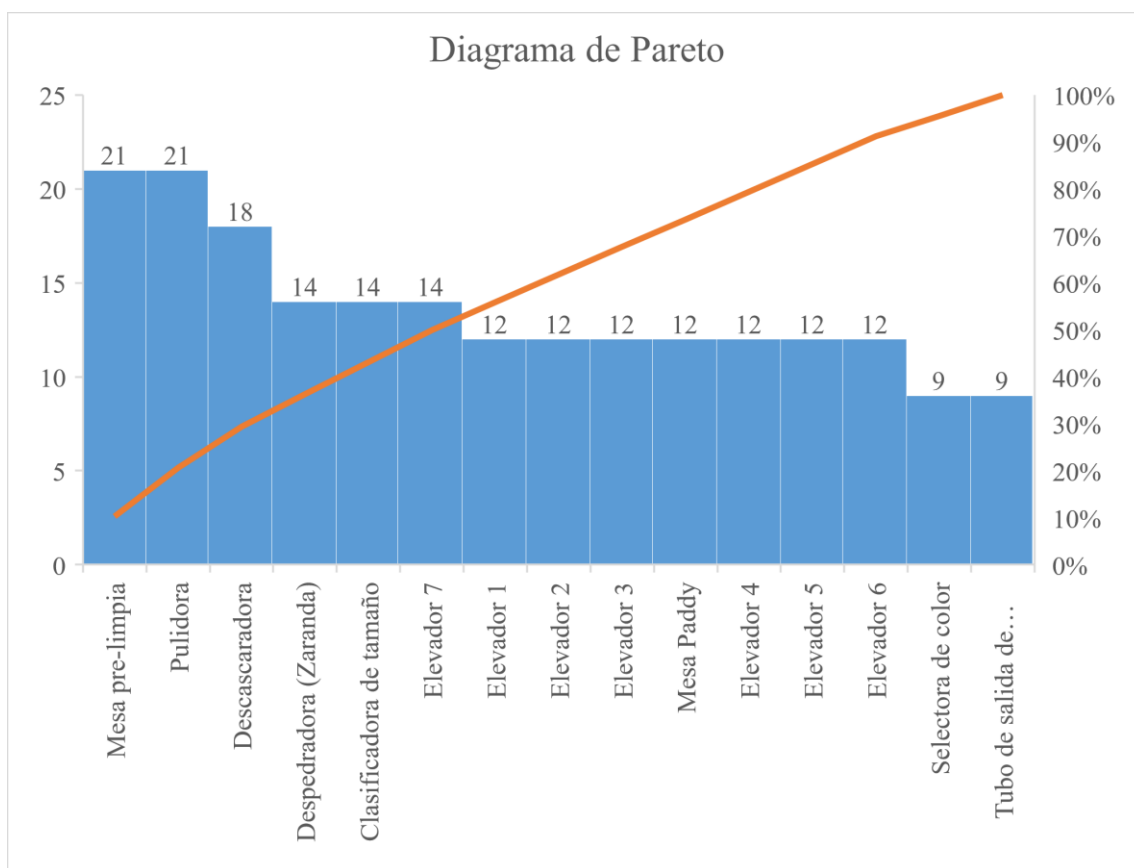


Figura 11. Diagrama de Pareto

Fuente: La empresa

En la figura N°11 se puede observar los datos de la tabla N°22 ya graficados, en el cual las barras de color azul son la criticidad de cada máquina y la línea naranja es el porcentaje acumulado de criticidad. Las máquinas que acumulan el 80% son la maquina pre-limpia, pulidora, descascaradora, despedradora, clasificadora de tamaño, elevadores 1, 2,3,4,7 y mesa paddy.

3.4.1.2 Análisis del modo y los efectos de las fallas (AMEF)

Este análisis se aplicará a las máquinas que generan el mayor paro de producción. En la figura N°11 se observa que las máquinas que acumulan el 80 % de los paros y es de estas máquinas que se realizará el AMEF.

Para realizar este análisis se tiene que tener en cuenta los siguientes puntos en orden.

- Nombre del equipo del que se realizará el análisis, la selección de la maquina será se acuerdo a su índice de criticidad.
- Describir a la máquina o parte de esta.
- Función de la maquina o parte de esta.
- Falla funcional en relación a la función que desempeña la máquina
- Modo de falla en relación a la falla funcional.

- Efecto de la falla, es decir las consecuencias negativas que se generan cuando un máquina o parte de esta falla.
- Identificar las causas de la falla.
- Controles actuales del proceso para la detección
- Evaluar la severidad, para la evaluación de la severidad de utilizará los valores de la tabla N°7.
- Evaluar la ocurrencia, para la evaluación de la ocurrencia de utilizará los valores de la tabla N°8.
- Evaluar la detección, para la evaluación de la ocurrencia de utilizará los valores de la tabla N°9.
- Número de prioridad del riesgo
- Acciones recomendadas
- Asignar un responsable

En la tabla N°23 se observa el AMEF de la maquina pre-limpia.

Tabla 23. AMEF de la máquina pre-limpia

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Mesa Pre-Limpia	Malla de la máquina	Separa el arroz con cascara de la paja y piedras	Mala separación	Atascamiento residuos en la malla	La máquina deja de funcionar	Falta de limpieza	Ninguno	6	7	7	294	Limpieza de malla	Operario de llenado
				Ruptura de malla	La máquina deja de funcionar	Falta de limpieza y fricción de los granos de arroz, piedras y pajas	Ninguno	8	8	6	384	Observación constante de la malla	Maquinista
	Pernos	Ajuste y ensamble de piezas	Mal ajuste las piezas	Desajuste de pernos	La máquina deja de funcionar	Mal ajuste de los pernos, vibración de la máquina	Ninguno	5	6	2	60	Verificar ajuste de pernos	Maquinista
				Ruptura de pernos	La máquina paro de la producción	Vibración de la máquina	Ninguno	5	5	3	75	Cambio de pernos	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°24 se observa el AMEF de la maquina pulidora.

Tabla 24. AMEF de la máquina pulidora

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
	Rodillos	Blanqueamiento del grano de arroz	Mal pulido	Desgaste de rodillos	La máquina deja de funcionar	Uso	Ninguno	8	9	6	432	Cambio de rodillo cada 2 semanas	Maquinista
Pulidora	Porta rodajes	Sostiene a los rodillos de goma	Mal pulido	Falla de los porta rodajes	La máquina deja de funcionar	Falta de lubricación del porta rodajes	Ninguno	6	4	7	168	Revisión de aceite del porta rodaje	Maquinista
	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para producir, no produce la potencia necesaria para el pilado	Desalineamiento del eje de la polea	La máquina deja de funcionar	Vibraciones	Ninguno	6	4	7	168	Usar fajas en buen estado y estar en constante observación	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°25 se observa el AMEF de la maquina descascaradora.

Tabla 25. AMEF de la máquina descascaradora

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
	Rodillos	Descascarado del grano de arroz	Mal descascarado	Desgaste de rodillos	La máquina deja de funcionar	Uso	Ninguno	8	9	6	432	Cambio de rodillo	Maquinista
Descascaradora	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para producir, no produce la potencia necesaria para el descascarado	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista
	Porta rodajes	Sostiene a los rodillos de goma	Mal descascarado	Falla de los porta rodajes	La máquina deja de funcionar	Falta de engrase de los rodajes	Ninguno	6	4	7	168	Revisión de aceite del porta rodaje	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°26 se observa el AMEF de la maquina despedradora.

Tabla 26. AMEF de la máquina despedradora

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Despedradora (Zaranda)				Ruptura de malla	La máquina deja de funcionar	Falta de limpieza	Ninguno	8	8	6	384	Limpieza de malla	Maquinista
	Malla de la máquina	Selección por tamaño	Mala separación	Atascamiento del arroz en la malla	La máquina deja de funcionar	Falta de limpieza y fricción de los granos de arroz, piedras y pajas	Ninguno	6	7	7	294	Observación constante de la malla	Operario de llenado
	Pernos	Ajuste y ensamble de piezas	Mal ajuste de piezas	Desajuste de pernos	La máquina deja de funcionar	Alta vibración	Ninguno	5	6	2	60	Verificar ajuste de pernos	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°27 se observa el AMEF de la clasificadora de tamaño.

Tabla 27. AMEF de la máquina clasificadora de tamaño

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Clasificadora de tamaño	Malla de la máquina	Clasifica el agrano del arroz por tamaños	Mala clasificación	Atascamiento de granos de arroz en la malla	La máquina deja de funcionar es decir paro de la producción	Falta de limpieza	Ninguno	6	9	2	108	Limpieza de malla	Operario de llenado

Fuente: La empresa

En la tabla N°28 se observa el AMEF de la maquina elevador 7

Tabla 28. AMEF de la máquina elevador 7

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Elevador 7	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilitada para transportar, no produce la potencia necesaria para el transporte	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista
				Desalineamiento del eje de la polea	La máquina deja de funcionar	Vibraciones	Ninguno	6	4	7	168	Usar fajas en buen estado y estar en constante observación	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°29 se observa el AMEF de la maquina elevador 1.

Tabla 29. AMEF de la máquina elevador 1

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Elevador 1	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para transportar, no produce la potencia necesaria para el transporte	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°30 se observa el AMEF de la maquina elevador 2.

Tabla 30. AMEF de la máquina elevador 2

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Elevador 2	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para transportar, no produce la potencia necesaria para el transporte	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°31 se observa el AMEF de la maquina elevador 3.

Tabla 31. AMEF de la máquina elevador 3

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Elevador 3	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para transportar, no produce la potencia necesaria para el transporte	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista
				Desalineamiento del eje de la polea	La máquina deja de funcionar	Vibraciones	Ninguno	6	4	7	168	Usar fajas en buen estado y estar en constante observación	Maquinista

Fuente: La empresa

En la tabla N°32 se observa el AMEF de la maquina mesa Paddy.

Tabla 32. AMEF de la máquina mesa Paddy

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Mesa Paddy	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para producir, no produce la potencia necesaria para la separación	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista
	Malla de la máquina	Separa el arroz con cascara del sin cascara	Mala separación	Atascamiento residuos en la malla	La máquina deja de funcionar	Falta de limpieza	Ninguno	6	7	7	294	Limpieza de malla	Operario de llenado

Fuente: La empresa

En la tabla N°33 se observa el AMEF de la maquina elevador 4.

Tabla 33. AMEF de la máquina elevador 4

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Función de la máquina	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de la falla	Causas de la falla	Controles actuales del proceso para la detección	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Responsable
Elevador 4	Motor	Da potencia a la máquina para que esta funcione	Inhabilidad para transportar, no produce la potencia necesaria para el transporte	Ruptura de la faja del motor	La máquina deja de funcionar	Desgaste de la faja del motor	Ninguno	6	9	7	378	Cambio de faja	Maquinista

Fuente: La empresa

Tabla 34. Resumen del número de prioridad de riesgo (NTP) de las máquinas

Máquina	Descripción de la máquina o parte de esta	Modo de falla	Severidad	Ocurrencia	Detección	Número de prioridad de riesgo
Mesa Pre-Limpia	Malla de la máquina	Atascamiento residuos en la malla	6	7	7	294
		Ruptura de malla	8	8	6	384
	Pernos	Desajuste de pernos	5	6	2	60
		Ruptura de pernos	5	5	3	75
Pulidora	Rodillos	Desgaste de rodillos	8	9	6	432
	Porta rodajes	Falla de los porta rodajes	6	4	7	168
	Motor	Desalineamiento del eje de la polea	6	4	7	168
Descascaradora	Rodillos	Desgaste de rodillos	8	9	6	432
	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
	Porta rodajes	Falla de los porta rodajes	6	4	7	168
Despedradora (Zaranda)	Malla de la máquina	Ruptura de malla	8	8	6	384
		Atascamiento del arroz en la malla	6	7	7	294
	Pernos	Desajuste de pernos	5	6	2	60
Clasificadora de tamaño	Malla de la máquina	Atascamiento de granos de arroz en la malla	6	9	2	108
Elevador 7	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
		Desalineamiento del eje de la polea	6	4	7	168
Elevador 1	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
Elevador 2	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
Elevador 3	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
		Desalineamiento del eje de la polea	6	4	7	168
Mesa Paddy	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378
	Malla de la máquina	Atascamiento residuos en la malla	6	7	7	294
Elevador 4	Motor	Ruptura de la faja del motor	6	9	7	378

Fuente: La empresa

En la tabla N°34 se muestra el resumen del número de prioridad de riesgo de cada máquina, que fue calculado en los AMEF. Este número nos ayudó a priorizar las actividades de mantenimiento que se realizarán, debido a que los números son altos, se infiere que estas fallas las podemos prevenir o encontrar una manera de detectarlas más rápido.

3.4.1.3 Planilla de información RCM

Para recoger la información del análisis del modo y efectos de las fallas, se utilizó una hoja de trabajo de información RCM, la cual se observa en la tabla N°4 de anexos, en esta hoja de información se tomaron los siguientes Ítems: Nombre de la máquina, parte de la máquina, función (las funciones se enumerarán), modo de fallo (estas fallas se les asignó una letra) y las causas de fallo (estas causas se enumeraron).

En la tabla N°35 se observa la hoja de información RCM de la maquina pre-limpia.

Tabla 35. Hoja de información RCM de la máquina pre-limpia

Nombre de la máquina:		Mesa pre-limpia				
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)		Causas de fallo (FM)		
Malla de máquina	1	Separa el arroz con cascara de la paja y piedras	A	Atascamiento residuos en la malla	1	Falta de limpieza
			B	Ruptura de malla	1	Falta de limpieza y fricción de los granos de arroz, piedras y pajas
Pernos	2	Ajuste y ensamble de piezas	A	Desajuste de pernos	1	Alta vibración
			B	Ruptura de pernos	1	Alta vibración

Fuente: La empresa

En la tabla N°36 se observa la hoja de información RCM de la maquina pulidora.

Tabla 36. Hoja de información RCM de la máquina Pulidora

Nombre de la máquina:		Pulidora				
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)		Causas de fallo (FM)		
Rodillos	3	Blanqueamiento del grano de arroz	A	Desgaste de rodillos	1	Uso
Porta rodajes	4	Sostiene a los rodillos de goma	A	Falla de los porta rodajes	1	Falta de lubricación del porta rodajes
Motor	5	Da potencia a la máquina para que esta funcione	A	Desalineamiento del eje de la polea	1	Vibraciones

Fuente: La empresa

En la tabla N°37 se observa la hoja de información RCM de la máquina descascaradora.

Tabla 37. Hoja de información RCM de la máquina descascaradora

Nombre de la máquina:		Descascaradora				
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)			
Rodillos	6 Descascarado del grano de arroz	A Desgaste de rodillos	1	Uso		
Motor	7 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor		
Porta rodajes	8 Sostiene a los rodillos de goma	A Falla de los porta rodajes	1	Falta de engrase de los rodajes		

Fuente: La empresa

En las tablas N°38 se observa la hoja de información RCM de la máquina despedradora

Tabla 38. Hoja de información RCM de la máquina Despedradora (Zaranda)

Nombre de la máquina:		Despedradora (Zaranda)			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Malla de la máquina	9 Selección por tamaño	A Ruptura de malla	1	Falta de limpieza	
		B Atascamiento del arroz en la malla	1	Falta de limpieza y fricción de los granos de arroz, piedras y pajas	
Pernos	10 Ajuste y ensamble de piezas	A Desajuste de pernos	1	Alta vibración	

Fuente: La empresa

En la tabla N°39 se observa la hoja de información RCM de la máquina clasificadora de tamaño.

Tabla 39. Hoja de información RCM de la máquina Clasificadora de tamaño

Nombre de la máquina:		Clasificadora de tamaño			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Malla de máquina	11 Clasifica el grano de arroz por tamaño	A Atascamiento de granos de arroz en la malla	1	Falta de limpieza	

Fuente: La empresa

En la tabla N°40 se observa la hoja de información RCM de la máquina elevador 7.

Tabla 40. Hoja de información RCM de la máquina elevador 7

Nombre de la máquina:		Elevador 7			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Motor	12 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor	
		B Desalineamiento del eje de la polea	1	Vibraciones	

Fuente: La empresa

En la tabla N°41 se observa la hoja de información RCM de la máquina elevador 1.

Tabla 41. Hoja de información RCM de la máquina elevador 1

Nombre de la máquina:		Elevador 1			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Motor	13 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor	

Fuente: La empresa

En la tabla N°42 se observa la hoja de información RCM de la máquina elevador 2.

Tabla 42. Hoja de información RCM de la máquina elevador 2

Nombre de la máquina:		Elevador 2			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Motor	14 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor	

Fuente: La empresa

En la tabla N°43 se observa la hoja de información RCM de la máquina elevador 3.

Tabla 43. Hoja de información RCM de la máquina elevador 3

Nombre de la máquina:		Elevador 3			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Motor	15 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor	
		B Desalineamiento del eje de la polea	1	Vibraciones	

Fuente: La empresa

En la tabla N°44 se observa la hoja de información RCM de la máquina mesa Paddy.

Tabla 44. Hoja de información RCM de la máquina mesa Paddy

Nombre de la máquina:		Mesa Paddy			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)		
Motor	16 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A Ruptura de la faja del motor	1	Desgaste de la faja del motor	
Malla de la máquina	17 Separa el arroz con cascara del sin cascara	A Atascamiento residuos en la malla	1	Falta de limpieza	

Fuente: La empresa

En la tabla N°45 se observa la hoja de información RCM de la máquina elevador 4.

Tabla 45. Hoja de información RCM de la máquina elevador 4

Nombre de la máquina:		Elevador 4		
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)		Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)
Motor	18 Da potencia a la máquina para que esta funcione	A	Ruptura de la faja del motor	1 Desgaste de la faja del motor

Fuente: La empresa

3.4.1.4 Hoja de decisiones

Después de realizar las hojas de información de RCM de cada máquina se procedió a la elaboración de la hoja de decisión, en esta etapa se usó las consecuencias y las tareas para cada falla. En la tabla N°46, se puede observar la hoja de decisiones, con la información de cada máquina, su tarea propuesta, su intervalo a realizar y el personal seleccionado para realizar las tareas.

Tabla 46. Hoja de decisiones

Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Máquina: Mesa pre-limpia															
1	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Limpieza de Malla	Bimestral	Operario de llenado
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de malla	Cuatrimestral	Maquinista
2	A	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Verificar ajuste de pernos	Mensual	Maquinista
2	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Verificar estado de los pernos y cambio	Semestral	Maquinista
Máquina: Pulidora															
3	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de rodillos	Mensual	Maquinista
4	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Lubricación del porta rodaje	Mensual	Maquinista
5	A	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Verificar Alineamiento de eje de polea y alinearla	Trimestral	Maquinista
Máquina: Descascaradora															
6	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de rodillos	Mensual	Maquinista
7	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista
8	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Lubricación del porta rodaje	Bimestral	Maquinista
Máquina: Despedradora (Zaranda)															
9	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de malla	Cuatrimestral	Maquinista
9	B	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Limpieza de Malla	Bimestral	Operario de llenado
10	A	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Verificar Ajuste de pernos	Trimestral	Maquinista
Máquina: Clasificadora de tamaño															
11	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Limpieza de Malla	Bimestral	Operario de llenado
Máquina: Elevador 7															
11	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Cuatrimestral	Maquinista
12	B	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Verificar Alineamiento del eje de polea y alinearla	Trimestral	Maquinista

Máquina: Elevador 1															
13	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista
Máquina: Elevador 2															
14	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista
Máquina: Elevador 3															
14	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista
15	B	1	S	N	N	S	N	S	-	-	-	-	Verificar Alineamiento del eje de polea	Trimestral	Maquinista
Máquina: Mesa Paddy															
16	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista
17	A	1	S	N	N	S	S	-	-	-	-	-	Limpieza de Malla	Bimestral	Operario de llenado
Máquina: Elevador 4															
18	A	1	S	N	N	S	S	N	S	-	-	-	Cambio de faja del motor	Trimestral	Maquinista

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.5 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento fue diseñado para obtener una mayor disponibilidad de los equipos con mayor criticidad de la empresa, el alcance de este plan de mantenimiento es para todas las máquinas de la empresa piladora de arroz

Objetivo del plan de mantenimiento

- Aumentar la disponibilidad de los equipos de la empresa piladora de arroz de Jaén.

Este plan contiene lo siguiente:

- La máquina o equipo en la que se efectuará el mantenimiento.
- La tarea que se realizará y el intervalo en el cual se ejecutará
- La persona encargada de realizarla, el tiempo de la ejecución, y el tiempo de reparación anual por cada máquina.
- Herramientas, elementos o materiales a usarse en cada tarea.

En la tabla N° 47 se muestra el plan de mantenimiento diseñado para la empresa.

Tabla 47. Plan de mantenimiento

Tarea	Material	Herramientas	Intervalo inicial	A realizarse por	Tiempo de Tarea (min)	Veces al año de realizar la tarea	Tiempo de reparación anual (min)
Máquina: Mesa pre-limpia							
Limpieza de Malla	-	Escobillas	Bimestral	Operario de llenado	10	6	60
Cambio de malla	Malla	Llave francesa, llaves hexagonales	Cuatrimestral	Maquinista	20	3	60
Verificar Ajuste de pernos	-	Llave hexagonal	Mensual	Maquinista	5	12	60
Verificar estado de perno	Pernos	Llave hexagonal	Semestral	Maquinista	2	6	12
Máquina: Pulidora							
Cambio de rodillos	Rodillos	Llave francesa y llaves hexagonales	Mensual	Maquinista	25	24	600
Lubricación del porta rodaje	Grasa SKF	Llave francesa y llaves hexagonales	Mensual	Maquinista	10	12	120
Verificar Alineamiento de eje de polea	-		Trimestral	Maquinista	8	4	32
Alineamiento de eje de polea	-	Llave Francesa y hexagonales, nivel y cordel, extractor de poleas	Semestral	Maquinista	20	2	40
Máquina: Descascaradora							
Cambio de rodillos	Rodillos	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Mensual	Maquinista	25	24	600
Cambio de faja del motor	Faja N°A65	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
Lubricación del porta rodaje	Grasa SKF	Llave francesa y llaves hexagonales	Bimestral	Maquinista	10	6	60

Máquina: Despedradora (Zaranda)							
Cambio de malla	Malla	Llave francesa, llaves hexagonales	Cuatrimestral	Maquinista	20	3	60
Limpieza de Malla	-	Escobillas	Bimestral	Operario de llenado	10	6	60
Verificar Ajuste de pernos	-	Llave hexagonal	Trimestral	Maquinista	5	4	20
Máquina: Clasificadora de tamaño							
Limpieza de Malla	-	Escobillas	Bimestral	Operario de llenado	10	6	60
Máquina: Elevador 7							
Cambio de faja del motor	Faja N°A74	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Cuatrimestral	Maquinista	20	3	60
Verificar Alineamiento de eje de polea	-	-	Trimestral	Maquinista	8	4	32
Alineamiento de eje de polea	-	Llave Francesa y hexagonales, nivel y cordel, extractor de poleas	Semestral	Maquinista	20	2	40
Máquina: Elevador 1							
Cambio de faja del motor	Faja N°A74	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
Máquina: Elevador 2							
Cambio de faja del motor	Faja N°A74	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
Máquina: Elevador 3							
Cambio de faja del motor	Faja N°A74	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
Verificar Alineamiento de eje de polea	-	-	Trimestral	Maquinista	8	4	32
Alineamiento de eje de polea	-	Llave Francesa y hexagonales, nivel y cordel, extractor de poleas	Semestral	Maquinista	20	2	40

Máquina: Mesa Paddy							
Cambio de faja del motor	Faja N°A65	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
Limpieza de Malla	-	Escobillas	Bimestral	Operario de llenado	10	6	60
Máquina: Elevador 4							
Cambio de faja del motor	Faja N°A74	Desarmador, llave francesa y llaves hexagonales	Trimestral	Maquinista	20	4	80
TIEMPO TOTAL							2 588

Fuente: Elaboración propia

Todas las actividades que se realizarán en el plan de mantenimiento requieren parada de maquinaria, el total de horas que se realizará el paro es de 50,3 horas al año.

En la Tabla N°48 se puede observar los materiales para mantenimiento que se tendrán que comprar.

Tabla 48. Materiales para mantenimiento por tarea

Materiales para mantenimiento
Malla de 1,5 metros para maquina pre limpia
Perno 5/8 x4 '' completo
Rodillos para pulidora
Grasa SKF 1kg
Rodillos para descascaradora
Fajas Transmisión N° A65
Malla de 1,5 metros para maquina despedradora

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.6 Cronograma de Mantenimiento

El cronograma para la realización de las tareas establecidas en el plan de mantenimiento se puede observar en el Anexo N° 5.

3.4.2 Mejora 2: Elaboración de MOF

Se elaboró los MOF con el administrador de la empresa, ya que es la persona que posee la experiencia, conocimientos de cada función que se debe realizar y cuenta con acceso a toda la información de la empresa. El MOF se realizó de acuerdo al puesto que desempeña cada operario, se colocó los puestos que supervisan, la misión de cada puesto, las funciones que realizaban fueron descritas y se le añadieron funciones que de acuerdo a su puesto deben realizar, se escribió las coordinaciones principales tanto internas como externas que debe tener cada puesto para el correcto desempeño de sus actividades, se estableció el horario, que debe ser cumplido y será registrado por el área de ventas, también se describió la formación académica de cada operario y el ámbito laboral en el que laboran. En las tablas N° 49, 50, 51, 52, 52, 53, 54 y55 podemos observar los MOF propuestos para cada puesto de trabajo.

Tabla 49. MOF propuesto del administrador

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
ADMINISTRADOR		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	Todas las áreas de la empresa	
MISIÓN DEL PUESTO		
Planificar, proponer, organizar, aprobar, dirigir, coordinar y controlar las actividades de la Empresa		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Establecer reuniones con todas la áreas de la empresa de manera periódica.	
2	Velar por el funcionamiento de los reglamentos, programas y acciones establecidas para promover la seguridad y el bienestar de los trabajadores de la empresa	
3	Dirigir, controlar y administrar la ejecución de las políticas de la entidad en concordancia con la normatividad legal vigente.	
4	Representar a la empresa u organización ante contratos o reuniones con otras entidades ya sea , autoridades locales, regionales , nacionales, o medios de comunicación	
5	Verificar y controlar que el proceso contable haciendo que estas se manejen adecuadamente como los pagos de nómina, pagos a proveedores, pagos de impuestos, ingresos y egresos.	
6	Establecer relaciones de comunicación , calidad y compromiso con los clientes, proveedores, y demás personas involucradas con la empresa	
7	Realizar los pedidos de materiales (sacos, materiales de mantenimiento)	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Todas las áreas de la empresa		
Coordinaciones Externas		
Proveedores		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	08:00	17:00
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Lic. Administración, Ing Industrial o Contabilidad	
Conocimientos Informáticos	Dominio de Windows Office (Excel), Manejo de software como SAP.	
Idioma	Español	
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	Manejo de computadoras, impresoras y software.	
Espacio Laboral	Oficina personal con instalaciones y recursos necesarios, para el buen desempeño	
Beneficios	Ambiente laboral idóneo para la ejecución de actividades. Ingresos a planilla, incluyendo todos los beneficios según la ley.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. MOF propuesto del asistente de contabilidad

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
ASISTENTE DE CONTABILIDAD		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	Ventas	
MISIÓN DEL PUESTO		
Responsable de la planificación de las operaciones contables de la empresa, velando por mantener actualizados sus estados financieros, y cumplir con las obligaciones tributarias y las disposiciones legales emitidas por los organismos de control.		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Recibe y clasifica todos los documentos, debidamente enumerados que le sean asignados.	
2	Prepara los estados financieros y balances de ganancias y pérdidas.	
3	Revisa cheques, órdenes de compra, solicitudes de pago, entre otros.	
4	Planificar las acciones para cobranza y amortizaciones	
5	Elaborar estado de resultados	
6	Analiza los diversos movimientos contables	
7	Organiza la documentación para el contador	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Ventas y Administración		
Coordinaciones Externas		
Contador		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	08:00	17:00
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Egresado, Bachiller en contabilidad o carreras afines	
Experiencia	3 meses	
Conocimientos básicos	Excel Normas contables	
Idiomas	Como mínimo español	
Cursos de especialización	Excel y computación	
HABILIDADES		
Ser un estratega		
Analítico y de rápida adaptación al cambio		
Responsabilidad y compromiso social.		
Habilidad para negociar		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	Manejo de computadoras, Elaboración de formatos e informes	
Espacio Laboral	Oficina adecuada .	
Beneficios	Trabajo en ambiente laboral adecuado según la norma. Ingreso a planilla con todos los beneficios	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. MOF propuesto de vendedor

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
VENDEDOR-TOMA DE PEDIDOS		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	Almacenero	
MISIÓN DEL PUESTO		
Servir de facilitador entre el cliente y la empresa.		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Toma de pedidos de los clientes	
2	Programar fechas de pilado	
3	Cobrar el monto a pagar de los clientes por el servicio	
4	Ingreso de datos al sistema	
5	Emite boletas y facturas a los clientes.	
6	Registrar asistencia de personal	
7	Verificar los registros de entradas y salidas emitidos por el almacenero	
8	Realizar balance de caja al administrador	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Producción, almacén y administración		
Coordinaciones Externas		
Clientes		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	7:00am	1:00 pm
	2:00 pm	6:00 pm
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Superior- Técnico	
Experiencia	De 1 a 2 años argos o puestos similares del puesto asignado.	
Conocimientos básicos	Office (excel)	
Idiomas	Como mínimo Español	
HABILIDADES		
Trabajo en equipo		
Capacidad de convencimiento		
Capacidad de trabajar bajo presión y situaciones críticas		
Tolerancia y psicología del consumidor		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	Manejo de computadora e impresora.	
Espacio Laboral	Área adecuada con los recursos físicos necesarios para la comodidad del personal.	
Beneficios	Ingreso a planilla con todos los beneficios a Ley.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. MOF propuesto de almacenista

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
ALMACENISTA		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	Área de Producción	
MISIÓN DEL PUESTO		
Realizara las labores de control y registro de entradas y salidas de materiales de su almacén así como verificará y hará el requerimiento de materiales para almacén.		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Controlará y registrará las entradas y salidas de sacos e hilo, de acuerdo a lo requerido por el maquinista	
2	Verificara que los materiales y otros bienes propiedad o en custodia de la empresa, estén debidamente almacenados para su localización y distribución adecuada.	
3	Realizará el requerimiento de materiales para abastecer el almacén.	
4	Solicitará a los operarios para carga y descarga de materiales para el almacén.	
5	Elaborará kardex diarios para que sean ingresados al sistema	
6	Realizará balances a administración	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Producción y ventas		
Coordinaciones Externas		
-		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	7:00am	1:00 pm
	2:00 pm	6:00 pm
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Item	Descripción	
Grado de instrucción	Superior	
Experiencia	De 1 a 2 años en cargos o puestos similares de almacenamiento	
Conocimientos básicos	Office (Excel)	
Idiomas	Como mínimo español	
Cursos de especialización	-	
HABILIDADES		
Creativo		
Buena presentación		
Trabajo en equipo		
Proactivo		
Responsable		
Organizado		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	-	
Espacio Laboral	Área adecuada con los recursos físicos necesarios para la comodidad del personal.	
Beneficios	Ingreso a planilla con todos los beneficios a Ley.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. MOF propuesto del Maquinista

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
MAQUINISTA		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	Área de producción	
MISIÓN DEL PUESTO		
Asegurar que el ritmo de producción de los procesos de pilado de arroz funcionen correctamente.		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Recepción de materia prima (arroz)	
2	Toma de datos del proceso productivo	
3	Supervisar y da seguimiento a los procesos de producción	
4	Elaborar el requerimiento de materiales para producción (sacos e hilo)	
5	Revisión de registros de entrada de sacos e hilo y de salida de producto terminado	
6	Manejo de registros de mantenimiento	
7	Realizar las actividades del plan de mantenimiento	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Producción - Ventas- Almacén-Administración		
Coordinaciones Externas		
Clientes		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	7:00am	1:00 pm
	2:00 pm	6:00 pm
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Superior (Técnico en mecánica)	
Experiencia	4 años en puestos similares	
Conocimientos básicos	Excel	
Idiomas	Como mínimo español	
Capacitaciones	Producción de arroz	
HABILIDADES		
Trabajo bajo presión		
Líder, Responsable, discreto, planificador		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	Maquinas del proceso	
Espacio Laboral	Planta	
Beneficios	Ingreso a planilla desde con todos los beneficios a Ley.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. MOF propuesto de operario de carga

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
OPERARIO DE CARGA		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa	-	
MISIÓN DEL PUESTO		
Transportar sacos de materia prima y de producto terminado		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Medición de humedad del arroz	
2	Transporte de sacos de materia prima	
3	Transporte de sacos de producto terminado	
4	Cumplir con las indicaciones del maquinista	
5	Limpieza de almacenes y planta	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Producción		
Coordinaciones Externas		
-		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	7:00am	1:00 pm
	2:00 pm	6:00 pm
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Secundaria	
Idioma	No aplica	
Experiencia	No aplica	
HABILIDADES		
Fuerza		
Responsabilidad		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	-	
Espacio Laboral	Planta y almacén	
Beneficios	Trabajo en ambiente laboral adecuado según la norma y EPPs adecuados para su trabajo.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. MOF propuesto de llenado y cosido

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES		
OPERARIOS DE LLENADO Y COSIDO		
IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO		
Puesto que supervisa		-
MISIÓN DEL PUESTO		
Realizar la última etapa del proceso producción de manera adecuada de acuerdo a los requerimientos del cliente.		
FUNCIONES A DESEMPEÑAR		
N°	Funciones Generales	
1	Llenado de sacos de arroz blanco	
2	Cosido de sacos de arroz blanco	
3	Cumplir con las indicaciones del maquinista	
4	Registrar entrada de sacos e hilo	
5	Registro de productos terminados	
COORDINACIONES PRINCIPALES		
Coordinaciones Internas		
Producción		
Coordinaciones Externas		
-		
HORARIOS DE TRABAJO		
Día Laboral	Entrada	Salida
Lunes a Sábado	7:00am	1:00 pm
	2:00 pm	6:00 pm
FORMACIÓN ACADÉMICA		
Ítem	Descripción	
Grado de instrucción	Secundaria	
Idioma	No aplica	
Experiencia	No aplica	
HABILIDADES		
Fuerza		
Responsabilidad		
ÁMBITO DE TRABAJO		
Uso de Recursos y Tecnologías	-	
Espacio Laboral	Planta y almacén	
Beneficios	Ingreso a planilla con todos sus beneficios	

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Mejora 3: Plan de requerimientos de materiales.

La selección del MRP fue los siguientes criterios

- Regulares beneficios en procesadoras de alimentos
- Producción de lotes grandes
- Sistema basado en cantidad-tiempo
- Inversión baja

El plan de requerimiento de materiales tiene como propósito tener los materiales necesarios para el cumplimiento con la demanda de los clientes. En este caso la empresa piladora de arroz tiene que contar con los 4 tipos de sacos de polipropileno para el arroz pilado, sacos negros para el polvillo, sacos de polipropileno para subproductos e hilo. En la tabla N°56 se puede observar la cantidad de sacos usados de arroz blanco de las 4 variedades en el año 2019.

Tabla 56. Cantidad de sacos pilados por variedad de arroz en el año 2019

	Cantidad de sacos usados Arroz Esperanza corriente de 48 kg	Cantidad de sacos usados Arroz Esperanza superior de 48 kg	Cantidad de sacos usados Arroz Moro de 48 kg	Cantidad de sacos usados Arroz Ferón de 48 kg
Enero	7 825	3 005	2 550	1 200
Febrero	6 439	3 796	260	3 068
Marzo	5 287	3 110	4 180	2 050
Abril	3 732	3 608	3 233	1 024
Mayo	6 423	2 867	3 524	1 995
Junio	5 031	4 976	3 047	1 006
Julio	6 007	4 037	1 328	3 013
Agosto	4 758	2 056	4 159	2 505
Setiembre	4 461	3 144	2 978	2 993
Octubre	4 886	3 766	3 002	3 014
Noviembre	5 304	3 338	3 425	1 233
Diciembre	6 509	2 302	3 251	1 478
TOTAL	66 662	40 005	34 937	24 579

Fuente: la empresa

a) Establecimiento de prioridades

Teniendo la cantidad de sacos vendidos en el año 2019 se hará una clasificación ABC para determinar cuáles son los productos de tipo A, B y C. En la tabla N°57 se observa las variedades de arroz más piladas en el año 2019 las cuales son los sacos de arroz esperanza corriente y superior.

Tabla 57. Clasificación ABC de los sacos pilados en el 2019

Variedad de arroz	Cantidad	Precio de venta	Ingresos S/	%	% Acumulado	Tipo de producto
Arroz Esperanza corriente	66 662	1	66 662	40%	40%	A
Arroz Esperanza superior	40 005	1	40 005	24%	64%	A
Arroz Moro	34 937	1	34 937	21%	85%	B
Arroz Ferón	24 579	1	24 579	15%	100%	B
TOTAL	166 183		166 183	100%		

Fuente: la empresa

b) Días laborables para el año 2020

En la tabla N° 58 podemos observar los días laborables por mes del año 2020, y sus horas diarias que se laborará.

Tabla 58. Horas y días que laborará la empresa en el año 2020

Mes	Días de producción	horas/día
Enero	26	10
Febrero	25	10
Marzo	26	10
Abril	24	10
Mayo	25	10
Junio	25	10
Julio	25	10
Agosto	26	10
Setiembre	26	10
Octubre	26	10
Noviembre	24	10
Diciembre	25	10
Total	303	3 030 horas/ año

Fuente: La empresa

c) Plan de producción para el año 2020

Para la elaboración del plan de producción se tomó en cuenta las horas total disponibles, y los paros programados por el plan de mantenimiento. En el Anexo N°5 se puede observar el tiempo de paro programado por mes para el año 2020.

En la tabla N° 59 se puede observar la cantidad total de sacos que se pillarán en el año 2020.

Tabla 59. Producción mensual para el 2020

Mes	Días de producción	horas/día	Horas/mes	Paros programados (min)	Sacos/mes
Enero	26	10	260	436	15 164
Febrero	25	10	250	115	14 885
Marzo	26	10	260	167	15 433
Abril	24	10	240	264	14 136
Mayo	25	10	250	227	14 773
Junio	25	10	250	115	14 885
Julio	25	10	250	376	14 624
Agosto	26	10	260	155	15 445
Setiembre	26	10	260	187	15 413
Octubre	26	10	260	304	15 296
Noviembre	24	10	240	127	14 273
Diciembre	25	10	250	115	14 885
Total	303 días		3 030 horas/ año	2 588 min/ año	179 212 sacos/año

Fuente: la empresa

Para determinar la cantidad de sacos de arroz blanco, subproductos y desperdicio se multiplicó su rendimiento por la cantidad de sacos de arroz con cáscara que se pillarán. En la tabla N°60 se puede observar la cantidad de sacos que se producirán mensual en el año 2020 de arroz blanco, subproductos y desperdicio.

Tabla 60. Plan de producción mensual de arroz blanco, subproductos y desperdicios

Producto	Cantidad de sacos												
	%	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Arroz con cáscara	100%	22 040,7	21 635,2	22 431,7	20 546,5	21 472,4	21 635,2	21 255,8	22 449,1	22 402,6	22 232,6	20 745,6	21 635,2
Arroz blanco	68,8%	15 164	14 885	15 433	14 136	14 773	14 885	14 624	15 445	15 413	15 296	14 273	14 885
Ñelén	1,1%	242,4	238	246,7	226	236,2	238	233,8	246,9	246,4	244,6	228,2	238,0
Arrocillo	1,6%	352,7	346,2	358,9	328,7	343,6	346,2	340,1	359,2	358,4	355,7	331,9	346,2
Rechazo	1%	220,4	216,4	224,3	205,5	214,7	216,4	212,6	224,5	224	222,3	207,5	216,4
Polvillo	6%	1 322,4	1 298,1	1 345,9	1 232,8	1 288,3	1 298,1	1 275,3	1 346,9	1 344,2	1 334	1 244,7	1 298,1
Cascarilla	21,5%	4 738,8	4 651,6	4 822,8	4 417,5	4 616,6	4 651,6	4 570	4 826,6	4 816,6	4 780	4 460,3	4 651,6

Fuente: Elaboración Propia

También se determinó la cantidad de sacos de arroz blanco que se pillarán cada mes de acuerdo a la variedad, el cálculo se realizó multiplicando el porcentaje que se obtiene en la clasificación ABC del año 2019 con la producción establecida en el plan de producción mensual para el año 2020. En la tabla N°61 se observa el plan de producción mensual por variedad de arroz.

Tabla 61. Plan de producción por variedad de arroz mensual

Variedad de arroz	%	Cantidad de sacos											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Arroz Esperanza corriente	40%	6 083	5 971	6 191	5 670	5 926	5 971	5 866	6 196	6 183	6 136	5 725	5 971
Arroz Esperanza superior	24%	3 650	3 583	3 715	3 403	3 556	3 583	3 521	3 718	3 710	3 682	3 436	3 583
Arroz Moro	21%	3 188	3 129	3 244	2 972	3 106	3 129	3 074	3 247	3 240	3 216	3 001	3 129
Arroz Ferón	15%	2 243	2 202	2 283	2 091	2 185	2 202	2 163	2 284	2 280	2 262	2 111	2 202
TOTAL	1	15 164	14 885	15 433	14 136	14 773	14 885	14 624	15 445	15 413	15 296	14 273	14 885

Fuente: Elaboración Propia

d) Inventario de almacén de materiales 2020

En la tabla N°62 se puede observar la lista de materiales que hay en el almacén para el año 2020.

Tabla 62. Inventario de materiales 2020

Tipo de material	unidad	cantidad
Saco de arroz esperanza corriente	unidades	3 491
Saco de arroz esperanza superior	unidades	7 698
Saco Arroz Moro	unidades	3 324
Saco de arroz Ferón	unidades	4 275
Hilo Pabilo	cono	24
Sacos de Ñelén	unidades	492
Sacos de arrocillo	unidades	874
Sacos de rechazo	Unidades	747
Sacos de polvillo	Unidades	1 485

Fuente: La empresa

e) Plan de requerimiento de materiales

Para la elaboración del plan de requerimiento de materiales, primero se elaboró la lista de materiales que se usan por saco de arroz pilado, y los datos de dichos materiales como la cantidad de materiales con los que cuenta la empresa en almacén, el tiempo de demora de la entrega de los pedidos, y el tamaño de cada lote de pedidos que se realiza a los diferentes proveedores. Todos estos datos anteriormente descritos se pueden observar en las tablas N°63, 64, 65, 66 y 67.

Lista de materiales por saco de arroz pilado: 1 saco de polipropileno de la variedad de arroz y 1 gramo de hilo.

Tabla 63. Datos de los materiales para arroz esperanza corriente

Artículo	Existencias	tiempo de demora	Tamaño de pedidos
Saco	3 491	1 semana	10 000 unidades

Fuente: La empresa

Tabla 64. Datos de los materiales para arroz Esperanza superior

Artículo	Existencias	tiempo de demora	Tamaño de pedidos
Saco	7 698	1 semana	10 000 unidades

Fuente: La empresa

Tabla 65. Datos de los materiales para arroz Moro

Artículo	Existencias	tiempo de demora	Tamaño de pedidos
Saco	3 324	1 semana	10 000 unidades

Fuente: La empresa

Tabla 66. Datos de los materiales para arroz Ferón

Artículo	Existencias	tiempo de demora	Tamaño de pedidos
Saco	3 324	1 semana	10 000 unidades

Fuente: La empresa

Tabla 67. Datos de los materiales para subproductos

Artículo	Existencias	tiempo de demora	Tamaño de pedidos
Saco de Ñelén	492	1 semana	10 000 unidades
Saco de Arrocillo	874	1 semana	10 000 unidades
Saco de Rechazo	747	1 semana	10 000 unidades
Saco de Polvillo	1 485	1 semana	1 000 unidades
Hilo Pabilo	24	1 Horas	12 conos

Fuente: La empresa

El MRP (planeación de requerimiento de materiales), se realizó en forma mensual para todo el año 2020 para los únicos materiales brindados por la empresa los cuales son sacos de producto, subproductos e hilo, este plan nos dará el tipo de insumo que se pedirá para poder cumplir con los pedidos de los clientes de manera adecuada.

En la tabla N° 61 se observa el plan de producción por variedad de arroz mensualmente en el año 2020 el cual nos sirvió de inicio para elaborar nuestro plan de requerimiento de materiales.

En las tablas N°68, 69, 70 y 71 se puede observar el plan de requerimiento de sacos de polipropileno para la variedad de arroz Esperanza corriente, Esperanza superior, Moro y Ferón respectivamente para el año 2020.

Tabla 68. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Esperanza corriente

Elemento	Saco de polipropileno de arroz Esperanza corriente											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	6 083	5 971	6 191	5 670	5 926	5 971	5 866	6 196	6 183	6 136	5 725	5 971
Unidades disponibles(2019)	3 491											
Entradas previstas	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock final	7 408	1 437	5 246	9 576	3 650	7 679	1 813	5 617	9 434	3 298	7 573	11 602
Necesidades netas(unidades)	0	0	4 754	424	0	2 321	0	4 383	566	0	2 427	0
Pedidos planeados(unidades)	0		10 000	10 000	0	10 000	0	10 000	10 000	0	10 000	10 000
Lanzamiento de ordenes(unidades)	0	10 000	10 000		10 000		10 000	10 000	0	10 000	10 000	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Esperanza superior

Elemento	Saco de polipropileno de arroz Esperanza Superior											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	3 650	3 583	3 715	3 403	3 556	3 583	3 521	3 718	3 710	3 682	3 436	3 583
Unidades disponibles(2019)	7 698	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock final	4 048	465	6 750	3 347	9 791	6 208	2 687	8 969	5 259	1 577	8 141	4 558
Necesidades netas(unidades)	0	0	3 250	0	209	0	0	1 031	0	0	1 859	0
Pedidos planeados(unidades)	0	0	10 000	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)	0	10 000	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Moro

Elemento	Saco de polipropileno de arroz Moro											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	3 188	3 129	3 244	2 972	3 106	3 129	3 074	3 247	32 40	3 216	3 001	3 129
Unidades disponibles(2019)	3 324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	136	7 007	3 763	791	7 685	4 556	1 482	8 235	4 995	1 779	8 778	5 649
Necesidades netas(unidades)	0	2 993	0	0	2 315	0	0	1765	0	0	1 222	0
Pedidos planeados(unidades)	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)	10 000			10 000			10 000			10 000		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Plan de requerimiento de materiales para el arroz Ferón

Elemento	Saco de polipropileno de arroz Ferón											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	2 243	2 202	2 283	2 091	2 185	2 202	2 163	2 284	2 280	2 262	2 111	2 202
Unidades disponibles(2019)	4 275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	2 032	9 830	7 547	5 456	3 271	1 069	8 906	6 622	4 342	2 080	9 969	7 767
Necesidades netas(unidades)	0	170	0	0	0	0	1 094	0	0	0	31	0
Pedidos planeados(unidades)	0	10 000	0	0	0	0	10 000	0	0	0	10 000	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)	10 000						10 000			10 000		

Fuente: Elaboración propia

En las tablas N°72, 73, 74 y 75 se puede observar el plan de requerimiento mensual de sacos de polipropileno para los subproductos Ñelén, arrocillo, rechazo y sacos negros de polvillo respectivamente.

Tabla 72. Plan de requerimiento de materiales para Ñelén

Elemento	Sacos de polipropileno de Ñelén											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	243	238	247	226	236	238	234	247	246	245	228	238
Unidades disponibles(2019)	492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	249	11	9 764	9 538	9 302	9 064	8 830	8 583	8 337	8 092	7 864	7 626
Necesidades netas(unidades)	0	0	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos planeados(unidades)	0	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)		10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Plan de requerimiento de materiales para arrocillo

Elemento	Sacos de polipropileno de arrocillo											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	353	346	359	329	344	346	340	359	358	356	332	346
Unidades disponibles(2019)	874	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	521	175	9 816	9 487	9 143	8 797	8 457	8 098	7 740	7 384	7 052	6 706
Necesidades netas(unidades)	0	0	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos planeados(unidades)	0	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)		10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Plan de requerimiento de materiales para Rechazo

Elemento	Saco de polipropileno de rechazo											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	220	217	224	205	215	217	213	225	224	222	207	217
Unidades disponibles(2019)	747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	527	310	86	9 881	9 666	9 449	9 236	9 011	8 787	8 565	8 358	8 141
Necesidades netas(unidades)	0	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos planeados(unidades)	0	0	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes(unidades)			10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Plan de requerimiento de materiales para polvillo

Elemento	Saco de polipropileno de polvillo											
	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Necesidades brutas(unidades)	1 322	1 298	1 346	1 233	1 288	1 298	1 275	1 347	1 345	1 334	1 245	1 298
Unidades disponibles(2019)	1 485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(unidades)	163	865	519	286	998	700	425	1 078	733	399	1 154	856
Necesidades netas(unidades)	0	1 135	481	714	1 002	300	575	922	267	601	846	144
Pedidos planeados(unidades)	0	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000
Lanzamiento de ordenes(unidades)	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°76 se puede observar el plan de requerimiento de hilo Pabilo, el cual es el material que se utiliza para la costura de los sacos de arroz blanco de las 4 variedades y de los subproductos. Para determinar la cantidad que se usará mensualmente, se sumó la producción de las 4 variedades de arroz y la producción de los subproductos. Debido a que por costura de saco se usa un gramo de hilo, el requerimiento se trabajó con la unidad de gramos.

Tabla 76. Plan de requerimiento de materiales de hilo pabilo

Elemento	Hilo Pabilo											
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Necesidades brutas (gramos)	17 302	16 984	17 609	16 129	16 856	16 984	16 686	17 623	17 586	17 453	16 285	16 984
Gramos disponibles (2019)	24 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Final(gramos)	6 698	13 714	20 105	3 976	11 120	18 136	25 450	7 827	14 241	20 788	4 503	11 519
Necesidades netas(gramos)	0	10 286	3 895	0	12 880	5 864	0	0	9 759	3 212	0	12 481
Pedidos planeados(gramos)	0	24 000	24 000	0	24 000	24 000	24 000	0	24 000	24 000	0	24 000
Lanzamiento de ordenes(gramos)	0	24 000	24 000	0	24 000	24 000	24 000	0	24 000	24 000	0	24 000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°77 se puede observar los meses en los que se realizarán los pedidos de materiales (sacos e hilo pabilo), para el arroz esperanza corriente se harán 7 veces pedidos de sacos a la ciudad de lima, se hará un pedido en los meses de febrero, marzo, mayo, julio, agosto, octubre y noviembre, en esta variedad es en la cual se realizarán el mayor número de pedidos debido a su alta producción, también se puede observar que el menor número de pedidos de sacos para variedad de arroz es el arroz Ferón, para esta variedad solo se realizarán 3 pedidos al año, las cuales serán en los meses de enero, junio y octubre, la cantidad de pedidos para los subproductos(Ñelén, arrocillo y rechazo) es 1 por año, para el subproducto polvillo se realizarán 11 pedidos, algunos pedidos serán de lotes 2 000 sacos y otros de 1 000 sacos debido a que estos sacos son comprados en ferreterías de la ciudad de Jaén y dichas tiendas no cuentan con lotes más grandes de sacos para la compra, y por último el número de pedidos para

material usado para costura de los sacos es de 8, estos pedidos se harán en los meses de febrero, marzo, mayo, junio julio, setiembre, octubre y diciembre, cada lote de pedido será de 24 conos, cada cono es de un 1 kg de hilo pabilo.

Tabla 77. Meses en los que se realizará los pedidos de materiales para el año 2020

Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Sacos de arroz Esperanza corriente	0	10 000	10 000	0	1 0000	0	10 000	10 000	0	10 000	10 000	0
Sacos de Arroz Esperanza superior	0	10 000	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0	0
Sacos de Arroz Moro	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0	0	10 000	0	0
Sacos Arroz Ferón	10 000	0	0	0	0	10 000	0	0	0	10 000	0	0
Sacos de Ñelén	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Arrocillo	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Rechazo	0	0	10 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Polvillo	0	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1 000	2 000	1 000	1000	2000	1000
Hilo pabilo (conos)	0	24	24	0	24	24	24	0	24	24	0	24

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 78 de muestra el costo de los materiales de acuerdo al mes en los que se realizaran los pedidos.

Tabla 78. Costo de los pedidos de materiales

Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Sacos de arroz Esperanza corriente	0	6 900	6 900	0	6 900	0	6 900	6 900	0	6 900	6 900	0
Sacos de Arroz Esperanza superior	0	6 900	0	6 900	0	0	6 900	0	0	6 900	0	0
Sacos de Arroz Moro	6 900	0	0	6 900	0	0	6 900	0	0	6 900	0	0
Sacos Arroz Ferón	6 900	0	0	0	0	6 900	0	0	0	6 900	0	0
Sacos de Ñelén	0	6 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Arrocillo	0	6 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Rechazo	0	0	6 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacos de Polvillo	0	2 020	1 010	1 010	2 020	1 010	1 010	2 020	1 010	1 010	2 020	1 010
Hilo pabilo (conos)	0	408	408	0	408	408	408	0	408	408	0	408
Total	13 800	30 028	15 218	14 810	9 328	8 318	22 118	8 920	1 418	29 018	8 920	1 418

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Nuevos indicadores

Se hallaron los nuevos indicadores, los cuales se calcularon con las mejoras propuestas.

- **Producción**

$$\text{Producción} = \frac{35\,487,52 \text{ segundos/día}}{60 \text{ segundos/saco}} = 591,5 \text{ sacos/día}$$

La producción diaria de la empresa será de 591,5 sacos, este indicador es la división del tiempo disponible entre el cuello de botella. La producción diaria aumentó debido a que disminuyó el tiempo de paradas en el proceso productivo.

- **Productividad de materia prima**

$$P. \text{ materia prima} = \frac{28\,800 \text{ kg de arroz blanco/día}}{41\,820 \text{ kg de arroz con cáscara/día}} \times 100 = 68,8\%$$

La Productividad de materia prima es aproximadamente 68,8 %, esta productividad es la relación entre la cantidad de arroz pilado y la cantidad de arroz con cáscara. Esta productividad se mantiene.

- **Productividad de mano de obra**

$$P. \text{ mano de obra} = \frac{28\,390 \text{ kg de arroz blanco/día}}{5 \text{ operarios}} = 5\,678 \frac{\text{kg de arroz blanco}}{\text{operarios.día}}$$

La productividad de mano de obra es la relación entre los kg de arroz blanco obtenidos del proceso y el número de operarios del área de producción, esta productividad es de 5 678 kg de arroz blanco por operario al día. Esta productividad aumenta debido a que la producción aumentó y a que los operarios ya tienen definidos sus funciones y cumplirán con sus turnos de trabajo.

- **Capacidad de diseño**

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{28\,800 \text{ kg de arroz blanco}}{10 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ saco}}{48 \text{ kg de arroz blanco}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{1 \text{ saco}}{\text{min}}$$

Para calcular la capacidad de diseño se tomó la producción máxima que la empresa producirá en un día.

- **Capacidad real**

$$\text{Capacidad real} = \frac{14\,934 \text{ sacos de arroz blanco}}{25,25 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{10 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Capacidad real} = 0,985 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}$$

Para calcular la capacidad real, se tomó el promedio de la producción mensual de enero a diciembre del año 2020 y se dividió entre el promedio de los días que se trabajará mensualmente.

- **Capacidad ociosa**

$$\text{Capacidad ociosa} = \text{Capacidad diseñada} - \text{capacidad real}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = \frac{1 \text{ saco}}{\text{minuto}} - \frac{0,985 \text{ sacos}}{\text{minuto}}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 0,015 \frac{\text{sacos}}{\text{minuto}}$$

La capacidad ociosa es la diferencia entre la capacidad diseñada y la capacidad ociosa. Esta capacidad disminuyó, debido al incremento de la capacidad real de la empresa.

- **Nivel de servicio**

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Total de pedidos}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{179\ 212}{181\ 800} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 98,57\%$$

El nivel de servicio fue calculado dividiendo el número de pedidos atendidos entre el número total de pedidos, siendo este 98,57%.

Indicadores de mantenimiento.

- **Tiempo de paradas**

Tabla 79. Tiempo de paradas no programadas

Total de paradas programadas	Tiempo (horas)
163	41,13

Fuente: La empresa

- **Disponibilidad**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{3\ 030 \text{ horas} - 41,13 \text{ horas}}{3030 \text{ horas}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,9885 \text{ } \langle \rangle \text{ } 98,85\%$$

La disponibilidad de las máquinas críticas para el servicio de pilado es de 98,85%, esto quiere decir que la propuesta del plan de mantenimiento aumentará su disponibilidad.

- **Mean Time Between Failures (MTBF):** Media de tiempos entre paralizaciones de los equipos críticos.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo de reparación} - \text{tiempos muertos de inutilización}}{\text{Número de paradas}}$$

$$MTBF = \frac{3\,030 \text{ horas} - 41,13 \text{ horas}}{163}$$

$$MTBF = 18,32 \text{ horas}$$

El tiempo entre fallas es de 18,32 horas, esto quiere decir que el plan de mantenimiento hará que el tiempo promedio entre fallas aumente.

- **Mean Time To Repair (MTTR):** Media de tiempos indisponibles del sistema o equipos, por reparaciones o averías.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Número de paradas}}$$

$$MTTR = \frac{43,13 \text{ horas}}{163}$$

$$MTTR = 0,264 \text{ horas} \langle \rangle 15,87 \text{ minutos}$$

El tiempo de indisponibilidad media de las máquinas por cada actividad del plan de mantenimiento es de 15,87 minutos

3.4.5 Comparación de indicadores actuales y nuevo indicadores

En la tabla N°79 se muestra la comparación de los indicadores de antes y después de la mejora. Los indicadores que aumentan son la producción diaria aumentó en 45 sacos/día, el nivel de servicio aumentó en 8,18% con respecto al nivel de servicio antes de la mejora, la disponibilidad de la maquinaria aumentó en 4,83%.

Tabla 80. Comparación de indicadores de la empresa

Indicadores	Antes de la mejora	Después de la mejora	MEJORA
			Cantidad
Producción	546,65 sacos/día	591,5 sacos/día	Aumenta 45 sacos/día
Productividad de materia prima	68,8%		Se mantiene
Productividad de mano de obra	5 247,8 kg de arroz blanco/operario x día	5 678 kg de arroz blanco/operario x día	Aumenta en 430 kg de arroz /operario x día
Capacidad de diseño	1 saco/minuto		Se mantiene
Capacidad real	0,92 sacos/minuto	0,985 sacos/minuto	Aumenta en 0,065 sacos/ minuto
Capacidad ociosa	0,08 sacos/minuto	0,015 sacos/minuto	Disminuyó en 0,065 sacos/minuto
Nivel de servicio	91,11%	98,57%	Aumentó en 8,18 %
Número de paradas	172	163	Disminuyó en 9 paradas
Tiempo de paradas	173,3 horas	41,13 horas	Disminuyó en 132,17 horas
Disponibilidad de maquinaria	94,29%	98,85%	Aumentó en 4,83%
MTBF	16,66 horas	18,32 horas	Aumentó en 1,66 horas
MTTR	1,007 horas	0,264 horas	Disminuyó en 0,743 horas

Fuente: Elaboración propia

3.5 Análisis costo beneficio

3.5.1 Plan de Ventas

Las ventas de la empresa se obtienen al definir el número de días laborables cada año, ya que la empresa labora un turno de 10 horas. Para el calcular las ventas de la empresa se multiplicará el número de horas por la capacidad de la planta, luego restándole las horas de paradas programadas por el plan de mantenimiento. En la tabla N°80 se puede observar el análisis de las ventas para el periodo 2020-2024.

Tabla 81. Plan de ventas

Año	Turnos	Horas	Horas de paradas programadas	Horas disponibles	Capacidad de la planta	Ventas (sacos)
2020	303	3 030	43,133	2 986,9	60 sacos/hora	179 212
2021	301	3 010	43,133	2 966,9	60 sacos/hora	178 012
2022	304	3 040	43,133	2 996,9	60 sacos/hora	179 812
2023	302	3 020	43,133	2 976,9	60 sacos/hora	178 612
2024	304	3 040	43,133	2 996,9	60 sacos/hora	179 812

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Inversión

3.5.2.1 Inversión para la propuesta de plan de mantenimiento

La inversión para el plan de mantenimiento se basa en la compra de materiales y un equipo para realizar cada actividad planeada también se realizará una capacitación al maquinista y operario de llenado y cosido, ya que serán los responsables de llevar a cabo las tareas planeadas.

En la tabla N°81 se observa la lista de materiales que se realizará la compra, la cantidad y su precio unitario y costo total de todos los materiales.

Tabla 82. Inversión Materiales de mantenimiento

Materiales para mantenimiento	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Malla 1.5 metros para maquina pre limpia	Unidad	3	120	360
Rodillos para pulidora	Unidad	24	54	1 296
grasa SKF 1kg	Unidad	4	24	96
Rodillos para descascaradora	Unidad	24	56	1 344
Fajas Transmisión N° A65	Unidad	8	38	304
Malla 1.5 metros para maquina despedradora	Unidad	3	120	360
Faja de transmisión N° A74	Unidad	19	37	703
TOTAL				4 463

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°82 se muestra la inversión que se realizará para las capacitaciones también se observa el número de capacitaciones con respecto al plan de mantenimiento y su costo. El costo de la capacitación se calculó consultando a un ingeniero especializado en mantenimiento preventivo en la ciudad de Jaén.

Tabla 83. Inversión en capacitaciones sobre el plan de mantenimiento

ITEM	Cantidad	Costo (S/.)
Capacitación al personal responsable del mantenimiento (sobre mantenimiento)	1	600

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2 Inversión para la propuesta del manual de funciones

En la tabla N°83 se muestra la inversión que se debe realizar para la capacitación sobre el manual de funciones a los colaboradores de la empresa, esta capacitación se basará en explicar a cada colaborador el objetivo de su puesto de trabajo, sus interacciones con personas externas e internas a la empresa y sobre todo sus funciones que desempeñarán. Esta capacitación será dirigida por el administrador de la empresa y en horario fuera de trabajo por lo cual el costo de esta capacitación será el costo de las 3 horas extras que se le pagará al personal, en las tablas N° 6 y 7 de anexos se especifica los costos.

Tabla 84. Inversión en capacitaciones sobre el manual de funciones

ITEM	Cantidad	Costo (S/.)
Capacitación al personal (sobre sus funciones en la empresa)	1	300

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3 Inversión para la propuesta de plan de requerimiento de materiales

La inversión que se realizará para la propuesta del plan de requerimiento de materiales, se basa en dos partes, la primera parte se observa en la tabla N°84, la cual consta en la adquisición de una computadora de escritorio para el maquinista, la cual sirve para la utilización de las diferentes herramientas de office que se serán usadas por el encargado, la segunda parte se observa en el tabla N°85 la cual es la capacitación sobre la elaboración del plan de requerimiento de materiales, este costo fue consultado con especialista sobre el tema.

Tabla 85. Inversión en equipos para el plan de requerimiento de materiales

Ítem	Cantidad	Costo(S/.)	Costo total (S/.)
Computadora de escritorio	1	1 900	1 900

Fuente: Ripley

Tabla 86. Inversión en capacitación para el plan de requerimiento de materiales

Ítem	Cantidad	Costo (S/.)
Capacitación al personal encargado de realizar el requerimiento de materiales (sobre MRP)	1	400

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.4 Inversión total

La inversión de total de este proyecto, comprende en dos partes, la primera es la inversión que se dará por única vez la cual consta de la compra de equipo (computadora), materiales para el mantenimiento y las capacitaciones en los 3 temas (Mantenimiento de las máquinas, manual de funciones y plan de requerimiento de materiales) el valor monetario de esta primera parte de la inversión es 3 200 soles, en la segunda parte se encuentra la inversión que dará cada año la cual es la compra de materiales para las actividades del plan de mantenimiento cuyo valor monetario es de 4 463 soles. En la tabla N°86 se muestra las dos partes de la inversión y su valor monetario.

Tabla 87. Inversión total

Inversión	Ítem	Costo (S/.)
Parte 1	Costos de capacitaciones y maquina	3 200
Parte 2	Costos de mantenimiento(materiales)	4 463

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Ingresos

Para determinar los ingresos anuales de los 5 años siguientes, se multiplicará los sacos pilados que aumentan con las mejoras propuestas por su precio. En la tabla N° 87 se observa los ingresos anuales por los sacos pilados que aumentaron.

Tabla 88. Ingresos por el aumento de sacos pilados

Año	Ventas (sacos)	Precio de servicio (S/.)	Ingresos (S/.)
2020	13 029	6,3	82 082,7
2021	11 829	6,3	74 522,7
2022	13 629	6,3	85 862,7
2023	12 429	6,3	78 302,7
2024	13 629	6,3	85 862,7

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Costos de producción por unidades incrementadas

Al disminuir el tiempo de paradas, se incrementará las unidades de pilado. Al incrementarse estas unidades, también aumentan el consumo del suministro de energía, materiales e insumos empleados en el proceso productivo. En la tabla N°88 se muestra la cantidad de sacos de arroz que aumentan por año, su costo unitario y costo total, en el año

1 su costo total de materiales es de 12 473,82 soles, del año 2 es 11 324,31 soles, del año 3 es 13 047,57 soles, del año 4 es 11 899,07 soles y por ultimo del año 5 sus costos de materiales es de 13 047,57 soles.

Tabla 89. Costos de producción

Año	Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Costo anual (S/.)
2020	Sacos de arroz blanco	13 029	Unidad	0,69	8 990	12 473,82
	Sacos de subproductos	701	Unidad	0,69	483,5	
	Sacos de polvillos	1 136	Unidad	1,01	1 147,6	
	Hilo	14 866	Gramos	0,017	252,7	
	Suministro				1 600	
2021	Sacos de arroz blanco	11 829	Unidad	0,69	8 162,01	11 324,31
	Sacos de subproductos	636	Unidad	0,69	4,38,9	
	Sacos de polvillos	1 032	Unidad	1,01	1 041,9	
	Hilo	13 497	Gramos	0,017	229,4	
	Suministro				1 452	
2022	Sacos de arroz blanco	13 629	Unidad	0,69	9 404	13 047,57
	Sacos de subproductos	733	Unidad	0,69	505,74	
	Sacos de polvillos	1 189	Unidad	1,01	1 200,46	
	Hilo	15 551	Gramos	0,017	264,36	
	Suministro				1 673	
2023	Sacos de arroz blanco	12 429	Unidad	0,69	8 576	11 899,07
	Sacos de subproductos	668	Unidad	0,69	461,21	
	Sacos de polvillos	1 084	Unidad	1,01	1 094,76	
	Hilo	14 181	Gramos	0,017	241,08	
	Suministro				1 526	
2024	Sacos de arroz blanco	13 629	Unidad	0,69	9 404	13 047,57
	Sacos de subproductos	733	Unidad	0,69	505,74	
	Sacos de polvillos	1 189	Unidad	1,01	1 200,46	
	Hilo	15 551	Gramos	0,017	264,36	
	Suministro				1 673	

Fuente: Elaboración propia

3.5.5 Flujo de caja

Ya determinados los ingresos y egresos de los 5 años, se realizó el flujo de caja económico, donde no habrá financiamiento externo, el capital para la inversión de la mejora será propio de la empresa piladora. En la tabla N° 89 se muestra el flujo de caja económico, como se puede observar la inversión se realizará en el año 1, debido a que es un monto manejable por la empresa y no necesita tener un periodo pre operativo, es por eso que se tendrá ingresos todos los años. La inversión parte 1 se realizará por única vez en el año 1, y la inversión parte dos que son los materiales que se necesitan para el plan de mantenimiento se realizará todos los años

Tabla 90. Flujo de caja

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>INGRESOS</u>					
Ingresos por aumento de pedidos atendidos	82 082,7	74 522,7	85 862,7	78 302,7	85 862,7
TOTAL INGRESOS	82 082,7	74 522,7	85 862,7	78 302,7	85 862,7
<u>EGRESOS</u>					
Costos de producción	12 473,8	11 324,3	13 047,6	11 899,1	13 047,6
Costos de capacitaciones y máquina	3 200	0	0	0	0
Costos de mantenimiento (materiales)	4 463	4 463	4 463	4 463	4 463
TOTAL DE EGRESOS	20 136,8	11 324,3	13 047,6	11 899,1	13 047,6
SALDO BRUTO (antes de impuestos)	61 945,9	63 198,4	72 815,1	66 403,6	72 815,1
Impuesto a la renta	18 583,8	18 959,5	21 844,5	19 921,1	21 844,5
SALDO (después de impuestos)	43 362,1	44 238,9	50 970,6	46 482,5	50 970,6
SALDO FINAL (Déficit/ Superávit)	43 362,1	44 238,9	50 970,6	46 482,5	50 970,6
UTILIDAD ACUMULADA	43 362,1	87 601,0	138 571,6	185 054,1	236 024,7

Fuente: Elaboración propia

3.5.6 Costo-beneficio

El análisis de costo beneficio se realizará con la siguiente formula:

$$\text{Costo} - \text{beneficio} = \text{Ingresos totales netos/costos}$$

Se realizó el costo-beneficio el cual en el año 1 será de 2,15; lo que quiere decir que por cada 1 soles invertido se obtendrá 1,15 soles de beneficio.

Tabla 91. Costo - beneficio

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad	43 362,1	44 238,9	50 970,6	46 482,5	50 970,6
Egresos	20 136,8	11 324,3	13 047,6	11 899,1	13 047,6
Costo/beneficio	2,15	3,91	3,91	3,91	3,91

Fuente: Elaboración propia

3.5.7 Periodo de recuperación

Finalmente se calculó el periodo de recuperación el cual es la inversión entre la utilidad neta del primer periodo. En la tabla N°91 se observa el periodo de recuperación el cual es de 5,5 meses.

Tabla 92. Periodo de recuperación

Ítem	Año 1
Utilidad	43 362,1
Egresos	20 136,8
PRI	5,57 meses

Fuente: Elaboración propia

IV. Evaluación de impacto de la propuesta

- El impacto social de la propuesta es el aumento del nivel de servicio a 98,57%, es decir que permitirá a la empresa cumplir con los pedidos de los clientes, también se verá reflejado en los nuevos conocimientos de los operarios gracias a las capacitaciones en los temas correspondientes a cada propuesta.
- El impacto legal de las propuestas se evidenciará en la prevención de multas por accidentes causados por las maquinas en mal estado, ya que con la propuesta del plan de mantenimiento se controlará de manera periódica a las máquinas.
- El impacto económico de la propuesta se ve reflejado en el incremento de la producción en 45 sacos por día, este aumento de producción nos generará una utilidad de 43 362,1 soles al año.

V. Conclusiones

- El nivel de servicio de la empresa se incrementó en 8,18% mediante 3 propuestas de mejora, las cuales son un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad, un manual de funciones y por ultimo un plan de requerimiento de materiales
- De acuerdo al diagnóstico de la situación actual del proceso productivo en la empresa piladora, se obtuvo un nivel de servicio de 91,11 % en el año 2019, este indicador se vio afectado debido a los 172 paros no programados del proceso productivo, utilizándose un total de 173,3 horas para repararlas, también se vio afectado por la falta de insumos (sacos) siendo un total de 4 560 sacos faltantes.
- Las propuestas de mejora fue la elaboración de un plan de mantenimiento que permite aumentar la disponibilidad de la maquinaria en 4,83%, debido a que disminuirá el número de paros no programados del proceso productivo en 9, también disminuirá el tiempo de paradas al año en 132 horas, haciendo todo esto que la producción aumente en 45 sacos por día, la segunda propuesta fue un manual de funciones que contribuirá al buen desempeño de cada operario con respecto a las funciones encomendadas por la empresa, y por último el plan de requerimiento de materiales nos ayudará a tener los materiales necesarios en el momento adecuado para su utilización.
- Para la propuesta de mejora, se realizó un análisis de costo- beneficio, la inversión que se requiere es de 7 663 soles, y se obtendrá como saldo final 43 362,1 soles; el coeficiente de costo- beneficio es de 2,15 soles, es decir que por cada sol invertido la empresa tendrá un beneficio de 1,15 soles. Esta inversión tiene un periodo de recuperación de 5,57 meses.

VI. Recomendaciones

- Se recomienda realizar análisis de proveedores de sacos, hilo pabilo y materiales de mantenimiento de maquinaria para empresas molineras de la ciudad de Jaén, con la finalidad de reducir sus costos.
- Elaborar proyectos de prefactibilidad en la planta para que la empresa tenga su propia marca de arroz puesto que Jaén es una zona arrocerera y cuenta con la materia prima.
- Realizar proyectos sobre los diferentes tipos de secado y su influencia en el rendimiento de las diferentes variedades de arroz sembradas en la ciudad de Jaén

VII. Referencias

- [1] Ministerio de Agricultura y Riego, «Observatorio de commodities: Arroz,» Lima, 2019.
- [2] Ministerio de agricultura y riego, «Minagri,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.minagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/223-la-agroindustria-molinera>.
- [3] Ministerio de agricultura y riego, «Ministerio de agricultura y riego,» Mayo 2019. [En línea]. Available: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/iv-censo-nacional-del-arroz>. [Último acceso: 27 Agosto 2019].
- [4] J. Diestra y L. y. G. R. Esquivel, «Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad(RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la maquina con mayor criticidad,» *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 4, n° 1, pp. 1-10, 2017.
- [5] M. Gasca y L. y. M. B. Camargo, «Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos criticos en el sector industrial,» *Información tecnológica*, vol. 28, n° 4, pp. 111-124, 2017.
- [6] E. Torres y Y. Roa Jhon y Ramirez, *Actualización de manual de funciones y perfiles de cargo por competencias para el mejoramiento de los procesos administrativos y operativos de la empresa televigilancia LTDA*, Neiva, 2019.
- [7] R. Khasanah y S. y. J. Zawiah, «Reliability-Centered maintenance (RCM) evaluation method in the industry application, case study: Fertilizer comany, Indonesia,» *Jurnal tekologi technoscintia*, vol. 8, n° 1, pp. 56-61, 2015.
- [8] C. Rojas y L. y. O. J. Saavedra, «Scheduling of internal materials supply operations in a pre-milling type concentrate food plant,» *Producción más limpia* , vol. 12, n° 2, pp. 147-158, 2017.
- [9] R. Vaughn, *Introducción a la ingeniería industrial*, 2 ed., Barcelona. España: Reverté S.A, 1988, p. 276.
- [10] J. Cruelles, *Stocks, Procesos y dirección de operaciones*, México D.F: Alfaomega, 2013 .
- [11] A. Mora, *Mantenimiento- Planeación, ejecución y control*, Bogotá: Alfaomega, 2009.

- [12] A. Raouf y S. y. D. J. Duffuaa, *Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control*, México: Limusa Wiley, 2012, pp. 29,33.
- [13] R. Gatica, *Mantenimiento industrial: Manual de operación y administración*, Mexico: Trillas, 2009.
- [14] L. y. T. F. Cuatrecasas, *TPM en un entorno Lean management*, Barcelona: Profit, 2010.
- [15] J. Moubray, *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*, vol. 2, North Carolina: Edwaeds Brothers, 2004, p. 7.
- [16] Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, *Análisis modal de fallos y efectos*, Madrid, España, 2004.
- [17] H. y. R. d. l. V. Gutierrez, *Control estadístico de calidad y seis sigma*, Mexico D.F: Mc Graw-Hill, 2013.
- [18] A. Poveda, *Aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para el desarrollo de planes de mantenimiento*, Guayaquil-Ecuador, 2011.
- [19] F. Gonzáles, *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*, Bogotá-Colombia: Ediciones de la U, 2014.
- [20] R. Alonso y A. y. A. S. Serrano, *La logística en la empresa agroalimentaria*, Madrid: Mundi-Prensa, 1999.
- [21] R. Ballou, *Logística, Administración de la cadena de suministros*, México: Pearson, 2004.
- [22] R. y. F. J. Companys, *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*, Mexico: Alfaomega , 1999.
- [23] H. García, *Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera*, Trujillo, 2016.
- [24] M. Da Costa, *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*, Lima, 2010.

VIII. Anexos

tabla 1. Tiempo de las fallas de las máquinas en el 2019

Máquina/Equipo	Falla	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Tiempo total de paro (minutos)
Elevador 1	Ruptura de la faja del motor	20			20			35			15			90
	Atascamiento residuos en la malla						34			33				67
Mesa pre-limpia	Ruptura de malla				27		27		27					81
	Desajuste de pernos	9	7		20				12			24		72
	Ruptura de pernos	40			86		132		88			89		435
Elevador 2	Ruptura de la faja del motor	25			20			26				27		98
Descascaradora	Desgaste de rodillos	320	172		344		86	348	142		174	208	356	2150
	Ruptura de la faja del motor	35			35				33				37	140
	Falta de lubricación del porta rodajes	48											96	144
Elevador 3	Desalineamiento del eje de la polea				60				60					120
	Ruptura de la faja del motor	39			39		39					41	37	195
Mesa Paddy	Ruptura de la faja del motor			40		50					31		29	150
	Atascamiento del arroz en la malla	48		60					46				56	210
Elevador 4	Ruptura de faja del motor	31		32		25		19		45		34		186
	Desgaste de rodillos	178	180		180	140	258	160	28	336	45	333	336	2174
Pulidora	Falta de lubricación del porta rodajes	35		36	60				55		66			252
	Desalineamiento del eje de la polea			126							39		89	254
Elevador 5	Ruptura de la faja del motor			65			65			65			65	260
	Desalineamiento del eje de la polea			49					41				60	150
Despedradora (Zaranda)	Ruptura de malla			156		140				195			133	624
	Atascamiento del arroz en la malla	73			72			35		90				270
	Alta vibración	57						37			45		98	237
Elevador 6	Ruptura de la faja del motor	20		49					64			61	46	240
	Desalineamiento del eje de la polea	42		48		35			32			87		244
Clasificadora de tamaño	Ruptura de malla		142		141			95		192				570
Elevador 7	Ruptura de la faja del motor		47		36		39		31			38		191
	Desalineamiento del eje de la polea		55		53				43			69		220
Selector de color	Falla de eyectores								224					224
Tubo de salida de cascarilla	Ruptura del tubo										350			350
Total		1020	603	661	1193	390	680	755	926	956	765	1011	1438	10398

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Número de faltas a su horario no descontadas en el 2019

Operarios	Número de faltas a su horario no descontadas
Almacenero	7
Vendedor-Toma de pedido	11
Asistente de contabilidad	9
Operarios de llenado y cosido	6
Cargadores	5
Total	38

Fuente: La empresa

Tabla 3 Total de descuentos en el año 2019

Descuentos	Total
Descuentos a colaboradores	130,00
Descuento por falta del maquinista	147,00
Total	277,00

Fuente: La empresa

Tabla 4 Hoja de información

Nombre de la máquina:			
Parte de la máquina	Función de la parte de la máquina (F)	Modo de fallo (FF)	Causas de fallo (FM)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Cronograma del plan de mantenimiento

Máquina	Tarea propuesta	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Pre-Limpieza	Limpieza de malla	1								1								1								1								1															
	Cambio de malla	1												1																1																			
	Verificar ajuste de pernos	1				1				1				1				1				1				1				1				1				1											
	Verificar estado de pernos	1								1				1				1				1				1				1				1				1											
Pulidora	Cambio de rodillos	2				2				2				2				2				2				2				2				2				2											
	Lubricación de porta rodaje	1				1				1				1				1				1				1				1				1				1											
	Verificación de alineamiento	1								1								1								1								1															
	Alineamiento de la polea	1																1								1								1															
Descascaradora	Cambio de rodillos	2				2				2				2				2				2				2				2				2				2											
	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
	Lubricación de porta rodaje	1								1				1				1								1				1				1															
Despedradora	Limpieza de malla	1								1				1				1				1				1				1				1				1											
	Cambio de malla	1												1												1								1															
	Verificación de ajuste de pernos	1								1								1								1				1				1				1											
Clasificadora de tamaño	Limpieza de malla	1								1				1				1				1				1				1				1				1											
Elevador 7	Cambio de faja	1												1												1								1															
	Verificación de alineamiento	1								1								1								1								1															
	Alineamiento de la polea	1																1								1								1															
Elevador 1	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
Elevador 2	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
Elevador 3	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
	Verificación de alineamiento de eje de polea	1								1								1								1								1															
	Alineamiento de la polea	1																1								1								1															
Mesa Paddy	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
	Limpieza	1								1				1				1				1				1				1				1				1											
Elevador 4	Cambio de faja	1								1								1								1								1															
Tiempo total (min)		436	0	0	0	115	0	0	0	167	0	0	0	264	0	0	0	227	0	0	0	115	0	0	0	376	0	0	0	155	0	0	0	187	0	0	0	304	0	0	0	127	0	0	0	115	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Costo por horas extras para capacitación

Operarios	Cantidad	Costo por hora normal	Costo por hora extra	Total por 3 horas extras
Llenado y cosido	2	8 soles/hora	12 soles/hora	36
Cargadores	2	8 soles/hora	12 soles/hora	36
Maquinista	1	7 soles/hora	10,5 soles/hora	31,5
Toma de pedido	1	5,7 soles/hora	9 soles/hora	26
Almacenista	1	5,7 soles/hora	9 soles/hora	26
Administrador	1	14,4 soles/hora	22 soles/hora	65
Asistente de contabilidad	1	4,4 soles/hora	7 soles/hora	20
TOTAL				240,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Costo por alquiler de proyector para capacitación

Ítem	Cantidad	Costo	Total
Alquiler de proyector	1	18,5 soles/hora	55,5
Movilidad	2	2 soles	4
			59,5

Fuente: Elaboración propia