

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



**Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz para incrementar la
productividad de empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC**

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

AUTOR

Milagros Mayela Irigoín Alarcón

ASESOR

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

<https://orcid.org/000-002-3893-0516>

Chiclayo, 2023

**Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz para
incrementar la productividad de empresa Agroindustrias Molinera
Santa Fe SAC**

PRESENTADA POR
Milagros Mayela Irigoín Alarcon

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Sonia Mirtha Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Absalon Rivasplata Sanchez
SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
VOCAL

Irigoín Alarcón

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

11%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

8%

3

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

parlamento-cantabria.es

Fuente de Internet

<1%

6

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.ufpso.edu.co

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.uis.edu.co

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

Índice

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos.....	12
Resultados y discusión.....	13
Conclusiones.....	37
Recomendaciones.....	38
Referencias.....	38
Anexos.....	41

Lista de tablas

Tabla 1: MP para el pilado de Agroindustria Molinera Santa Fe SAC.....	15
Tabla 2: Pérdidas económicas por avería promedio de equipos anual del 2017 -2021....	16
Tabla 3: Cursograma analítico en la empresa Agroindustria Molinera.....	18
Tabla 4: Descripción general del gráfico de actividades	20
Tabla 5: Resumen general del DAP de pilado	20
Tabla 6: Tabla resumen del balance de materia prima en el proceso de pilado	21
Tabla 7: Producción nacional de arroz cáscara y arroz pilado	24
Tabla 8: Resumen del plan de mantenimiento de las maquinarias	29
Tabla 9: Productividad actual y con mejora a través del mantenimiento	30
Tabla 10: Resumen de indicadores de producción y productividad del antes y después	31
Tabla 11: Incremento de ingresos del servicio de pilado de arroz en los años 2022 - 2026	32
Tabla 12: Incremento de ingreso de servicio de pilado de arroz del producto y subproductos en los años 2022 - 2026.....	33
Tabla 13: Resumen de costos y beneficios de las propuestas	34
Tabla 14: Flujo de caja	35

Lista de figuras

Ilustración 1: Diagrama de flujo del proceso de pilado	19
Ilustración 2: Resumen de la frecuencia de actividades de las maquinarias.....	29
Ilustración 3: Pronóstico actual de acopio de MP.....	32

Resumen

En este estudio, la empresa analizó su proceso de pilado de arroz en Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, el objetivo principal es incrementar su productividad. El análisis incluye el diagnóstico del estado actual de la empresa, lo que permite identificar problemas que reducen la productividad del proceso mediante indicadores de la producción y la productividad; donde las actividades del proceso de pilado están determinadas por el DAP para su estudio. Se determinó que la principal restrictiva es el cuello de botella con una duración de 623 min en la etapa de secado y una baja eficiencia de 56,57%; otro restrictivo es la ausencia de mantenimiento preventivo, originando fallas en gran número en un promedio anual el periodo 2017-2021 de 172 fallas y tiempo de paradas totales de 599 horas.

Asimismo se propuso implementar tecnología en el proceso de pilado, máquina de secado y transporte de arrastre, que va a disminuir el cuello de botella y aumentar la eficiencia; también un programa de mantenimiento preventivo para reducir y prevenir averías en todas las etapas en otros años; resultando con las propuestas que la productividad total fue aumentada en 65,52%, la eficiencia a 69%, y esto tuvo incremento en distintas productividades como la de materia prima de 0,011 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara a 0,013 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara, disminuyó la capacidad ociosa de 491 a 278 sacos de arroz pilado/día. En el cual su beneficio costo con las propuestas plateadas es de 0,1129 soles por cada sol invertido.

Palabras clave: Eficiencia, Productividad, Pilado de arroz, mantenimiento preventivo

Abstract

In this study, the company analyzed the process of piling rice in Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, the main objective is to increase its productivity. The analysis includes the diagnosis of the current state of the company, which makes it possible to identify problems that reduce the productivity of the process through indicators of production and productivity; where the activities of the piling process are determined by the DAP for its study. It was determined that the main limiting factor is the bottleneck with a duration of 623 min in the drying stage and a low efficiency of 56.57%; another restrictive factor is the absence of preventive maintenance, causing failures in large numbers in an annual average for the period 2017-2021 of 172 failures and a total stoppage time of 599 hours.

Likewise, it was proposed to implement technology in the piling process, drying machine and drag transport, which will reduce the bottleneck and increase efficiency; also a preventive maintenance program to reduce and prevent breakdowns in all stages in other years; Resulting with the proposals that the total productivity was increased by 65.52%, the efficiency to 69%, and this had an increase in different productivities such as that of raw material from 0.011 bags of pounded rice/kg paddy rice to 0.013 bags of pounded rice/kg paddy rice, the idle capacity decreased from 491 to 278 bags of pounded rice/day. In which its cost benefit with the silver proposals is 0.1129 soles for each sol invested.

Keywords: Efficiency, Productivity, Paddy rice, preventive maintenance

Introducción

De acuerdo con estadísticas de la FAO, el segundo cereal más producido es el arroz a nivel mundial con 741 500 000 t, superando al maíz con 1 000 000 000 t y al trigo 713 000 000 t. [1] Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el Perú el arroz en cáscara su producción, en el mes de marzo finalizó con 263 395 t, las cosechas fueron un 14,3% inferiores a las reportadas en marzo de 2020 debido a cosechas menores y escasez de agua [2].

De acuerdo con el análisis generado se puede ver que la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC dedicada su 100% al servicio de pilado de arroz presentó un déficit de producción en el análisis realizado en el periodo 2017- 2021. La productividad de MP de la empresa evidenció un 71%, debido a que el personal fue insuficiente y por faltas de capacitación al personal para que desempeñe las funciones dentro de la empresa. Asimismo, de acuerdo con los indicadores de capacidad de la empresa, en el año 2017 obtuvo un total 11 048 sacos de arroz pilado que representó un 16% expresándose en pérdidas económicas y ello debido a las paradas en la actividad por fallas en la maquinaria, por el mismo hecho que la empresa no contaba con plan de mantenimiento, lo realizaban de manera empírica. Asimismo, la empresa solo disponía con una máquina Pre- limpia, pero no tenía un área de control de calidad, ya que hacía falta una maquinaria secadora de arroz cáscara que permitió a la producción de arroz generada, mejorar los estándares de calidad y el personal sea eficiente para ejecutar sus labores.

Asimismo, en los últimos 5 periodos (2017 – 2021) presenta un total de ingresos de S/40 290 000,00. Respecto al análisis económico presenta una tendencia variable, siendo el año 2021 que representa el mayor volumen de ingresos de S/9 492 000,00 equivalente a un 24 % del total, viéndose un descenso equivalente del 30,16 % respecto al año 2017, un 23,95% al 2018, un 6,64% al 2019 y de 17,79% respecto al 2020; donde el índice de ingreso de servicio de pilado de arroz con el que cuenta la empresa se vio afectado por la ineficiencia del personal y del proceso.

Por ello, se efectuó una investigación y búsqueda de análisis sobre las deficiencias que afectaban la productividad de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC Lambayeque 2017, con la finalidad de comprender la problemática de la empresa, se planteó la siguiente pregunta: ¿En qué medida la propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz en la Empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC incrementará la productividad?

La presente investigación se realizó debido a que diversos estudios de investigación nacional e internacional concluyen que hay una deficiencia en la gestión de procesos y producción del arroz a nivel mundial, asimismo pudo verse que la calidad de arroz no era buena a través de índices de producción y productividad que las empresas agrícolas brindaban en su materia

prima, motivo por el cual los grandes consumidores están optando por comprar arroz proveniente de ciudades aledañas. Diversas empresas se encuentran en constante problemática del sector agroindustrial en relación con los niveles de productividad, gastos de operación y uso inadecuado de los recursos utilizados. La investigación se basó en el análisis del proceso productivo de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, tuvo como resultado que los índices de producción y productividad incrementaran por ende mejoró la productividad.

La finalidad de esta investigación es optimizar la productividad de Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC en el proceso de producción de arroz; teniendo en su proceso productivo problemas de pilado proponiendo mejoras y obtener valor agregado con su incremento de productividad y permitir un proceso eficiente en la molinera. Del mismo modo evitar la contaminación del medio ambiente dentro del proceso de pilado.

El objetivo general de la investigación es incrementar la productividad de Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC mediante la propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz, teniendo como objetivos específicos analizar la situación actual del proceso de pilado de arroz en la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, elaborar la propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz en la Empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC y evaluar el beneficio-costos de la propuesta de mejora.

Revisión de literatura

Según la Fundación Española de Nutrición [2], el arroz presenta altos grados de almidón de acuerdo con las características del producto, además la productividad y la calidad que las empresas agrícolas están brindando son bajas. Las causas de esta baja productividad es que no existen estrategias como las capacitaciones, control de calidad y plan de mantenimiento, además existe un daño al medio ambiente por la eliminación de cascarilla, contando que existe un personal insuficiente e ineficientes de acuerdo con el rendimiento que brindan, con final para maquinaria hay fallas es por ello ocasiona retraso en la producción.

La productividad, relación entre las salidas (bienes o servicios producidos) y las entradas (insumos utilizados) utilizados para producir bienes y servicios. [3]; también existen parámetros que pueden influir la productividad desde diferentes áreas, estos son la productividad económica, las materias primas y los recursos humanos; por ello, es importante los indicadores de producción y planes para la mejora continua de la empresa, que puedan generar una ventaja competitiva sostenible, haciéndola competitiva [4]. Abarcando así a la capacidad que es reconocida como la producción o la cantidad de unidades que un sistema puede generar, almacenar, o administrar en un determinado periodo; en la cual están las diferentes capacidades como la proyectada, real, utilizada, ociosa y está la utilización [3]. Según Chiavenato (1999), la eficiencia es el resultado de concretar metas en base al uso adecuado de los recursos

disponibles, es decir hacer lo correcto; se basa en la implementación adecuada de las metodologías de trabajo durante la realización de las tareas, con la menor cantidad de recursos establecidos.

La relación que existe entre productividad y pilado de arroz es el modo en que una empresa productora de arroz pueda aumentar el nivel de ganancias establecido a través del incremento de los índices de productividad, identificándose una mayor producción en función de las horas de trabajo generadas. Según Niebel y Freivalds [5] expresan la importancia de esta desde el enfoque de la economía y la práctica, los cuales generan transformaciones en los procesos industriales y los negocios, a través de los cuales se generan en el mercado y en la manufactura el proceso de globalización, gracias al uso e implementación adecuada de las nuevas tecnologías. El mantenimiento de las maquinarias es un conjunto de acciones destinadas a mantener, prevenir y mejorar aspectos de un sistema (maquinarias, etc.), establecimientos (viviendas, etc.). Este puede tener distinto fin como productividad, confort, seguridad, salubridad e higiene, u otro que nos permite evitar, reducir y reparar fallas sobre los bienes y servicios [6]. Además, se han realizado diversos estudios para confirmar cómo mejorar el proceso de molienda del arroz para aumentar la productividad a nivel nacional e internacional.

Ramos y Tantaleán [7] en su estudio, tuvo como objetivo generar una propuesta de mejora en los procesos de pilado de arroz para incrementar la productividad. La investigación fue de enfoque cualitativo, con diseño descriptivo- aplicado no experimental. Propusieron implementar las herramientas de Lean Manufacturing, en su muestra aleatoria estuvo compuesta por los recursos pertenecientes al área de producción de la empresa. Concluyeron que a partir de la propuesta los índices de productividad fueron incrementados, en un porcentaje equivalente al 35%. Al analizar la relación beneficio – costo en la propuesta se obtuvo que la empresa obtenía beneficios del 82%. Contribuye para verificar los diferentes métodos aplicables para un mismo fin de incrementar productividad a través de los mismos indicadores.

Cuzquen [8] en su investigación, su objetivo fue el desarrollo de plan de mantenimiento para maquinaria y evitar pérdida de tiempo durante la producción, la metodología implementada fue el plan de mantenimiento y compra de equipo de secado, investigación de tipo aplicada-descriptiva con un enfoque cuantitativo. Los resultados demostraron que la aplicación de la propuesta mostró incremento en la productividad de 1,28%. Así mismo la relación costo- beneficio en la propuesta fue de 1,1. Concluye, determinando la importancia de generar una constante evaluación a la productividad, costos y hacer uso eficiente de las maquinarias. Así mismo se reconoce que contribuye con sus metodologías planteadas.

Muñoz [9] en su estudio, su objetivo fue aumentar la productividad del proceso pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C, utilizó metodología aplicada, implementando

tecnología y plan de mantenimiento preventivo donde uso técnicas de observación y tormenta de ideas. Los resultados demostraron que la eficiencia del Molino aumentó en un 12,78%, aumentando así la productividad total un 46,88%. Asimismo, la reducción de la capacidad ociosa de 302 a 142 sacos de arroz pilado por cada día. Concluye que el uso de nuevas tecnologías durante la etapa de secado incrementó los índices diarios de producción en 22,82%, expresándose en 2,44 soles por cada sol invertido como beneficio. Contribuye para verificar las metodologías propuestas y los indicadores de producción y productividad.

Najar y Álvarez [10] en su estudio, objetivo fue mejorar la eficiencia del proceso de arroz mediante el cambio de tecnología y consumo de energía; su metodología fue usar energía hidráulica en una nueva línea de producción y horno secador con cascarilla de arroz, asimismo tuvo como resultado una reducción del tiempo de producción de 93,7% y en reducción de tiempo de secado en 98,7%. Este contribuye en una de su metodología del horno y así comparar sus resultados de tiempos de reducción.

Reaño [11] en su estudio, el objetivo fue una propuesta para incrementar la productividad del proceso de molienda de arroz de Molino Latino SAC, su objeto de estudio fue descriptiva, su metodología fue estudio de tiempos, trabajo y movimientos, planteó introducir un secador en lo cual incrementó productividad de S/.17,53 kg/h a S/.28,04 kg/h, con eficiencia de 96,15%; este estudio contribuye a una comparación de indicadores por su metodología implementada.

Rivadeneira y Bustamante [12] en su estudio, el objetivo fue conocer las características de la gestión de calidad y el uso del planeamiento estratégico en el mejoramiento de la producción de las micro y pequeñas empresas piladoras de arroz en la provincia de Lambayeque año 2020, con tipo de investigación aplicada cuantitativa de nivel descriptivo, tuvo como resultado que el 60% de los encuestados ven el perfil de las empresas de gran importancia para la calidad de sus productos del mismo modo la gestión empresarial, su conclusión se identificó el diagnóstico interno del proceso productivo teniendo los problemas en el área de secado y la definición de las características de calidad y ejecución del planeamiento estratégico, este estudio contribuye en el problema del cuello de botella de los molinos.

Mendoza y Valdivieso [13] en su estudio, tuvo como objetivo proponer mejoras en el proceso de molienda de arroz para incrementar rentabilidad de la Empresa Molino Agroindustrial San José S.R.L., el objeto de estudio fue de análisis del proceso, su metodología que plantearon fue el programa de capacitación, programa de mantenimiento, implementación de tecnología, indicadores y herramientas de control, y mejora por falta de procedimientos activos, del mismo modo tuvo como resultados con un VAN de 64 778,42 soles, TIR con 27,36%; contribuye en su objeto de estudio y algunas metodologías planteadas.

Puelles [14] en la investigación, su objetivo fue desarrollar un plan de mejora continua del proceso de molienda de arroz para acrecentar la productividad en el molino Despensa Peruana S.A., su tipo y diseño de investigación fue aplicada, no experimental-Cuantitativa y descriptiva, aplicaron su metodología de PHVA, las 5S y plan de mantenimiento preventivo, del mismo modo los resultados fueron aumento de productividad de materiales en 5,2% y productividad de maquinaria de 25,7%, en conclusión asumieron un costo beneficio de 1,72. Contribuye su metodología del plan de mantenimiento y sus resultados de costo beneficio para comparar.

Zamora [15] en su estudio, su objetivo es una propuesta que contribuya a mejorar la productividad del proceso de pilado de arroz utilizando herramientas de Lean Manufacturing, su objeto de estudio fue documental, fuentes primarias y secundarias, de campo y observación sistemática, las metodologías que emplearon fueron las 5S, mantenimiento productivo total (TPM), teniendo como resultado una eficiencia del 89,28% con un TIR de 51,68% y costo beneficio de 2,38 en cual su beneficio es de 1,38 soles. Contribuye ellos indicadores económicos como resultado como una mejora de productividad del proceso de pilado de arroz. Bustamante [16] en su investigación, el objetivo fue plantear la gestión de mantenimiento preventivo de la línea de molienda de arroz para incrementar la productividad de la empresa Induamérica Trade S.A., su objeto de estudio de tipo descriptivo – cuantitativo, diseño no experimental, su metodología implementada fue las 5S y 2 pilares del TPM, resultaron la eficiencia incrementada de 80,51% con un costo beneficio de 1,54. Este contribuye a que su objetivo sea una comparación con la metodología propuesta.

Materiales y métodos

Aplicado las herramientas de recopilación de datos, se procedió a analizarlos y validarlos, con el fin de que el trabajo de investigación brindó la información necesaria y concreta que permitirá sacar adelante el estudio. Se utilizó las herramientas informáticas como el uso de Word, Excel y Visio, como también el uso de herramientas estadísticas que permitieron tabular, analizar e interpretar los datos obtenidos. Finalmente se realizó la planificación de la viabilidad, donde se detalló como determinar cada uno de los objetivos propuestos:

Para el primer objetivo: Para realizar la evaluación del análisis de la actual situación del proceso de pilado de arroz de la empresa, fue a través de factores que afectan en la baja productividad de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, para ello se realizó una investigación exploratoria y descriptiva lo que permitió la recolección de datos de cada etapa, operarios y máquinas, al final del estudio y toma de tiempos del proceso de pilado; recopilando información a través de la observación y análisis documental de la empresa, también se tuvo en

cuenta la medición de tiempos utilizando el cronómetro, su modelo Marathon Adanac 3000 con un precio de 53 soles [17].

Asimismo, se realizó el análisis donde se aplicó la metodología de ingeniería de métodos con sus técnicas de estudio de tiempos, donde se utilizó el método del “Time Study Manual De los Erie Works de General Electric Company” [18], para lo cual se determinó el tamaño de muestra. Este tratamiento de información fue basado en analizar la distribución de áreas del proceso de pilado y los problemas más relevantes de la empresa como las paradas de máquinas, los tiempos en las etapas del proceso de pilado con la finalidad de identificar la ubicación de las áreas y movimientos de operación, además de determinar los actuales indicadores del proceso de pilado y el impacto de las causas de la productividad baja a través de diagrama de causa- efecto [19], la cantidad y tiempo de fallas de las máquinas, tiempo de duración en cada etapa del proceso de pilado, reconociendo el cuello de botella y las actividades improductivas.

Para el segundo objetivo: Para acrecentar la productividad de la empresa se desarrollaron propuestas de mejora y el programa se basa en un programa de mantenimiento preventivo [20], al adoptar un enfoque proactivo para mantener y mejorar el estado de la máquina, dedicar recursos al mantenimiento preventivo puede evitar reparaciones mayores y más costosas con el tiempo. Además del uso de tecnologías está asociado a la planificación, implementación, control y mejora continua, luego del mismo modo se determinó los nuevos indicadores.

Para el tercer objetivo: Se evaluó el beneficio - costo de propuestas de mejora para Agroindustria Molinera Santa Fe SAC para analizar el proceso, valoración de los costos y beneficios, así se llegó a saber si el plan de mejora trae consigo beneficios económicos. Se realizó un análisis de los costos a través de análisis documental por ser una propuesta, además, fue necesario calcular el VAN, B/C, TMAR, TIR y el ROI.

Resultados y discusión

Diagnóstico del estado de la empresa

La empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, Lambayecana, dirigida al servicio del pilado de arroz y su comercialización, con rubro de Industria Molinera, su RUC de 20606438371, con 7 años en campo laboral, es de tipo empresa de Sociedad Anónima Cerrada, con CIUU de 15316, sus actividades son la elaboración de productos de molinería y servicio de pilado, ubicación Carretera. Panamericana Norte Km.776, en Lambayeque-Perú.

Descripción del sistema productivo

Producto

Descripción del producto: En el molino Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, sus principales productos de pilado son el arroz clasificado, despuntado y superior de peso por saco de 50kg,

considerado el producto de mayor consumo y denominado según la región de Lambayeque el mejor arroz pilado superior. Según el numeral 4.2.2 de la NTP 205.011; la longitud del grano en largo es mayor de 7 mm, corto menor de 6 mm y mediano de 6 a 7 mm.

Para la ficha técnica las principales características generales son:

Denominación: Arroz pilado superior – elaborado grado 2 (Superior) y técnica Oryza sativa L.

Unidad de medida: kilogramo (kg)

Instrucción general: Es el grano sin cáscara de la especie de Oryza sativa L. para las que se han eliminado, en parte o en su totalidad mediante el procesamiento del salvado y el embrión

Características Fisicoquímicas: Granos rojos:0% máx., Granos tizosos totales: 3%, Granos tizosos parciales: 7%, Quebrado: 15%, Humedad: 13%, Blancura: 37° kett, Materia extraña: 0,25% máx. y Granos dañados: 1% máx.

Propiedades sensoriales: Su sabor agradable, color blanco cremoso traslucido, olor características, tamaño de 7 x 2 a 3 x 1,5 mm y textura bien pulido.

Subproductos

Arroz integral: Es el resultado de la máquina del Mesapadi en donde separan arroz en cáscara y el arroz integral en la etapa del descascarado.

Polvillo: Se encuentra como resultado en la máquina de la pulidora de agua, el arroz es blanqueado por la máquina usada a través de fricción y afilador; en efecto del polvillo que consiste en la cutícula, el embrión y otras partes del grano.

Arrocillo: Es subproducto final obtenido de la etapa del clasificador, el arrocillo sus características es grano partido mayores e iguales a $\frac{1}{4}$ de la longitud del grano y el máximo contraste se logra mediante la manipulación física del arroz.

Ñelen: Es subproducto final de la etapa del clasificador, en lo cual se obtiene los granos quebrados tienen menos de $\frac{1}{4}$ de la longitud del grano con la constante más alta.

Descarte/Rechazo/Puntilla:

Es el subproducto final de la etapa de la selección, este producto obtenido sirve como alimento para ganado.

Desechos: El desecho que se obtiene es la pajilla o también llamada cascarilla, en lo cual es botada, quemada o vendida en algunas ocasiones.

Desperdicios: En el pre limpia –separan las impurezas, las piedras, pajas y pitas de rafia.

Recursos del proceso

Materia prima: La cascarilla de arroz tiene poder calorífico alto y se puede usar para hornos en forma de combustible, tiene un alto contenido de humedad de 19% a 23% y los granos de arroz se vuelven quebradizos y decolorados en el proceso de molienda.

Tabla 1: MP para el pilado de Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Materia prima (t)	
AÑO	Arroz en Cáscara
2017	21 068
2018	22 289
2019	26 526
2020	24 789
2021	27 986
Total	122 658

Fuente: Elaboración propia – Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

En la tabla 01, la materia prima ingresada 2017 al 2021, donde la recepción con mayor cantidad de 27 986t de arroz en cáscara es en el año 2021.

Materiales indirectos:

- *Sacos de polipropileno:* Es el envase del arroz pilado del cual su material es de polipropileno de color transparente con un soporte de 50kg.
- *Hilo pabilo:* Se utiliza para coser y dar por culminado al saco de arroz de 50kg
- *Pallets:* Es para almacenar, como soporte para apilar la carga de los sacos de arroz pilado

Mano de obra:

La empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC tiene al gerente que es ingeniero capacitado, dos administradoras capacitadas, jefe de seguridad no capacitada y jefe comercialización que es el gerente especializado con ayuda de sus hermanos sin capacitación, en jefe de planta es un ingeniero capacitado, en el caso de los operarios no son capacitados porque contratan de acuerdo con los días o la labor que requieren y los choferes especializados.

Teniendo en Anexo 1 y 2, el organigrama del personal y recursos humanos de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC del periodo 2017-2021, siendo un total de 13 personal de recursos humanos y 9 operarios.

Maquinaria:

El diagnóstico dado es en el periodo del 2017 - 2021 referente a las maquinarias en las etapas del proceso de pilado de arroz que se ha dado sobre el tipo, función y las especificaciones técnicas que poseen estas, las cuales son características que involucran para luego tener en cuenta el registro de fallas en estas maquinarias de acuerdo con su utilización.

En el Anexo 3 y 4, se determinó que la empresa no cuenta con programa de mantenimiento preventivo o correctivo eficiente, lo cual genera paradas en los periodos de trabajo y mermas en el nivel de producción, la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC su capacidad de producción actual es de 1 429 sacos de arroz molido por día y la entrada por el servicio de apilado de arroz es de 8 soles por saco, trabajan 8 horas al día.

Tabla 2: Pérdidas económicas por avería promedio de equipos anual del 2017 -2021

Áreas del proceso de pilado	Número de fallas promedio anual	Frecuencia relativa	Tiempo de paradas de la máquina (horas)	Pérdida económica	Porcentaje (%)	Clasificación
Descascarado	64	37%	265	S/383 720,00	44%	Vital
Pulido	52	30%	150	S/217 200,00	25%	Importante
Selección del arroz	13	8%	55	S/79 640,00	9%	
Pre-limpia	25	15%	54,5	S/78 916,00	9%	Trivial
Clasificador	15	9%	44	S/63 712,00	7%	
Selección	3	2%	30,5	S/44 164,00	5%	
TOTAL	172	100%	599	S/867 352,00	100%	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con las frecuencias anual se puede observar que el 69% de los errores están en el área de descascarado y pulido, además, las pérdidas económicas por daños mecánicos ascendieron a 867 352 soles., en lo cual es de causa vital en el área de descascarado con un 44%, en el cual prosigue en el área de pulido con un 25% siendo de importancia y las áreas de selección de arroz, Pre-limpia, Clasificador y Selección son causas triviales estas fallas conforman un 30%.

Suministros:

- Agua Potable: Es necesaria sobre todo para la pulidora de agua, es proveída EPSEL S.A.
- Energía eléctrica: Es de gran importancia, en el proceso de pilado de arroz es dado por la energía eléctrica en las máquinas, que la fuente es por la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A.

Descripción del proceso

Recepción y pesado: El arroz en cáscara llega al molino de las diferentes zonas de la selva y costa; luego pasa a ser pesado en la balanza electrónica, en la ficha técnica teniendo en cuenta la humedad del arroz en cáscara que llega, luego se realiza la descarga de estos camiones.

Secado: El arroz en cáscara descargada se destiende al aire libre en saquitos negros (natural) y se reposa algunas horas dependiendo el grado de humedad que tenga en producto descargado, teniendo al arroz en cáscara de la selva con un grado de humedad de 27% hasta un 35% y los de la costa con 18 a 19%; deben llegar a un grado de humedad óptimo de 12% a 14%.

Almacenamiento de enfriamiento: Asimismo, luego del secado se carga en saquitos negros, y es almacenado en lugares diferentes de acuerdo con el propietario de la materia prima que corresponda, hasta la espera de la siguiente etapa.

Pre-limpia: Seguidamente el arroz del almacenamiento es situado en la tolva a través del elevador 01 es llevado a la zaranda vibratoria para que a la siguiente etapa no vaya con residuos contaminantes, son pasados por mallas para que el producto final quede un arroz en cáscaras sin impurezas, y estas son llenados en sacos llamados los desperdicios.

Descascarado: Al tener un arroz en cáscara sin impurezas del proceso de Pre -limpia pasa por al descascarado, que trata mediante rodillos que su eje es de forma inversa su giro, teniendo como resultado la cascarilla del arroz y el arroz integral, culminando esta etapa transportando la pajilla del arroz por el circuito descascarado fuera del proceso de pilado y con elevador 02 llevar el arroz integral hacia la siguiente etapa.

Selección del arroz: Con la llegada del arroz integral de la etapa del descascarado, en el descascarado no hace al 100% su función, por ello se utiliza en esta etapa al mesapadi que separa algunos granos de arroz con cáscara que están mezclados con el arroz integral, se realiza a través de movimientos vibratorios y los aún granos de arroz con cáscara regresan a la descascaradora para repetir la etapa.

Pulidora de piedra: A través del elevador 03 hace su transporte el arroz integral sin materias contaminantes (pajilla), se pule el arroz integral a un 60%, ya que funciona a fricción, luego es pasado a la pulidora de agua

Pulidora de agua: En esta etapa el arroz es pulido 100%, con uso de fricción con agua, teniendo como resultado un arroz brillante y lustrado, también está el subproducto del polvillo que es transportado por un conducto de la máquina para que luego sea envasado en sacos para su venta.

Clasificador: Por medio del elevador 04 se transporta el arroz pulido hacia la zaranda rotativa en lo cual a través de una malla se hace la separación de los subproductos del ñelen y el arrocillo para que luego se envasado en sacos para su venta.

Selección: Separar los granos manchados, no tienen el color, tizoso, entre otras. El resultado de esta etapa es arroz de $\frac{3}{4}$ y el subproducto del arroz rechazo es enviado por el elevador 07 para su envase en sacos para su venta.

Ensayado: Después de la etapa de selección de arroz $\frac{3}{4}$ es pasado por el elevador 06 hacia las balanzas del peso y se realiza el ensacado con el cosido del saco usando el hilo pabilo, teniendo en cuenta que el peso es de 50kg.

Almacenamiento: Después de la etapa del ensacado es trasladado hacia el almacén que se coloca 100 sacos de 50 kg por cada pallet, y será esperado hacia su entrega del dueño del arroz.

Análisis del proceso

Para realizar el análisis del proceso del pilado se tuvo en cuenta la muestra de los tiempos de las etapas del proceso, a través de un cursograma analítico, estableciendo el tamaño de la muestra con el estudio establecido por el método de General Electric (Anexo 5) para determinar el aproximado de número de ciclos a observar en el proceso.






Estudio de tiempos:

Primero se realizó un ciclo observado y cronometrado al proceso de pilado en hora determinada de funcionamiento, se trabaja 8 horas al día. Según el Anexo 6, indica en la medición del tiempo en el proceso de pilado es de 684,80 min, por lo que se deberá hacer 3 ciclos de observación en base a General Electric.

Cursograma analítico:

Se compone de un total de 23 actividades entre las que podemos contar, operaciones (9), inspección (2), transporte (9), operaciones combinadas (1) y almacenamiento (2). Las mismas se llevan a cabo en un periodo de 690,37 minutos, lo que nos permitirá reconocer el cuello de botella durante la etapa de secado, está detallada Anexo 7.

Tabla 3: Cursograma analítico en la empresa Agroindustria Molinera

Operario/material/equipo		RESUMEN						
Diagrama N°: 1	Hoja N°: 1	Actual	Prop	Econ				
Objeto: Pilado de arroz	Actividad							
	Operación	653,97						
	Transporte	3,8						
Actividad: Procesos	Operación- Inspección	29,5						
	Inspección	3,1						
	Almacenamiento	-----						
Método: Actual/Propuesto	Distancia	690,37						
Lugar: Empresa AGROINDUSTRIAS MOLINERA SANTA FE SAC	TIEMPO	690,37min						
DESCRIPCIÓN	D	T (min)						Observaciones
1 Operación		653,97	9					Ingredientes
2 Inspección		3,8		2				
3 Transporte		29,5				9		
4 Operación- Inspección		3,1			1			Inspección
5 Almacenamiento		-----					2	
Total		690,37	min					

Fuente: Elaboración propia – Empresa Molinera Agroindustrias Santa Fe SAC

Después de realizar el cursograma analítico se procede a dividir de acuerdo con las dos partes que contiene que es el del secado y el circuito de pilado.

- Secado: En esta etapa contiene las actividades desde recepción y pesado, hasta traslado a pre limpia.
- Circuito de pilado: En esta etapa contiene las actividades desde la Pre limpia al almacenamiento de sacos de arroz.

En el Anexo 8, se recalca que después de realizar el tiempo promedio de la muestra de ciclo observado en el proceso de pilado de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC es de 46,27 min, y fue determinado mediante el método de General Electric tomando en cuenta la cantidad de ciclos observados promedio que fueron 3 por lo que está en un promedio de tiempo de ciclo total en minutos de 40 o más; en lo que se concluye que es adecuado el estudio preliminar de muestras ejecutada. En la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC para la entrada al Pre limpia se realiza a través de lotes, en el cual un lote esta dado por 40 sacos de arroz en cáscara de 50 kg, en el cual su ingreso será de 2 000kg, en los tiempos expresados en minutos de cada etapa que compone el proceso de pilado de arroz.

Diagrama de flujo del proceso de pilado de arroz:

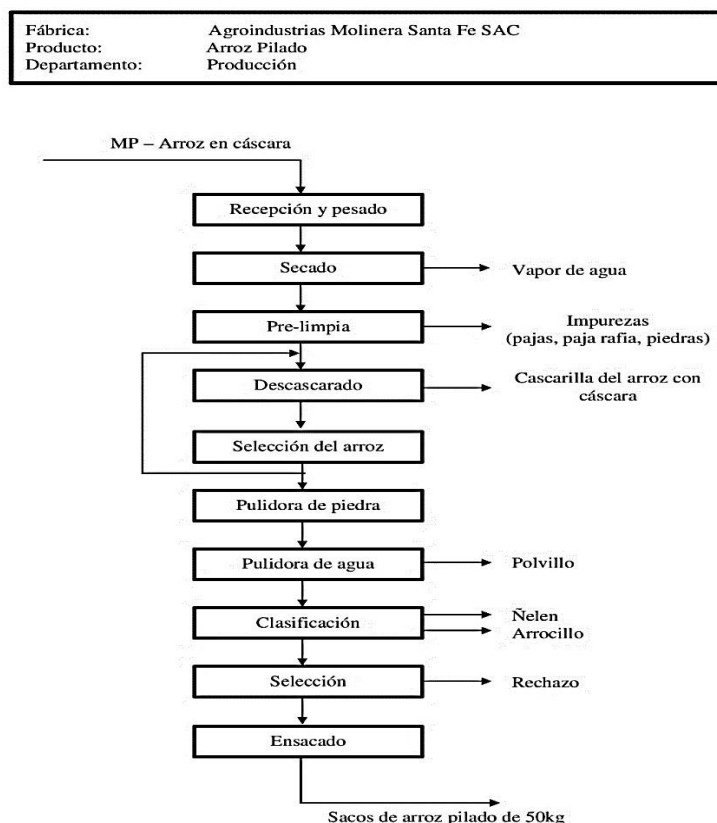


Ilustración 1: Diagrama de flujo del proceso de pilado

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Diagrama de operaciones del proceso (DOP):

En este diagrama (Anexo 9) representa las actividades con la secuencia formulada y tiempos de duración. La Tabla 4 muestra una descripción general del diagrama de flujo del proceso de apilamiento con un tiempo total de 11 actividades de 660,87 min.

Tabla 4: Descripción general del gráfico de actividades

RESUMEN GENERAL			
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	○	9	653,97
Inspección	□	2	3,8
Operación- inspección	◻	1	3,1
TOTAL		11	660,87

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz (DAP):

En el Anexo 11 muestra la secuencia, transporte, inspección, demora y almacenamiento de todas las operaciones que es la representación gráfica que ocurren en el proceso de molienda del arroz. En la tabla 5 se muestra la síntesis del DAP, en lo cual resulta que se tiene 23 actividades operativas trabajan en un tiempo de 690,37 min.

Tabla 5: Resumen general del DAP de pilado

RESUMEN GENERAL			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	○	9	653,97
Inspección	□	2	3,8
Operación- inspección	◻	1	3,1
Transporte	➡	9	29,5
Almacenamiento	▽	2	
TOTAL		23	690,37

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Asimismo, de acuerdo con las actividades finales resultantes, se calculará las actividades productivas e improductivas, mediante el análisis logramos identificar y hallar los indicadores de actividades productivas e improductivas.

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{653,97 + 3,8 + 3,1}{690,37} \times 100 = 95,73\%$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{29,5}{690,37} \times 100 = 4,27\%$$

Como puede verse en el análisis de la aplicación de las fórmulas que el porcentaje de actividades productivas equivalen al 95,73%, mientras que en el caso de actividades improductivas es equivalente al 4,27%. De acuerdo con los datos brindados por la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, el ciclo de producción se tiene 2000kg en lotes de 40 sacos de arroz en cáscara, se necesita un tiempo aproximado de 11,51 h.

$$690,37 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 11,51 \text{ h}$$

Balance de materia prima en el proceso de pilado de arroz:

En este balance (Anexo 10) nos indica la cantidad de materia prima que ingresa y se tiene como subproductos e insumos y resultando la cantidad del producto final terminado que se requiere.

Tabla 6: Tabla resumen del balance de materia prima en el proceso de pilado

ACTIVIDAD	MP INGRESA (KG)	MP SALIDA (KG)	% DE PÉRDIDA DE PRODUCTO FINAL
Recepción y pesado	2000	2000	0%
Secado	2000	1992,58	0,37%
Pre limpia	1992,58	1951,04	2,08%
Descascarado	1951,04	1559,71	20,06%
Pulido	1559,71	1358,92	12,87%
Clasificación	1358,92	1142,48	15,93%
Selección	1142,48	1131,32	0,98%
Ensacado	1131,32	1131,32	0%

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

En esta tabla se observa el porcentaje de pérdida de producto final de acuerdo con las actividades propuestas, la mayor pérdida es la actividad de descascarado con un 20,06%, luego siguen clasificación con 15,93%, pulido un 12,87%, pre limpia con un porcentaje de 2,08%, selección 0,98%, un secado de 0,37% y en el ensacado y la recepción y pesado con un 0%.

Indicadores actuales del proceso:

Para los indicadores se tomará el año 2021, es de mayor producción en la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC.

Producción: En la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, la jornada laboral son 8 horas diarias, por lo que su tiempo de base es:

$$\text{Tiempo base}(tb) = 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 480 \frac{\text{min}}{\text{día}}$$

En cual su tiempo ciclo es el parámetro que queda establecido como el tiempo queda programado para la ejecución del proceso de pilado, en lo cual se calcula teniendo en cuenta tiempo mayor de las actividades del proceso de pilado (Anexo 9), dividiendo con la cantidad resultante del arroz pilado (Tabla 6).

$$\text{Ciclo (c)} = \frac{7,6 \text{ min}}{1\,131,32 \text{ kg de arroz pilado}}$$

Entonces se procede a calcular la producción diaria, teniendo el tiempo de base y el ciclo.

$$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/día}}{7,6 \text{ min}} = 71\,451,79 \frac{\text{kg de arroz pilado}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción} = 1\,429 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}} = 445\,848 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{año}}$$

Considerando que cada saco pesa 50 kg y trabaja 26 días al mes, puede producir 1429 sacos de arroz molido por día. En el Anexo 12, muestra en el 2017 fue 11 048t de arroz pilado, representada en 16%, la producción del año 2018 fue de 12 031t de arroz pilado, representada en 18%, en el año 2019 fue de 14 770t de arroz pilado, en el 2020 fue de 13 481t de arroz pilado y en el 2021 de 15 820t de arroz pilado.

Asimismo en el Anexo 13, se evidencia que la producción en toneladas de los subproductos del 2017 a 2021 pero está reflejado que en el año 2017 es de mayor producción de los subproductos; teniendo en el arrocillo 1 856t, polvillo 4000t y en rechazo/descarte 1 878t; asumiendo que no se tiene producción del ñelen como subproducto en el proceso productivo porque todo es clasificado al arroz pilado.

Productividad de materia prima:

En la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, se calcula primero la materia prima.

$$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Cuello de botella}} = \frac{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{7,6 \text{ min}} = \frac{2000 \text{ kg de arroz en cáscara}}{\text{día}}$$

$$\text{Materia Prima} = 126\,315,79 \frac{\text{kg de arroz en cáscara}}{\text{día}}$$

La cantidad de materia prima que realiza en el proceso es de 126 315,79kg de arroz pilado al día. Asimismo, se calcula productividad de materia prima.

$$\text{Productividad}_{MP} = \frac{1\,429 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}}}{126\,315,79 \frac{\text{kg de arroz en cáscara}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad}_{MP} = 0,011 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{kg de arroz en cáscara}}$$

La productividad de materia prima es de 0,011 sacos de arroz pilado por kilogramo de arroz en cáscara que tiene como ingreso al proceso de pilado.

Productividad de mano de obra: En este cálculo se logra indicar la cantidad de mano de obra ejecutada por los operarios claramente definida, en un período de tiempo.

$$Productividad_{MO} = \frac{1\ 429\ \text{sacos de arroz pilado diario}}{9\ \text{operarios}}$$

$$Productividad_{MO} = 158,78 \frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{operarios}}$$

Después de aplicar la formula, nos indica que la productividad de mano de obra es de 158,78 sacos de arroz pilado diario por los operarios en su jornada laboral de 8 horas al día; teniendo en cuenta que el proceso la mayor parte es automatizada pero que si requiere de operarios.

Productividad de maquinaria: Según la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, cuenta con 13 máquinas en el proceso productivo del arroz pilado. De esta manera, la materia prima su productividad es de 1 429 sacos de arroz pilado diario.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{1\ 429\ \text{sacos arroz pilado diario}}{13\ \text{máquinas}}$$

$$Productividad_{Maquinaria} = 109,92 \frac{\text{sacos arroz pilado diario}}{\text{máquina}}$$

Se concluye que su productividad de maquinaria es 13 máquinas produciendo 109,92 sacos de arroz pilado por día en una jornada laboral de 8 horas.

Productividad total: Primero se calcula los costos de la empresa referente al personal, insumos, energía eléctrica; no existe costo de mantenimiento de las máquinas, en el Anexo 14 explica el costo total de S/. 1 555 280,4. Asimismo se procede a calcular la productividad total de la empresa Agroindustrial molinera Santa Fe SAC, la producción de arroz pilado fue 445 848 sacos de arroz pilado anual.

$$Productividad_{Totales} = \frac{445\ 848\ \text{sacos arroz pilado anual}}{S/.1\ 555\ 280,4\ \text{anual}} = 0,29 \frac{\text{sacos arroz pilado}}{\text{soles}}$$

Teniendo 0,29 sacos de arroz pilado por sol o 14,5 kg de arroz pulido por cada sol invertido.

Capacidad diseñada: La capacidad de diseño es la cantidad de producción que una máquina debe operar en su nivel máximo de producción. En la cual la capacidad máxima de las máquinas es 12 t/h, con 8 h/día teniendo en cuenta que un saco peso 50kg, así su capacidad de diseño es de 1920 sacos de arroz pilado/día.

Capacidad real: Es la producción real conseguida, tiene la finalidad de calcular la utilización de capacidad y la eficiencia de producción. En la cual es de 1 429 sacos de arroz pilado al día.

Utilización: La utilización es determinada de acuerdo con las capacidades real y diseñada.

$$\text{Utilización} = \frac{1\,429 \text{ sacos de arroz pilado}}{1\,920 \text{ sacos de arroz pilado}} = 0,7443 = 74,43\%$$

Capacidad ociosa: Es la capacidad excesiva o exceso de capacidad, representa aquella porción del producto final de la empresa que no está siendo utilizada plenamente en la producción.

$$\text{Capacidad ociosa} = 1\,920 - 1\,429 = 491 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}}$$

Eficiencia: Para calcular la eficiencia, se hace referencia a la energía invertida en comparación con la energía obtenida durante la producción del pilado.

$$\text{Eficiencia}_{\text{física}} = \frac{1131,32 \text{ kg de arroz pilado}}{2000 \text{ kg de arroz cáscara}} = 0,5657 = 56,57\%$$

Este porcentaje es el 56,57% de la cosecha de arroz que ingresa al proceso; el producto final es de 56,57 kg de arroz pilado y 43,43 kg de subproductos y residuos. En el Anexo 15 muestra, cual tiene una mayor eficiencia registrada en 2021 con 56,53% y una menor eficiencia en 2017 con 52,44%; De esta forma, los datos serán comparados con el promedio nacional de eficiencia arroceras para determinar si Agroindustria Molinera Santa Fe SAC tiene baja o alta eficiencia.

Cuello de botella y tiempo total de ciclo:

El cuello de botella en el proceso de apilamiento en la molinera es el secado.

Cuello de botella = 623 minutos

Tiempo total de ciclo = 690,37 minutos

El resumen de indicadores actuales de la empresa está en Anexo 16

Identificar los problemas del sistema de producción y sus causas

Análisis y evaluación de la información del proceso

Eficiencia del proceso de molienda de arroz del país: Según la APEMA, la eficiencia del proceso de apilamiento podría ser el eslabón más débil, en consecuencia, la relación promedio nacional de apilamiento de arroz que es de 0,69; es decir, cada kilogramo de arroz es 0,69 kg de arroz pulido.; registrando la eficiencia nacional de 69% y la mayor registrada es de 75%. De esta manera también se tiene relación de la producción a nivel nacional según el Ministerio de Agricultura y Riego, el arroz en cáscara y pilado, de acuerdo con Anexo 64 en el año 2017.

Tabla 7: Producción nacional de arroz cáscara y arroz pilado

Año	Arroz en cáscara		Arroz Pilado
	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Producción (t)
2017	422 434	3 038 524	2 126 967

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas - Dirección de Estadística Agraria.

Luego se calculará la eficiencia Nacional con respecto al año 2017 en el proceso de pilado.

$$\text{Eficiencia Nacional del 2017 - pilado de arroz} = \frac{\text{Arroz Pilado}}{\text{Arroz en cáscara}} = \frac{2\,126\,967}{3\,038\,524} = 70\%$$

Teniendo como resultado que la eficiencia Nacional en el 2017 del pilado de arroz es de 70%, un aproximado a la eficiencia Nacional de la Asociación Peruana Molinera de Arroz.

Comparación de eficiencias a nivel nacional y empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

En la Empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, obtiene la mayor eficiencia en el 2021 con 56,53%, con menor eficiencia en 2017 con 52,44%, en el cual su promedio es de 54,48% y la eficiencia como resultado fue de 56,57%; será utilizada para comparar respecto al Nivel Nacional. De esta manera, la diferencia de eficiencia entre la Nacional y de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, es de un 12,43%, eso cabe resaltar que por cada 100kg de arroz en cáscara se produce 12,43kg de arroz pilado aumentando los subproductos en el proceso que se obtiene, por lo que se determina que la empresa tiene una baja eficiencia del pilado de arroz. Asimismo en el se tiene en cuenta que el pilado de arroz por kg de arroz en cáscara es de 0,16 soles, es por ello por lo que un saco de 50kg es de 8 soles; la pérdida económica anual resulta 794 247,168 soles.

Análisis del cuello de botella: El análisis de este cuello de botella se determinó utilizando diagnóstico en el diagrama de flujo analítico, donde el tiempo promedio para el paso de secado manual fue de 623 minutos (Anexo 18). Según APEMA, indica que las empresas con tecnología de etapa de secado son de tiempo de ejecución con 180 minutos, además que se identificó los que existen tiempos ociosos que es el secado artesanal ya que la mano de obra no interviene que son 520 min (9 h redondeadas). En el cual su costo de tiempo ocioso al año es de S/ 84 240 (Anexo 19)

Tabla de problemas, causas y pérdidas: En Anexo 21, indica las pérdidas económicas en relación con las causas relacionadas de los problemas que existen en la empresa Molinera.

Problemas, causas y soluciones propuestas en sistema productivo

Ponderación de los problemas (Anexo 72)

PROBLEMA 01: FALTA DE MANTENIMIENTO EN LAS MAQUINARIAS

El mantenimiento en la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, no es de gran importancia ya que no existe método de mantenimiento en las máquinas, y está reflejado en las fallas y paradas no programadas de las máquinas dentro del proceso de pilado de arroz, y se ve reflejado en el promedio del 2017-2021 que se registraron un total de 172 fallas. En lo cual existen dos máquinas de mayor contribución de pérdida económica, que es de gran importancia a mejorar que son la descascaradora con 37% y una pérdida económica de 383 720 soles, y en las pulidoras con un 25% (Tabla 2).

Considerando que su eficiencia es 56,57%, resultando en 56,57 kg de arroz pulido y 43,43 kg de subproductos y desechos; respectivamente, según la eficiencia media nacional del 69%, por cada 100 kg de materia prima de arroz se obtienen 69 kg de arroz pilado y 31 kg de subproductos

y residuos de arroz pilado. La pérdida económica anual por cada bolsa que se deja de producir es de 794 247 168 soles (Anexo 17).

Causa posible: Una posible razón es que la empresa no realizó el mantenimiento preventivo de las máquinas, lo que resultó en un cierre no planificado de la empresa. La falta de conocimiento sobre los métodos comunes de mantenimiento y los beneficios de dicho mantenimiento es otra razón por la que las empresas no utilizan este tipo de mantenimiento.

Propuesta de solución: Mantenimiento preventivo de máquinas con el objetivo de reducir el tiempo de inactividad no planificado de la descascaradora y las pulidoras, ya que estas máquinas son las más afectadas por accidentes y pérdidas económicas.

PROBLEMA 02: BAJA PRODUCCIÓN DE ARROZ PILADO

Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC cada saco pesa 50 kg, se producen 1429 sacos de arroz molido por día. Además, la producción ha disminuido a lo largo de los años., en la cual en el 2021 se tuvo un mayor periodo de producción de arroz pilado, pero en relación con ello hubo un descenso equivalente del 30,16% en el 2017, 23,95% en el 2018, 6,64% en el 2019 y 14,79% en el 2020. En el 2017 se registró un ingreso del servicio de pilado de S/6 628 800 representados en un 16%.

Esto conlleva a que la empresa baje su productividad total que actual de 0,29 sacos de arroz pilado/soles, viene afectando a la materia prima su productividad un 0,011 saco de arroz pilado/kg de arroz en cáscara y la mano de obra en 49 539,36 sacos de arroz pilado anual por los operarios en su jornada laboral de 8 horas al día. La pérdida económica se da por tiempo ocioso es de S/ 84 240, los costos del molino son de S/. 687 928,4 y fallas de maquinaria es de S/867 352,00, las pérdidas financieras totales del año son de S/.1 639 520,4.

Causa posible: El manejo de secado que utilizada por la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC es el secado artesanal pero no es la adecuada, causa aumento en la mano de obra, tiempos elevados de operación y mayor dificultad en cuanto a la realización de esta etapa. El método artesanal, forma pérdidas económicas a la empresa teniendo en cuenta:

- El grado de humedad, el arroz en cáscara de la selva tiene un grado de humedad de 27% hasta un 35% y los de la costa llegan con un 18 a un 19%; se debe lograr una humedad óptima del 12% al 14%, lo que enfatiza que es muy difícil mantener un rango de temperatura y lograr un 14% de humedad para el secado.
- El quebrado del arroz, el método artesanal de secado que se aplica en la empresa requiere de un tiempo excesivo y de un gran tiempo que el arroz en cáscara esté expuesto al sol, además que la humedad como resultado no va a hacer homogénea, en lo cual es un gran percance ocasionando fisuras en el grano de arroz.

Propuesta de solución: La implementación de secadora industrial, y tecnología para la disminución de los tiempos ociosos.

DESARROLLO DE PROPUESTA PARA MEJORAR EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Plan de implementación y tecnología de secador industrial de arroz.

El punto de gran referencia es la humedad del grano de arroz durante todo el proceso de pilado, teniendo en cuenta que en el proceso de secado del arroz cáscara es de mayor importancia y depende de la metodología que se emplea, y la tecnología es la mejor opción para el proceso de secado. Según la APEMA, establece que el tiempo de secado con uso de tecnología es de 180 minutos. Asimismo se tienen criterios para la selección de la maquinaria y tecnología que son los siguientes (Anexo 22):

Capacidad: La capacidad no debe ser menor a 20 t/h para que así cumplir con los límites de tolerancia según relación con máquinas.

Precio: El valor económico hace referir al costo de inversión que se va a realizar.

Marca: ZACCARIAS es la marca que más utiliza la empresa para sus máquinas, pero hay muchas más opciones.

Especificaciones técnicas: Especificaciones técnicas del equipo, tales como: humedad máxima de entrada, potencia y consumo de energía

Dimensiones: Sus medidas sean menores o mayores, está disponible área suficiente dentro de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC.

Tipo de combustible: Tiene ser una fuente de energía renovable ecológica, que no represente un peligro para la contaminación ambiental en comparación con los combustibles fósiles.

Existen dos opciones de acuerdo con la marca exclusiva de Zaccaria con que trabaja el molino Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC y Secador Serie RR reciclaje para arroz Zanin , variedad de opciones de combustible

- Opción 01: Secador rotatorio continuo – SRCZ-1, implica forzar aire caliente a través del grano hacia las cáscaras del interior, de modo que el germen ingrese a una cámara rotatoria donde se agita durante unos minutos, el tiempo requerido para la pérdida excesiva de humedad (Anexo 23).

- Opción 02: Secador Serie RR reciclaje para arroz Zanin: Formada por una tolva superior de carga/recuperación, por una serie de módulos con conductos interiores sumergidos en el grano, que desciende por gravedad con un movimiento en zigzag. El cereal es golpeado por un flujo de aire caliente a contracorriente. La cantidad de grano saliente está predeterminada y regulada por un extractor neumático y el producto se recoge en una tolva de descarga (Anexo 24).

La mejor opción es el número “2” (Secador reciclable para el arroz), si bien el costo de inversión es mayor, el costo de operación es menor debido a que el combustible que se utiliza en él es biomasa. Tiene muchas ventajas, una de las más importantes es la generación de nuevos subproductos, esta planta requiere mucho espacio, pero la empresa cuenta con áreas de secado manual y áreas para almacenar sacos de arroz sin secar, se puede utilizar para la implementación.

Con el fin de eliminar tiempo y recursos innecesarios antes de la limpieza previa del arroz y aprovechar mejor la secadora, también se recomienda introducir: elevadores de cangilones y máquinas de transportar. Se optó por la marca de preferencia y confianza que tiene la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe S.A.C.

Elevador de Cangilones de Zaccarias: Se utiliza para el transporte vertical, se toman precauciones resistentes a la abrasión en la entrada y salida del producto, tiene detectores de golpes también se colocan en la entrada del elevador, con un punto de acceso para facilitar la limpieza y el mantenimiento. Capacidad de 30 t/h (Anexo 25)

Transporte de arrastre de Zaccarias: Diseñado para el transporte horizontal de productos terminados con alta capacidad de carga. Es una máquina auto limpiante ideal para su uso en la industria alimentaria y de transformación, cuando el transporte requiere varios puntos de carga y descarga al mismo tiempo. Capacidad 30 toneladas por hora

Propuesta de plan de mantenimiento preventivo

Para realizar el plan de mantenimiento se debe tener en cuenta que existe un procedimiento en la cual es necesario para lograr un buen funcionamiento constante.

Objetivo General: En la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC se quiere lograr que las maquinarias estén en condiciones óptimas con un funcionamiento de manera eficiente y segura, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias.

Objetivos Específicos: Disminuir el número de paradas no programadas y conservar las maquinarias en condiciones óptimas según su funcionamiento de maquinarias que pueden afectar a la calidad del producto.

Alcance: Se comienza el diagnóstico en la cual se identifica las maquinarias que son vitales e importantes según la clasificación, en lo cual tiene como resultado para sus actividades del mantenimiento preventivo; que son la descascaradora, pulidora de piedra y pulidora de agua.

Análisis de criticidad: El diagnóstico de los tiempos de paradas y fallas en las maquinarias de la empresa, se concluye que las de vital e importancia son el descascarado con 44% y pulido con 25% de acuerdo con el tiempo de paradas de horas al año (Anexo 26). Se procede a realizar una guía de trabajo de mantenimiento comenzando con la criticidad (Anexo 27 al 35), diagnostico AMEF (Anexo 36 y 37), AMEF de las maquinas (Anexo 38 y 39) y hoja de decisión (Anexo 40 y 41).

Desarrollo: Se designa las actividades a las máquinas críticas del proceso de pilado, elabora el cronograma por cada actividad de las maquinarias, espera la aprobación del cronograma según el jefe de planta; si no es aprobado el cronograma se rehace, programa mantenimiento preventivo y completa formularios y ejecuta programas de mantenimiento preventivo.

Actividades de mantenimiento: Las máquinas de la descascaradora y pulidora; se registran en distintos periodos que son; diarios, semanales, mensual y trimestral. El Plan de mantenimiento con sustento en base a estudios (Anexo 42, 43, 44 y 45) y tiempo anual de mantenimiento (Anexo 46 y 47), el tiempo total dedicado a las actividades de mantenimiento preventivo para equipos críticos, por lo que el tiempo total dedicado al mantenimiento preventivo por año es de 313,47 horas.

Tabla 8: Resumen del plan de mantenimiento de las maquinarias

Máquina	Tiempo total (horas)
Descascaradora	164,87
Pulidora de piedra	148,6
Tiempo total de maquinarias críticas	313,47

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de actividades: Estos cronogramas son en base a las actividades del destinadas a las maquinarias de la descascaradora y pulidoras (Anexo 48 y 49).; está clasificado por colores de acuerdo con su frecuencia de actividades.

Diario	
Semanal	
Trimestral	
Mensual	
Quincenal	

Ilustración 2: Resumen de la frecuencia de actividades de las maquinarias

Fuente: Elaboración Propia

Capacitaciones: Para llevar a cabo un correcto programa de mantenimiento preventivo correcto es necesario que el personal sea capacitado para que brinde una labor eficiente, se brinda a los trabajadores capacitaciones para que ejerzan sus funciones y estén involucrados con los temas.

Presupuesto de capacitaciones: Según Muñoz [9], en su investigación indica cotizaciones de capacitaciones según el costo de operarios, en la cual la teórica y práctica o campo es de 100 soles, por cada sesión. (Anexo 50).

Asimismo esta propuesta de mantenimiento de acuerdo con sus tiempos de parada programa y no programa respecto a la capacidad real de 1429 sacos al día tiene 18 135,79 sacos/año y con mejora con la capacidad de 1642 sacos al día tiene 20 839,02 sacos/año; concluyendo que se tiene un beneficio de productividad de 13% con la propuesta de mejora de mantenimiento en la empresa.

Tabla 9: Productividad actual y con mejora a través del mantenimiento

Máquinas	Tiempo promedio de parada no programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Productividad por máquina	Unidad
Descascaradoras	265	1 429	47 335,62	sacos/año
Pulidoras	150	1 429	26 793,75	sacos/año
Total			74 129,37	sacos/año
Máquinas	Tiempo promedio de parada programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Productividad por máquina	Unidad
Descascaradoras	164,87	1 429	29 449,90	sacos/año
Pulidoras	148,60	1 429	26 543,67	sacos/año
Total			55 993,57	sacos/año
Productividad			18 135,79	sacos/año
Máquinas	Tiempo promedio de parada no programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Productividad por máquina	Unidad
Descascaradoras	265	1 642	54 391,25	sacos/año
Pulidoras	150	1 642	30 787,5	sacos/año
Total			85 178,75	sacos/año
Máquinas	Tiempo promedio de parada programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Productividad por máquina	Unidad
Descascaradoras	164,87	1 642	33 839,56	sacos/año
Pulidoras	148,6	1 642	30 500,15	sacos/año
Total			64 339,71	sacos/año
Productividad			20 839,02	sacos/año
Beneficio de productividad por mantenimiento			13%	sacos/año

Fuente: Elaboración Propia - Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DESPUÉS DE LAS MEJORAS

Teniendo primero Muestra de ciclos observados (Anexo 51 y 52), luego realizar DAP (Anexo 53 y 54), Maquinaria nueva del proceso de pilado (Anexo 55), costos asociados al proceso de pilado (Anexo 56) y por último el cálculo de los nuevos indicadores (Anexo 57 y 58).

Nuevos indicadores del proceso en comparación

Tabla 10: Resumen de indicadores de producción y productividad del antes y después

INDICADOR	ANTES	DESPUES	VARIACIÓN
PRODUCCIÓN			
Producción diaria	1 429 sacos de arroz pilado/día	1 642 sacos de arroz pilado/día	14,90%
PRODUCTIVIDAD			
Productividad de materia prima	0,011 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara	0,013 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara	18,18%
Productividad de mano de obra	158,78 sacos arroz pilado diario/ operarios	411 sacos arroz pilado diario/ operarios	58,85%
Productividad de maquinaria	109,92 sacos arroz pilado diario/máquina	117 sacos arroz pilado diario/máquina	6,44%
Productividad total	0,29 sacos arroz pilado/soles	0,77 sacos arroz pilado/soles	65,52%
CAPACIDAD			
Capacidad diseñada	1920 sacos de arroz pilado /día	1920 sacos de arroz pilado /día	0%
Capacidad efectiva o real	1 429 sacos de arroz pilado/día	1 642 sacos de arroz pilado/día	14,98%
Utilización	74,43%	85,52%	14,90%
Capacidad Ociosa	491 sacos de arroz pilado/día	278 sacos de arroz pilado/día	-43,38%
EFICIENCIA			
Eficiencia física	56,57 %	69 %	21,97%
CUELLO DE BOTELLA Y TIEMPO TOTAL DE CICLO			
Cuello de botella	623 minutos	180 minutos	-71,11%
Tiempo total de ciclo	690,37 minutos	226,27 minutos	-67,23%

Fuente: Elaboración Propia - Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

El aumento de la productividad total del molino Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, se muestra en la siguiente fórmula:

$$\Delta \text{Productividad total} = \frac{(0,77 - 0,29)}{0,29} \times 100\% = 65,52\%$$

Como resultado de la implementación de las propuestas de mejora, la productividad de la planta Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC aumentó en un 65,52%.

Análisis costo beneficio:

Pronóstico de materia prima y subproductos: Se realizó en el periodo 2017-2021, con uso de previsión de regresión lineal; con un R² de 0,8086 que es aceptable ya que cercano el 1 que indica un ajuste perfecto y sería muy fiable, las cantidades pronosticadas fue durante 5 años en la empresa de la MP y los subproductos de arrocillo, polvillo, ñelen y rechazo. (Anexo 59)

Además el Molino por ser una empresa de pilado de arroz, teniendo como producto el arroz pilado que rara vez cambia su precio por tener una demanda constante y predecible, lo que significa que es aceptable tener el modelo que produce un MAPE muy bajo como es del 3%, que significa que el pronóstico está errado en un 3% (Anexo 71).

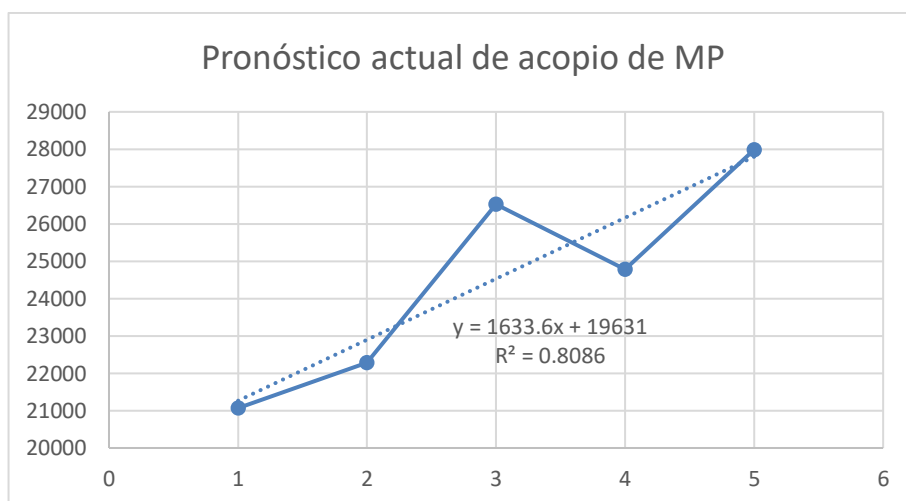


Ilustración 3: Pronóstico actual de acopio de MP

Beneficios antes y después de la mejora: Determinar los beneficios antes y después de las mejoras, teniendo en cuenta que el precio por pilado es de 8 soles/saco, subproductos de Arrocillo: 7 soles/saco, Polvillo: 4 soles/saco y Rechazo: 6 soles/sacos (Anexo 60,61,62 y 63). Teniendo en cuenta la eficiencia del antes que es de 56,57% y el después de 69%, en el cual para los subproductos es de 43,43% el antes y 31% después; para los ingresos de servicio de pilado de arroz (Anexo 64 y 65).

Tabla 11: Incremento de ingresos de servicio de pilado de arroz en los años 2022 - 2026

PERIODO	Ingreso de servicio de pilado de arroz antes de mejora (soles)	Ingreso de servicio de pilado de arroz después de mejora (soles)	Incremento de ingreso de servicio de pilado de arroz (soles)
2022	2 663 985,39	3 249 336,96	585 351,57
2023	2 811 845,79	3 429 686,40	617 840,61
2024	2 959 706,20	3 610 035,84	650 329,64
2025	3 107 566,60	3 790 385,28	682 818,68
2026	3 255 427,00	3 970 734,72	715 307,72

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Tabla 12: Incremento de ingreso de servicio de pilado de arroz del producto y subproductos en los años 2022 - 2026

PERIODO	Ingreso de servicio de pilado de arroz y subproductos antes de mejora (soles)	Ingreso de servicio de pilado de arroz y subproductos después de mejora (soles)	Incremento de ingreso de servicio de pilado de arroz (soles)	Incremento porcentual (%)
2022	2 869 455,32	3 395 999,82	5 265 44,50	18%
2023	2 987 348,16	3 554 958,64	5 676 10,48	18%
2024	3 105 240,99	3 713 917,46	6 086 76,47	18%
2025	3 223 133,83	3 872 876,28	6 497 42,45	18%
2026	3 341 026,66	4 031 835,10	6 908 08,44	18%

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Inversión: En el Anexo 66 se puede mostrar los montos de la maquinaria propuesta que es un total de 119 000 dólares.

Egresos Costo de capacitaciones sobre 6 temas primordiales que es de un costo total de 4 300 soles anuales. (Anexo 50)

Utilidades: El beneficio económico de implementar el programa de mantenimiento es la diferencia entre la pérdida de utilidad por mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo que es de 145 086,37 soles. (Anexo 67 y 68)

Resumen

Tabla 13: Resumen de costos y beneficios de las propuestas

Resumen de Costos de Propuestas		INVERSION	COSTO ANUAL	DEPRECIACIÓN (20%)		
PROPUESTA	Implementación de maquinaria	S/461 779,50		S/92 355,90		
	Implementación del sistema de mantenimiento preventivo		S/4 300,00			
TOTAL		S/461 779,50	S/4 300,00	S/92 355,90		
Resumen de Beneficios de las propuestas		Beneficio Anual				
		Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
PROPUESTA	Implementación de maquinaria	S/526 544,50	S/567 610,48	S/608 676,47	S/649 742,45	S/690 808,44
	Implementación del sistema de mantenimiento preventivo	S/166 712,26	S/166 712,26	S/166 712,26	S/166 712,26	S/166 712,26
TOTAL		S/693 256,76	S/734 322,74	S/775 388,73	S/816 454,71	S/857 520,70

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Flujo de caja: En la tabla 13 se puede demostrar que es viable ya que tiene un costo beneficio de 1,1129, con un VAN de S/ 1 159 650,84 soles, un TIR de 94% y asimismo un TMAR de 14,69%; teniendo en cuenta los gastos financieros (Anexo 69)

Tabla 14: Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
ITEM	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<u>Inversión</u>						
Préstamo	461 779,50					
Total Inversión	461 779,50					
<u>INGRESOS</u>						
Ingreso de servicio de pilado de arroz		693 256,76	734 322,74	775 388,73	816 454,71	857 520,70
Total de ingresos		693 256,76	734 322,74	775 388,73	816 454,71	857 520,70
<u>EGRESOS</u>						
Implementación de sistema de mantenimiento preventivo		4 300,00	4 300,00	4 300,00	4 300,00	4 300,00
Gastos financieros		124 680,47	118 215,55	111 750,64	105 285,73	98 820,81
Amortización de prestamos		92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90
Total de egresos		221 336,37	214 871,45	208 406,54	201 941,63	195 476,71
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		471 920,39	519 451,29	566 982,19	614 513,09	662 043,98
Impuesto a la renta		141 576,11	155 835,38	170 094,66	184 353,93	198 613,20
SALDO (Después de Impuesto)		330 344,27	363 615,90	396 887,53	430 159,16	463 430,79
Depreciación		92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90
SALDO FINAL (Flujo Neto de Efectivo (FNE))	-461 779,50	422 700,17	455 971,80	489 243,43	522 515,06	555 786,69
UTILIDAD ACUMULADA	-461 779,50	-39 079,33	416 892,48	906 135,91	1 428 650,97	1 984 437,66
CORRIENTE DE LIQUIDEZ NETA	-461 779,50	422 700,17	455 971,80	489 243,43	522 515,06	555 786,69
Valor actualizado neto (VAN)	S/ 1 159 650,84					
Tasa Interna de Retorno	94%					
TMAR	14,69%					
B/C	S/ 1,1129					

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Discusión y resultados

Con este estudio se incrementó la productividad total en 65,52% de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC, teniendo como resultado 0,77 sacos de arroz pilado/soles, existe una diferencia en relación con otros autores. Según los autores Ramos y Tantaleán [7] en su estudio, existe una productividad de 1,88 sacos de arroz pilado/soles con un incremento de 35%; en lo cual es mayor el resultado de productividad total mejorada pero el incremento de cada molino generado es menor a la de Agroindustria Molinera Santa Fe SAC. Asimismo existe una gran diferencia según el autor Muñoz [9] en su investigación, tuvo una productividad de 0,47 sacos de arroz pilado/soles, con un incremento de 46,88 %. Asimismo se concluye, nos da una gran diferencia de por debajo en Muñoz, y por arriba de Ramos y Tantaleán de la productividad generada por sus mejoras aplicadas en el proceso de pilado, de lo cual en la investigación es mayor según el incremento porcentual respecto a los dos autores, teniendo en cuenta que es de gran importancia el incremento que se genera de la misma empresa. De esta manera la propuesta implementación de tecnología y plan de mantenimiento dio un resultado positivo teniendo en cuenta las capacitaciones para el uso de máquinas en la Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, su cuello de botella fue el secado artesanal con una reducción de 71,11% con un total de tiempo de ciclo de 226,27 minutos. Según Najar y Álvarez [10] coincide que el cuello de botella es el proceso de secado en el cual su reducción fue de 98,7% teniendo en cuenta una producción más limpia; además Cuzquen [8] presenta una reducción de 93,75% y un tiempo total de ciclo de 302,42 minutos; lo que ocurre es que tiene una mayor reducción del cuello de botella y un mayor tiempo ciclo respecto Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, en lo cual implementaron un nuevo método de secado y fue adquirir tecnología, según la APEMA que tienen un proceso con uso de tecnología, en el proceso de secado que es de 180 minutos. Según el Consejo de Competitividad de Lambayeque, integrado por representantes de los gobiernos regionales, municipios, la Cámara de Comercio de Lambayeque y la empresa privada; su objetivo es tomar medidas que contribuyan al desarrollo tecnológico, económico y competitivo de la región, lo que brindará a las empresas oportunidades para aumentar la productividad [21]. Asimismo se logró que el molino tuviera un beneficio-costos de 1,1129 soles en el cual existen diferencias del equivalente del molino, Cuzquen [8] tuvo un beneficio-costos de 1,11 soles su productividad fue mayor y, de Ramos y Tantaleán [7] con 1,82 soles su productividad por debajo de la empresa; en el cual se concluye que no todo depende de la cantidad de productividad total que resulte sino de los demás factores que son las implementaciones de propuesta, tipo de empresa, entre más, entonces va a depender de las variaciones implementadas si funciona o no para ser viable el proyecto.

Conclusiones

La propuesta de mejora en el proceso de pilado en la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC logró aumentar la productividad total un 65,52% anual, logrando una mayor productividad para la empresa, con las propuestas de implementación de tecnología en la etapa de secado y la realización de mantenimiento preventivo en las etapas críticas de pulidora y descascaradora.

Las causas que originan la baja productividad actual de la empresa en el proceso de pilado de arroz, están relacionadas con la falta de maquinaria en la actividad de secado y ausencia de mantenimiento de las maquinarias; se obtuvo a los indicadores de productividad y producción actuales los cuales fueron producción diaria de 1 429 sacos de arroz pilado al día, productividad de materia prima de 0,011 sacos de arroz pilado por kg arroz cáscara, productividad de mano de obra 158,78 sacos de arroz pilado diario/operario, productividad de maquinaria 109,92 sacos arroz pilado, utilización 74,43%, capacidad ociosa de 491 sacos de arroz pilado al día, eficiencia física de 56,57%, cuello de botella de 623 minutos y tiempo total del ciclo de 690,37 minutos.

El desarrollo de las propuestas de mejora del proceso de pilado de arroz consistieron en realizar un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas con el objetivo de reducir las paradas no programadas que son las que son de mayor impacto por el mayor número de fallas y pérdidas económicas; incrementando la productividad de maquinarias en un 13%; logrando reducir horas de indisponibilidad de 415 a 313,47 horas un 32%, además de implementar secadora industrial y tecnologías para reducir tiempo de ciclo en 67,23%, tiempo ocioso en 43,38% y cuello de botella en 71,11%, incrementando la eficiencia física en 21,97%, la producción en 14,90%, capacidad real en 14,98%, utilización en 14,90% y la productividad total en 65,52%; estas propuestas lograron mejorar los ingresos de servicio de pilado de arroz en un 18%.

El análisis costo beneficio para el proyecto es rentable con 1,1129 soles es decir que por cada sol invertido en el Molino se obtiene 0,1129 soles; según los siguientes indicadores financieros, valor actual neto de S/. 1 159 650,84, la tasa interna de retorno de 94%, tasa mínima aceptable de rendimiento 14,69% y el periodo de retorno de la inversión de 5 años.

Recomendaciones

Se recomienda la propuesta de mantenimiento predictivo que permite el presagio de fallas inminentes de modo que pueda solucionarse antes que sobrevenga un fallo, asimismo no afecte al proceso de pilado de arroz para incrementar la productividad de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC.

Se propone la implementación de industria 4.0 para que la empresa pueda conseguir una transformación digital del campo y así alcance a tomar decisiones en tiempo real mejorando la productividad, flexibilidad y agilidad, y tener producto final con mejor calidad.

Se recomienda la propuesta de implementación de las 5S que pueda contribuir al orden y limpieza del molino, así aseguren buenas prácticas de trabajo y condiciones ergonómicas favorables para que logren mejorar el ambiente laboral en la empresa, así mejoren el proceso de pilado de manera eficiente e incrementando la producción.

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas, Situación Alimentaria Mundial. Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales, Reino Unido: FAO, 2021.
- [2] M. Palacios, «Infomercado,» 22 Enero 2019.
- [3] Heizer, Jay y Render, Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas, Madrid, España: Pearson Education S.A., 2009.
- [4] Mora, Gestión logística integral, Colombia: EcoEdiciones, 2012.
- [5] G. Kanaway, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra: Oficina Internacional del trabajo, 2010.
- [6] S. Garcia Garrido, «Mantenimiento Ctivo Organizacional y Gestión de la Reparación de Averías primera Edición,» 2010.
- [7] Ramos y Tantaleán, «Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de lean manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.,» Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2018.

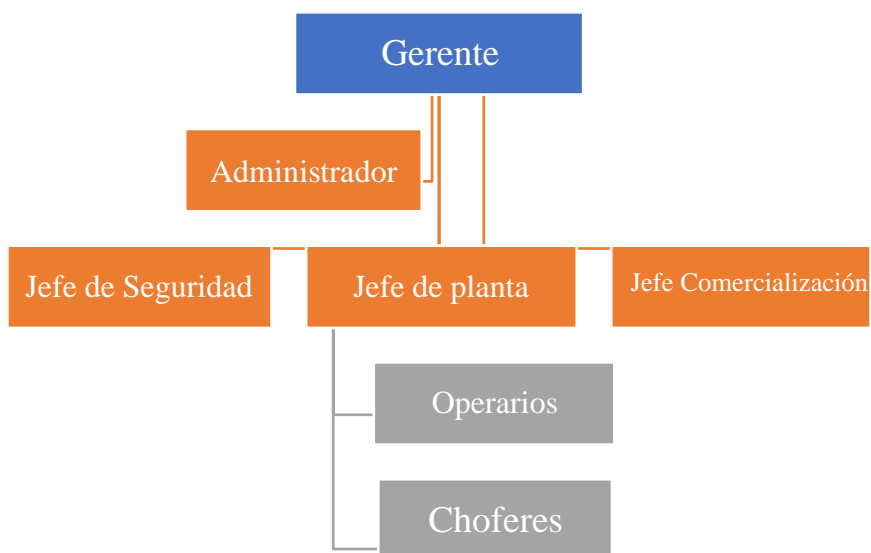
- [8] E. A. Cuzquen Tafur, «Plan de mejora en el proceso de producción para incrementar la productividad de la piladora El Marañón, Chiclayo – 2019,» Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, 2019.
- [9] J. J. F. Muñoz Zulueta, «Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa molino Chiclayo S.A.C. para incrementar su productividad,» USAT, Chiclayo, 2019.
- [10] C. Najar A y J. C. Alvarez M, «Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz,» *Industrial Data - Redalyc*, vol. 10, nº 1, pp. 22-32, 2017.
- [11] R. E. Reaño Villalobos, «Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el molino Latino SAC,» Chiclayo-Perú, 2017.
- [12] E. Rivadeneyra Santa Cruz y P. H. Bustamante Quintana, «Gestión de calidad y el uso del planeamiento estrategico en Micro y Pequeñas empresas piladoras de arroz de Lambayeque,» *Epistemia*, vol. 4, nº 2, p. 7, 2020.
- [13] O. J. Mendoza Cerna y P. A. Valdiviezo Urteaga, «Propuesta de mejora en el proceso productivo para incrementar la rentabilidad de la empresa Molino Agroindustrial San José S.R.L.,» Trujillo-Perú, 2017.
- [14] J. M. Puelles Reyes, «Mejora continua de los procesos de producción del pilado de arroz para aumentar la productividad en el molino Despensa Peruana,» Chiclayo-Perú, 2020.
- [15] J. A. Zamora Parrales, «Propuesta de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad en la piladora Cristóbal Colón S.A. Pilacriscol,» Guayaquil, 2021.
- [16] Y. C. Bustamante Rimarachín, «Gestión de mantenimiento preventivo en la linea de pilado de arroz, para mejorar la productividad de la empresa Induamérica Trade S.A.,» Chiclayo-Perú, 2020.
- [17] «Amazon,» 13 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/ADANAC-3000-Cron%C3%B3metro-digital-comercial/dp/B00BLM6I7K?th=1>.
- [18] B. W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2009.
- [19] E. Romero Bermúdez y J. Díaz Camacho, «El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos,» *Revista Latinoamericana de estudios educativos (México)*, vol. XL, nº 3-4, pp. 127-142, 2010.

[20] PROVETAL, *El mantenimiento preventivo de la maquinaria industrial*, Perú, 2018.

[21] C. d. P. Calle Rivera y H. E. Castillo Morales, *Nivel de confianza empresarial sobre formación de clúster de exportación en la asociación peruana de molineros de arroz - Lambayeque*, Lambayeque, 2017.

Anexos

Anexo 1: Organigrama de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC



Fuente: Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 2: Recursos Humanos de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC
Periodo 2019-2021

Recursos Humanos	2019			2020			2021		
	Sub total	Capacit. mensual	Capacit. anual	Sub total	Capacit. mensual	Capacit. anual	Sub total	Capacit. mensual	Capacit. anual
Operarios	9	0	0	7	0	0	5	0	0
Administración	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Almacenamiento	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Seguridad	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Jefe de planta	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Control de calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marketing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	13	0	0	11	0	0	9	0	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1: Diagnostico de las Maquinarias en la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Etapas	Tipo de máquina	Función de la maquinaria	Especificaciones	Tiempo de parada de la máquina (horas)	Número de fallas
Pre-limpia	Elevador 01	centra en transportar aprovechando el propio peso del arroz en cáscara para su descarga de la tolva a la Pre-limpia.	Capacidad de diseño: 20t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	4,5	10
	Pre - limpia	Apartar del arroz con cáscara las impurezas (pajilla, piedras)	Capacidad de diseño: 20t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	50	15
Descascarado	Descascaradora	Esta máquina después del transporte de pre – limpia a la descascaradora, se separa el arroz integral.	Capacidad de diseño: 20t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	350	58
	Circuito descascaradora	Este es donde es la separación de la pajilla del arroz	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	13	4
	Elevador 02	Es transportado el arroz en cáscara separado al mesapadi	Capacidad de diseño: 8t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	9	2
Selección de arroz	Mesapadi	En esta máquina se trata de la separación de los arroces sea con cáscara y el integral	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	65	13
Pulidora	Elevador 03	Se encarga del transporte del mesapadi hacia la pulidora de piedra	Capacidad de diseño: 8t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	10,5	4
	Pulidora de piedra	Se encarga de pulir el grano, que aún quedan rastros de la cascarilla.	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	50	18

	Pulidora de agua	Se encarga de dar brillo para una mejor calidad al grano de arroz	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	99	30
Clasificador	Elevador 04	Se encarga del transporte de la pulidora de agua hacia la zaranda rotativa	Capacidad de diseño: 8t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	14	3
	Zaranda rotativa	encarga de la separación o cernido del tamaño del grano promedio correcto	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	35	12
Selección	Elevador 05	Se encarga del transporte de la zaranda rotativa hacia la seleccionadora	Capacidad de diseño: 8t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	3,5	0
	Seleccionadora	En esta máquina separar la materia carente (granos manchados, no tienen el color, tizoso, entre otras)	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	15	3
	Elevador 06	encarga del transporte del grano de arroz seleccionado hacia la tolva del producto final	Capacidad de diseño: 8t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	6	0
	Elevador 07	encarga del transporte del grano de arroz descartado hacia la tolva de descarte	Capacidad de diseño: 8 t/h Año de compra: 2016 Motor: Funciona con energía eléctrica Marca: ZACCARIA	6	0
Ensacado	Envasadora	Se encarga del cocido del saco del arroz de 50kg de la tolva del producto final que cae al saco y se realiza con el hilo pabilo.	Capacidad de diseño: 12t/h Año de compra: 2016 Funciona: A través de pilas internas. Marca: ZACCARIA	0	0

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC – Elaboración propia

Anexo 4: Tipo y estado de Maquinarias en empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Tipo de Máquina	Cantidad	Estado	Periodo de mantenimiento
Pre -limpia	1	Regular	No cuenta
Envasadora	4	Regular	No cuenta
Pulidora de piedra	1	Regular	No cuenta
Pulidora de agua	1	Regular	No cuenta
Descascaradora	1	Regular	No cuenta
Circuito Descascaradora	1	Regular	No cuenta
Seleccionadora	2	Regular	No cuenta
Zaranda rotativa	2	Regular	No cuenta
TOTAL	13	—————	—————

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC - Elaboración propia

Anexo 5: Tabla del método de General Electric

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: General Electric [18]

**Anexo 6: Tiempo del proceso de pilado en una observación en la empresa
Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC**

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos
	Día 01
Recepción y pesado	3,5
Inspección de humedad	2,4
Desplazamiento a almacén	6,5
Almacenamiento de materia prima	
Desplazamiento a secado	7,5
Secado	623
Desplazamiento a pre limpia	2
Pre limpia	2
Desplazamiento a descascarado	1,1
Descascarado	7,5
Selección del arroz	2
Desplazamiento a pulido	1,3
Pulidora de piedra	2,5
Pulidora de agua	3,5
Desplazamiento a clasificador	1,3
Clasificación	2,5
Desplazamiento a selección	0,8
Selección	7,2
Desplazamiento a ensacado	1
Inspección de saco	0,8
Ensacado	2,3
Desplazamiento a almacén	4,1
Almacenamiento de sacos de arroz	
TOTAL	684,80 min

Fuente: Elaboración propia – Empresa Molinera Agroindustrias Santa Fe SAC

**Anexo 7: Cursograma analítico del proceso de pilado en la empresa Agroindustria
Molinera Santa Fe SAC**

ACTIVIDADES	○	□	◻	⇒	△	Tiempos de actividades diarias en minutos			
						Día 1	Día 2	Día 3	Promedio
Recepción y pesado						3,4	3	2,9	3,1
Inspección de humedad		x				2,3	2,6	2,5	2,5
Desplazamiento a almacén						6,3	6,1	6,6	6,3
Almacenamiento de materia prima									
Desplazamiento a secado						7	7,6	7,4	7,3
Secado	x					622	624	623	623
Desplazamiento a pre limpia						1,9	1,8	2,1	1,9
Pre limpia	x					2,3	2,5	2	2,27
Desplazamiento a descascarado						1,5	2,4	2,5	2,1
Descascarado	x					7,5	7,6	7,7	7,6
Selección del arroz	x					2,1	1,9	1,8	1,9
Desplazamiento a pulido						1,2	1,5	1,3	1,3
Pulidora de piedra	x					2,5	3,5	3,5	3,2
Pulidora de agua	x					3,5	3,2	3,3	3,3
Desplazamiento a clasificador						1,5	1,5	2,1	1,7
Clasificación	x					2,5	2,4	2,6	2,5
Desplazamiento a selección						1,4	1,5	1,2	1,4
Selección	x					7,6	7,5	7,4	7,5
Desplazamiento a ensacado						2,2	2,4	2,5	2,4
Inspección de saco						1,1	1,2	1,5	1,3
Ensacado	x					2,7	3	2,5	2,7
Desplazamiento a almacén						5	5,1	5,2	5,1
Almacenamiento de sacos de arroz									
TOTAL									690,37
									min

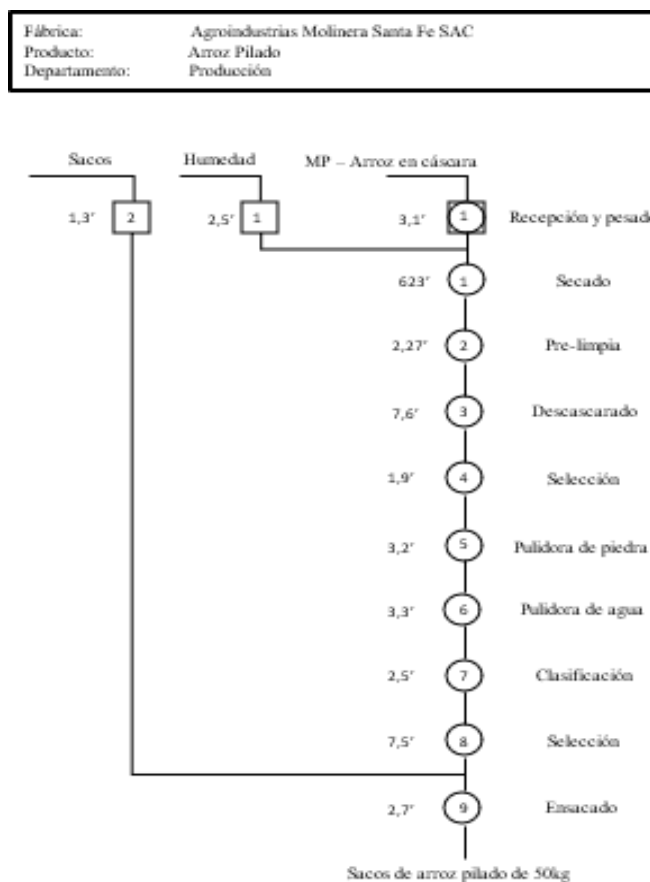
Fuente: Elaboración propia – Empresa Molinera Agroindustrias Santa Fe SAC

Anexo 8: Tiempo promedio de la muestra de ciclo observado en el proceso de pilado de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos			Tiempo Promedio (min)
	Día 01	Día 02	Día 03	
Pre limpia	2,3	2,5	2	2,27
Desplazamiento a descascarado	1,5	2,4	2,5	2,1
Descascarado	7,5	7,6	7,7	7,6
Selección del arroz	2,1	1,9	1,8	1,9
Desplazamiento a pulido	1,2	1,5	1,3	1,3
Pulidora de piedra	2,5	3,5	3,5	3,2
Pulidora de agua	3,5	3,2	3,3	3,3
Desplazamiento a clasificador	1,5	1,5	2,1	1,7
Clasificación	2,5	2,4	2,6	2,5
Desplazamiento a selección	1,4	1,5	1,2	1,4
Selección	7,6	7,5	7,4	7,5
Desplazamiento a ensacado	2,2	2,4	2,5	2,4
Inspección de saco	1,1	1,2	1,5	1,3
Ensacado	2,7	3	2,5	2,7
Desplazamiento a almacén	5	5,1	5,2	5,1
Almacenamiento de sacos de arroz				
TOTAL				46,27 min

Fuente: Elaboración propia – Empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

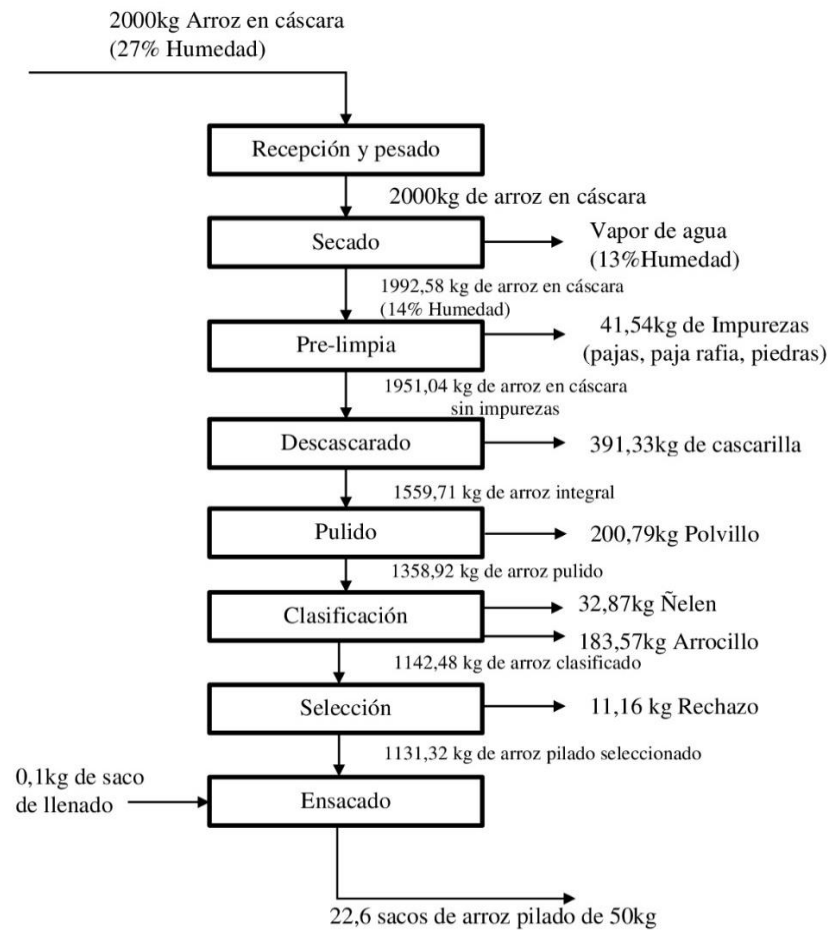
Anexo 9: Diagrama de operaciones del proceso de pilado



Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 10: Balance de materia prima del proceso de pilado de arroz

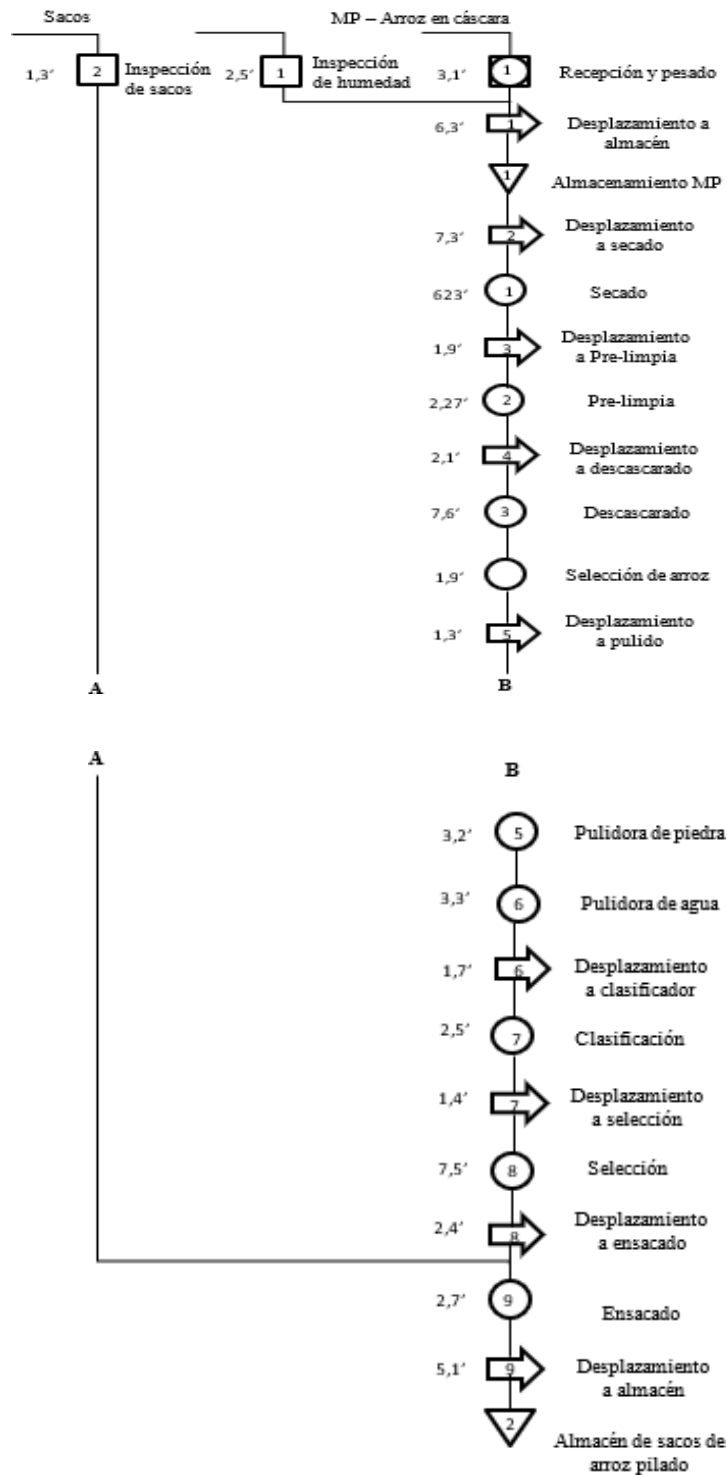
Fábrica	Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC
Producto:	Arroz Pilado
Departamento:	Producción



Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 11: Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz

Fábrica:	Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC
Producto:	Arroz Pilado
Departamento:	Producción



Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

**Anexo 12: Total de producción de arroz pilado en toneladas de la empresa
Agroindustria Molinera Santa Fe SAC**

AÑO	Producción (t) (Sacos de 50kg)		Ingreso de servicio de pilado de arroz		
	Arroz	%	Arroz	Arroz	%
2017	11 048	16%	220 960	S/6 628 800,00	16%
2018	12 031	18%	240 620	S/7 218 600,00	18%
2019	14 770	22%	295 400	S/8 862 000,00	22%
2020	13 481	20%	269 620	S/8 088 600,00	20%
2021	15 820	24%	316 400	S/9 492 000,00	24%
Total	67 150	100%	1 343 000,00	S/40 290 000,00	100%

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 13: Producción de subproductos en toneladas en la empresa Agroindustria
Molinera Santa Fe SAC periodo 2019- septiembre del año 2021**

Año	Producción de subproductos (t)			
	Arrocillo	Polvillo	Ñelen	Rechazo/Descarte
2017	1 856	4 000	0	1 878
2018	1 778	3 548	0	1 768
2019	1 700	3 287	0	1 744
2020	1 423	3 007	0	1 461
2021	1 077	2 879	0	1 200
Total	7 834	16 721	0	8 051

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

**Anexo 14: Costos asociados a la producción de arroz pilado en la empresa Agroindustria
Molinera Santa Fe SAC**

COSTOS (Anuales)

Personal	Energía eléctrica	Agua	Insumos	Mantenimiento	COSTO TOTAL
9 operarios y jefe de planta (S/.1500)	<10000 y >15000 por la frecuencia de uso de las máquinas. Promedio (S/.9 500)	Según SEDAPAL es de S/ 2,36 el metro cúbico (1,000 litros de agua potable), para un molino consume de 50m ³ a más es de 5,239 diario.	Sacos de polipropileno (S/.0,3 por unidad) Pack de millón de sacos. Hilo pabilo un rollo cosedor (S/.400) -Tres cientos (S/.1 200)	de Paradas de maquinaria, anual.	
S/180 000	S/125 000	S/81 728,4	S/ 301 200	S/867 352,00	S/1 555 280,4

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 15: Eficiencia promedio en la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

EFICIENCIA			
AÑO	Arroz pilado	Arroz en Cáscara	Eficiencia total
2017	11 048	21068	52.44%
2018	12 031	22289	53.98%
2019	14 770	26526	55.68%
2020	13 481	24789	54.38%
2021	15 820	27986	56.53%
Total	67 150	122 658	

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 16: Resumen de indicadores de producción y productividad

INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD	
Producción	
Producción diaria	1 429 sacos de arroz pilado/día
Productividad	
Productividad de materia prima	0,011 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara
Productividad de mano de obra	158,78 sacos arroz pilado diario/operarios
Productividad de maquinaria	109,92 sacos arroz pilado diario/máquina
Productividad Total	0,29 sacos arroz pilado/soles
Capacidad	
Capacidad diseñada	1920 sacos de arroz pilado /día
Capacidad efectiva o real	1 429 sacos de arroz pilado/día
Utilización	74,43%
Capacidad ociosa	491 sacos de arroz pilado/día
Eficiencia	
Eficiencia física	56,57%
Cuello de botella y tiempo total de ciclo	
Cuello de botella	623 minutos
Tiempo total de ciclo	690,37 minutos

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 17: Pérdida económica por baja eficiencia

Materia prima diaria (kg)	128 000 kg de arroz en cáscara/día
Producción (69%)	88 320 kg de arroz en cáscara/día
Producción (56,57%)	72 409,6 kg de arroz en cáscara/día
Diferencia	15 910,4 kg de arroz en cáscara/día
Pérdida económica anual	S/ 794 247,168

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 18 Cursograma analítico del secado artesanal

<i>ACTIVIDADES</i>	○ □ ◻ ⇨ △	<i>Tiempos de actividades (min)</i>
Arrollado de los sacos	x	3,5
Tendido de sacos	x	9
Vaciado de sacos	x	10
Esparcimiento de arroz	x	15
Rayado a través de surcos	x	10
Secado artesanal	x	260
Rayado a través de surcos	x	10
Secado artesanal	x	260
Inspección porcentaje de humedad	x	1,5
Llenado de sacos	x	40
TOTAL		623 min

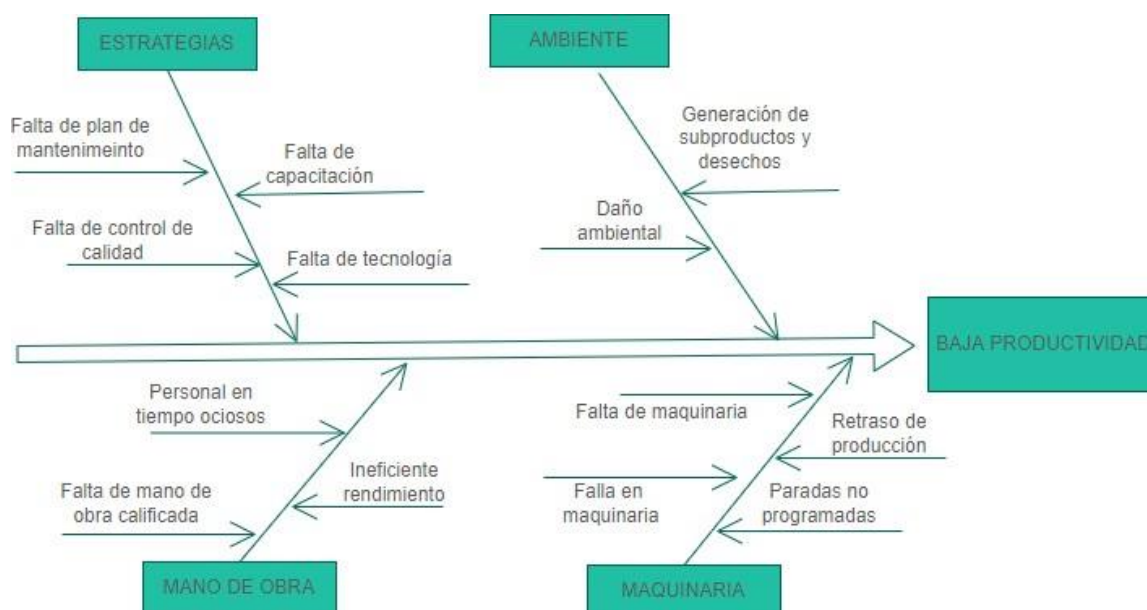
Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 19: Costo promedio anual de tiempo ocioso

N° Colaboradores	6
Tiempo ocioso al día (h)	9
Costo por hora (S/. /h)	5
Costo de tiempo ocioso al día	S/270
Costo de tiempo ocioso al mes	S/7 020
Costo de tiempo ocioso al año	S/ 84 240

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 20: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 21: Pérdidas económicas anual por problemas de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

PROBLEMA	CAUSAS	PERDIDA ECONOMICA S/
Baja producción del proceso	Es por un conjunto de causas como es la existencia de tiempo ocioso (secado artesanal), Costos del molino como el personal, recursos de energía eléctrica y agua e insumos, además las pérdidas económicas por las fallas de maquinaria y falta de mantenimiento preventivo	Tiempo ocioso es de S/ 84 240, los costos del molino son de S/687 928,4 y fallas de maquinaria es de S/867 352,00, el total de pérdida económica anual que se genera es de S/1 639 520,4
Desperdicio	La diferencia de eficiencia entre el Nivel Nacional y de la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC, es de un 12,43%. Por lo tanto será que por cada 100 kg de arroz cáscara que ingresa al proceso se deja de producir 12,43 kg de arroz pilado, generando más subproductos.	La pérdida económica anual que se genera por cada saco que se deja de producir es de S/ 794 247,168

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 22: Secador rotativo continuo vs Secador reciclable para arroz

Descripción	Secador rotativo continuo	Secador reciclaje para arroz
Modelo	SRCZ-1	Serie RR
Marca	ZACCARIA	ZANIN
Capacidad de secado	1,5t/h	24t/h
Quemadores	Quemador tubular a gas GLP, con bajo consume de gas	Presurizado (gasóleo, aceite denso, gas) De vena de aire (gas metano, GPL)
Combustible	Gas GLP	Gas metano GPL Gasóleo Aceite denso, vegetal o subproductos Biomasas
Inversión	60 000 dólares	80 000 dólares
Dimensiones	2,5 x 47,9 x 3,7 MEDIO	2,65 x 5,56 x 12,5 m BAJO
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> - Alta eficiencia con el secado - Ventilador del quemador con ajuste de flujo de aire - Fácil operación y bajo mantenimiento. - Control de la operación - Estabilidad en la temperatura de secado - Sistema continuo - Excelente homogenización del germen 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil operación y bajo mantenimiento - Control de la operación - Mayor estabilidad en la temperatura de secado. - Amigable con el medio ambiente - Ahorro en el consumo de combustible - Generación de un nuevo subproducto (La ceniza de la cascarilla de arroz se puede usar en la industria de la fabricación de materiales fertilizantes, concreto y cerámica.

Fuente: Industrias Machina Zaccaria S/A y ZANIN

Anexo 23 Ficha técnica del secador rotativo continuo SRCZ-1



Modelo:
SRCZ-1

Potencia / Polos:

Ventilador del quemador
0,75 kW / II
1,0 cv / II

Ventilador Ciclón
3 kW / II
4 cv / II

Válvula rotativa
0,55 kW / IV
0,75 cv / IV

Secador
1,5 kW / IV
2 cv / IV

.....

Capacidad de secado del germen (kg/h):
500 hasta 1500

.....

Presión de gas necesaria para el quemador (kgf/cm²):
1,5

.....

Consumo medio de gas para secado del germen (kg/h):
5,4

.....

Volumen aproximado empaquetado (m³):
16,5

.....

Peso aproximado empaquetado (kg):
1050

.....

SRCZ-1

El Secador Rotativo Continuo Zaccaria, modelo SRCZ-1, es utilizado para el secado del germen del maíz en el proceso de degerminación semihúmedo.

El proceso de secado se fundamenta en el pasaje de aire caliente en contra flujo con el producto. Para que esto ocurra, el germen entra en la cámara rotativa, permaneciendo en proceso de agitación por algunos minutos, tiempo necesario para la pérdida excesiva de humedad.

CARACTERÍSTICAS

- Accionamiento con motorreductor;
- Ventilador del quemador con ajuste de flujo de aire;
- Ciclón para precipitar el material arrastrado por el flujo de aire;
- Quemador tubular a gas GLP, con bajo consumo de gas;
- Ventana de inspección / limpieza del cilindro;
- Ajustador de temperatura;
- Sistema de ajuste de la inclinación del secador;
- Sigue con panel de comando;
- Sistema continuo;
- Excelente homogeneización del germen;
- Alta eficiencia en el secado;
- Fácil operación y bajo mantenimiento;
- Proveído originalmente para quema de GLP. Para otros gases, bajo consulta.



Panel de comando



(Dimensiones en mm)

Fuente: Zaccarias

Anexo 24 Ficha técnica del secador

Machine Translated by Google

COMPONENTES

DUCTO DE AIRE

Las paredes que forman las cámaras de aire están compuestas por paneles sándwich de lana mineral, parte de aire caliente y parte de aire caliente saturado (evita condensaciones y mantillos en el interior de la cámara).

Las paredes son lisas tanto por dentro como por fuera.
Las ventilaciones son: Aluzinc-Galvanizado-Prepintado varios colores Aluminio-Inoxidable 304. En el interior del secador hay mortasetas de refuerzo y balcones con escaleras para inspección y mantenimiento.

AFICIONADOS

Para secar, prestando la máxima atención a los detalles, el sistema de aspiración es el más adecuado para contener el polvo.
Cada secador está equipado con un ventilador axial con pala variable, son de diferentes diámetros para aprovechar al máximo el rendimiento de la máquina, obteniendo un menor consumo.
Zanin F. II hace uso de marcas tecnológicamente avanzadas en el sector de la ventilación europea, para optimizar las características de sus productos.

CALENTADORES DE AIRE CALIENTE

Para el secado hay grupos de calentamiento:

- en fuego directo
- fuego indirecto
- con baterías de vapor o aceite diatérmico

Los combustibles pueden estar en:

- Gas metano
- GPL
- Aceite pesado, vegetal o derivados
- Biomasa

Las quemadoras son del siguiente tipo:

- presurizado
- a vela d'aria
- especial para varios tipos de combustibles

GABINETE

La secadora está equipada con un equipo electrónico con un proceso de gestión. Sistema electrónico de gestión de la humedad del producto con medidor de agua.

SISTEMA DE SECADO DE ARROZ

MODELO	CONTENIDO		LONGITUD —	LONGITUD —	ALTURA —
	mts. xH	1 (PS 0,50)			
E2 6-4 RR	25,6	11,3	2,80	5,90	7
E2 12-4 RR	43,8	24,0	2,80	5,90	12,5
E4 12-4 RR	70,7	35,9	4,20	6,35	12,5
E4 16-14 RR	130,0	54,4	4,20	6,35	18
E8 12-4 RR	122,7	56,5	6,2	7,8	12,5
E8 16-14 RR	156,9	80,3	6,2	7,8	18

Los datos anteriores se calculan bajo las siguientes condiciones:

- secados nocturnos y límites secados en 24 horas
- secados a gas metano.

En cualquier caso, es recomendable consultar siempre las fichas técnicas.

La empresa declara toda responsabilidad por la exactitud de los datos contenidos en este folleto y se reserva el derecho de realizar las modificaciones que considere necesarias en su producto.

agroindustria

Fuente: ZANIN

Anexo 25 Elevadores de cangilones

MEL - ELEVADOR DE CANGILONES

TRANSPORTE



- Se utiliza para el transporte vertical de todo tipo de cereales y legumbres.
- La cabeza del elevador está hecha de chapa galvanizada en dos piezas y tiene un diseño extralibable.
- Los accesorios están diseñados con perno.
- Las patas del elevador están hechas de chapa galvanizada prensada disjunta de 1,5 mm o 2 mm.
- Las patas son extralibables para el ajuste del rucharón.
- Se toman precauciones resistentes a la abrasión en la entrada y salida del producto.
- Los detectores de golpes también se colocan en la entrada del elevador.
- Las poleas están diseñadas de tal manera que mantienen las correas alineadas.
- Opcionalmente, las poleas se alinearán con el sensor de alineación y se cubrirán con goma.
- La cabeza y el maletero del elevador están equipados con un punto de acceso para facilitar la limpieza y el mantenimiento.
- Los respiraderos de explosión de polvo se colocan en puntos críticos en el elevador.
- También se aspira el polvo en los ascensores para evitar la contaminación por polvo en el molino.
- Los agujeros debajo de los cubos también ayudan a la aspiración.
- Se pueden usar cubos de plástico y observar la velocidad de la correa, si se requiere.

DATOS TÉCNICOS

ELEVADOR DE CANGILONES - CUBETA SENCILLA. ARROZ

MODELO	E-9	E-10.CS	E-12.CS	E-16.CS	E-20.CS	E-24.CS	E-30.CS	E-36.CS	E-40.CS	E-48.CS								
CUBETA	5x4	6x4	9x6	5x4	6x4	5x4	9x5	8x5	9x6	8x5	9x6	12x7	12x7	15x7	16x7	12x7	12x8	
CAPACIDAD	TMH	7	12	15	15	15	15	30	30	30	30	60	60	60	60	80	100	100
ESPACIO CUBETA	mm	203	203	203	203	203	203	230	230	230	230	254	254	254	254	254	254	254
DIAMETRO POLEA	mm	207	254	254	305	305	406	305	305	305	406	406	406	406	406	406	406	406
VELOCIDAD BANDA	PM	327	274	254	305	305	465	455	910	508	570	570	525	525	620	620	667	635
ANCHO BASE	A	700	800	690	643	740	790	890	950	990	1035	1030	1200	1400	1400	1400	1700	1890
ALTURA BASE	B	700	700	750	730	730	964	1005	1050	1200	1195	1200	1400	1530	1640	1672	1800	1830
ANCHO PIERNA	C	180	230	270	184	184	192	234	230	290	230	250	290	303	385	381	335	361
PROFUND PIERNA	D	190	255	300	200	225	220	334	330	380	384	394	380	464	42	490	540	458
ANCHO CASCAB	E	650	900	920	1030	1030	1170	1160	1222	1630	1580	1630	1800	1830	2100	2100	2400	2150
ALTURA CABEZA	F	450	480	530	520	540	882	990	164	1420	1280	1380	1800	1900	1900	2214	2350	2370
SEPARAC PIERNA	G	280	382	490	275	372	397	394	483	490	550	560	609	724	605	665	1100	1170

Capacidad basada en arroz paddy (580kg/m³) 80% Llenado

Fuente: Zaccarias

Anexo 26: Análisis de fallos por máquina promedio del 2017-2021

Áreas del proceso de pilado	Número de fallas anual promedio	Frecuencia relativa	Tiempo de paradas de la máquina (horas)	Porcentaje (%)	Clasificación
Descascarado	64	37%	265	44%	Vital
Pulido	52	30%	150	25%	Importante
Selección del arroz	13	8%	55	9%	Trivial
Pre-limpia	25	15%	54,5	9%	
Clasificador	15	9%	44	7%	
Selección	3	2%	30,5	5%	
TOTAL	172	100%	599	100%	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 27: Análisis de criticidad de la Descascaradora

INDICADORES	Puntaje	JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA		De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC menciona que la descascaradora se encuentra operando 8 horas por día; de acuerdo con ello se le asigna un puntaje de 2; esto significa que si la máquina llega a tener una parada no planificada puede afectar a la producción de la empresa; la descascaradora es una de las máquinas principales en el proceso de pilado; es por ello que debe estar al 100% de su capacidad en todo momento.
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)		De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa en los reportes de la descascaradora menciona que se los fallos en la máquina son las siguientes: Fallo en rodajes, desgaste de rodajes, fallos en el Filtro de aceite hidráulico (VG-68), desgaste de faja, fallos en el sinfín distribuidor para pajilla, la frecuencia de fallos es de más de 50 por año, es por ello que se le asigna un puntaje de 2
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)		No se encontró un MTTR según los indicadores actuales calculados ya que no existe mantenimiento; por ello que se le asigna un puntaje de 3; pero es importante recalcar que un tiempo promedio para reparar es menor a 5 horas.
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	
Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN		De acuerdo con García Fernández en su investigación "Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC" la participación de la descascaradora en relación con las demás máquinas es de 1,8%, es decir, si una de las descascaradoras se descompone se puede trabajar con la otra por lo que se le asigna un puntaje de 0,5 al tener un impacto del 50%.
No afecta la producción	0,05	
25 % de impacto	0,3	
50 % de impacto	0,5	
75 % de impacto	0,8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS		Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la ciudad de Chiclayo; es por ello por lo que se le asigna un puntaje de 2; cabe mencionar en ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra de este.
Stock propio	1	
Local	2	
Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)		Según <i>la empresa</i> , de acuerdo con sus datos de costos de reparación son variables, y se encuentra entre 3 y 5 mil nuevos soles.
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	
7. IMPACTO AMBIENTAL		La organización no da a conocer el impacto ambiental que genera esta máquina, no obstante, Cagueño y Zapata en su investigación "Caso de estudio industria molinera pardo SAA" nos menciona que la máquina descascaradora solo genera la cascarilla como residuo, además esta cascarilla es utilizada para el horno que abastece la secadora; es por ello por lo que le asigna una contaminación baja 5.
No origina ningún impacto ambiental	0	
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de	25	

la comunidad, procesos sancionatorios		
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDA DE PERSONAL	Puntaje	De acuerdo con Ronaldo Silupu Gonzales en su investigación "Evaluación y control de riesgos ergonómicos en la empresa Corporación Cruceño SAC para incrementar la productividad" menciona que durante las etapas de producción de pilado de arroz el operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad; es necesario señalar que la máquina tiene protección de plástico por ello es que puede genera lesiones o heridas leves no incapacitantes por lo que le da un puntaje de 5
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal en 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	De acuerdo con Gerardo Octavio Díaz Rodenas nos menciona que si la máquina no se encuentra en buen estado puede pasar paddy es por ello que la descascarilla-dora constituye el factor crítico, prefiriéndose una descascarilla dora de rodillos de caucho a una descascarilla-dora de piedra, pues así se reducen las magulladuras superficiales del grano, por ello que se le asigna un puntaje de 10
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje	La empresa tiene un proveedor a nivel local, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiene un lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2; asimismo, en algunas ocasiones se tienen algunos repuestos como excéntricas, mallas (cribas), que son fáciles de encontrar a nivel local, pero existen repuestos que son complicados de conseguir en la región.
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 28: Análisis de criticidad de la Pulidoras

INDICADORES		JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC menciona que la pulidora se encuentra operando 8 horas por día; de acuerdo con ello se le asigna un puntaje de 2; esto significa que si la máquina llega a tener una parada no planificada puede afectar a la producción de la empresa; la pulidora de piedra es una de las máquinas principales en el proceso de pilado; es por ello por lo que debe estar al 100% de su capacidad en todo momento.
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa, los fallos en la pulidora de piedra son de en promedio de 16 y 30 años y siendo la más común la rotura de cribas, desgaste de rodaje, desgaste de sinfín y desgaste de la botella se da a largo plazo debido a la carga de trabajo existente causada por el arroz al momento de pasar a través de ésta para ser pulido.
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	

3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje	No se encontró un MTTR según los indicadores actuales calculados ya que no existe mantenimiento; por ello que se le asigna un puntaje de 3; pero es importante recalcar que un tiempo promedio para reparar es menor a 5 horas.
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	
Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje	La rotura de cribas, desgaste de rodaje, desgaste de sinfín y desgaste de la botella se da a largo plazo debido a la carga de trabajo existente causada por el arroz al momento de pasar a través de ésta para ser pulido, lo que afecta el rendimiento y la producción
No afecta la producción	0,05	
25 % de impacto	0,3	
50 % de impacto	0,5	
75 % de impacto	0,8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje	El molino es una pequeña empresa por la cual sus proveedores de repuestos se encuentran a nivel local. Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la ciudad de Chiclayo; es por ello, que se le asigna un puntaje de 2; cabe mencionar en ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra de este.
Stock propio	1	
Local	2	
Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	Según la empresa, de acuerdo con sus datos decostos de reparación son variables, y se encuentra menos de mil nuevos soles.
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	
7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	El impacto ambiental de la pulidora es directamente a la atmósfera debido a la generación de residuos con polvo y contaminación acústica debido a los ruidos que produce, sin embargo, son mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.
No origina ningún impacto ambiental	0	
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje	El operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad, no obstante, no es necesario que exista un operario siempre junto a esta máquina por lo que no existe mucho riesgo
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	Esta clasificadora afectaría grandemente a la empresa debido a la calidad final del producto, ya que, al no darle un pulido adecuado, este genera un menor costo al momento de ser vendido.
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	

Si existe	1	La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS		La empresa tiene un proveedor a nivel local, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiene un lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2; asimismo, en algunas ocasiones se tienen algunos repuestos como excéntricas, mallas (cribas), que son fáciles de encontrar a nivel local, pero existen repuestos que son complicados de conseguir en la región.
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 29: Análisis de criticidad de Mesapadi (Selección de arroz)

INDICADORES	Puntaje	JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA		De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa menciona que la mesa paddy se encuentra operando 10 horas una hora perdida en el tiempo de prendido y apagado por día; de acuerdo a ello se le asigna un puntaje de 3. El nivel de uso de la mesa paddy es frecuente; puesto que, se esté permite la separación del grano integral y el grano con cáscara.
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)		De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa en los reportes de la mesapaddy menciona que los fallos en la máquina son las siguientes: Falla en los rodajes, falla en Fajas A71; falla relacionada a la base de cuñas y los sensores de flujo, la frecuencia de 10 a 12 por año; por lo tanto, le corresponde el puntaje 2
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)		Se encontró un MTTR de 15 según los indicadores actuales calculados; por ello que se le asigna un puntaje de 3
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	
Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN		La mesapaddy modelo SMAZ-2 tiene la finalidad de separar los granos descascarados de los granos que permanecen con cáscaras, teniendo en consideración las diferencias de tamaño y las densidades de los granos. Su producción de arroz integral es de 4.000 hasta 6.600 kg/h ante ello se da un puntaje de 1
No afecta la producción	0.05	
25 % de impacto	0.3	
50 % de impacto	0.5	
75 % de impacto	0.8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS		Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la ciudad de Chiclayo; se le asigna un puntaje de 2; cabe mencionaren ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra de este.
Stock propio	1	
Local	2	

Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa los costos de reparación son variables, y se encuentra entre mil y 3 mil nuevos soles
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	
7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	Díaz Pérez y Vásquez Vargas en su investigación "Diseño de un sistema de gestión ambiental para solicitar la certificación HACCP que permita ingresar a nuevos mercados e incrementar la rentabilidad de la molinería Don Julio de Lambayeque 2015- 2016" nos menciona que en esta máquina se tienen 3 salidas arroz integral, grano paddy y retorno (mezcla del arroz integral y grano Paddy); por lo que se afirma que no tiene ninguna clase de residuo, es decir, no origina ningún impacto ambiental
No origina ningún impacto ambiental	0	
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDA DE PERSONAL	Puntaje	De acuerdo con Ronaldo Silupu Gonzales en su investigación "Evaluación y control de riesgos ergonómicos en la empresa Corporación Cruceño SAC para incrementar la productividad" menciona que durante las etapas de producción de pilado de arroz el operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad, no obstante, no es necesario que exista un operario siempre junto a esta máquina por lo que no existe mucho riesgo, es por ello que se le asigna un puntaje de 5
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	La mesa paddy tiene la función de separar el arroz integral y el arroz con cáscara, de allí se desprende la importancia en la calidad del producto terminado; puesto que si la máquina no cumple con su función pasa pajilla a la siguiente etapa.
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje	La empresa tiene un proveedor a nivel local, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiene un lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2.
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 30: Análisis de criticidad de la Pre-limpia

INDICADORES		JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje	
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa menciona que la prelimpia se encuentra operando 10 horas por día; de acuerdo con ello se le asigna un puntaje de 3; esto significa que si la máquina llega a tener una parada no planificada puede afectar a la producción de la empresa.
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje	
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa, en los reportes de la prelimpia menciona que se ha encontrado fallas en el tensor, en el perno de la plancha, es por ello que se tiene una frecuencia de fallo de 10 a 12 por año; por ello se le asigna un puntaje de 2.
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje	
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	Se encontró un MTTR de 16 según los indicadores actuales calculados; por ello que se le asigna un puntaje de 3
Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje	
No afecta la producción	0.05	Al conocer que existen fallas por durante 2 veces al año, de acuerdo con la marca PRE-LIMPIA ZACCARIA PLZ-14 MTVZ/MTRZ su ficha técnica menciona que su capacidad de entrada de arroz en cáscara (kg/h): 14 000; entonces, se afirma que la prelimpia tiene un impacto del 100% en la producción puesto que sin esta máquina no se podría producir.
25 % de impacto	0.3	
50 % de impacto	0.5	
75 % de impacto	0.8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje	
Stock propio	1	El molino es una pequeña empresa por la cual sus proveedores de repuestos se encuentran a nivel local. Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la ciudad de Chiclayo; es por ello que, se le asigna un puntaje de 2; cabe mencionar en ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra del mismo.
Local	2	
Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	De acuerdo a los datos proporcionados por la empresa los costos de reparación son variables, y se encuentra menos de mil nuevos soles
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	
7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	
No origina ningún impacto ambiental	0	La organización no da a conocer el impacto ambiental que genera esta máquina, no obstante, la COOP. AMALIA SAJONIA en su investigación "Impacto ambiental simplificado de secadero de cereales y otras actividades" menciona que, para evitar el efecto del polvo y residuos ambientales, existe una captación en las rejillas de salida de los ventiladores encargados de la circulación de aire, cada ventilador succiona un cuarto de impurezas; además, la prelimpia se le asigna un puntaje de 5
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	

8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDA DE PERSONAL	Puntaje	
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje	
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	

De acuerdo con Ronaldo Silupu Gonzales en su investigación "Evaluación y control de riesgos ergonómicos en la empresa Corporación Cruceño SAC para incrementar la productividad" menciona que durante las etapas de producción de pilado de arroz el operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad; es necesario señalar que la máquina tiene protección de plástico por ello es que puede genera lesiones o heridas leves no incapacitantes por lo que le da un puntaje de 5

De acuerdo con Gerardo Octavio Díaz Rodenas, la prelimpia es una máquina que nos ayuda en limpieza de los granos enseguida de su recepción; está máquina juega un papel fundamental para la inocuidad del producto ya que elimina las impurezas más livianas, de no llevarse bien este proceso puede ocasionar pedidas, por lo que se le asigna un puntaje de 5

La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4

La empresa tiene un proveedor a nivel local, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiene un lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2; asimismo, en algunas ocasiones se tienen algunos repuestos como excéntricas, mallas (cribas), que son fáciles de encontrar a nivel local, pero existen repuestos que son complicados de conseguir en la región.

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 31: Análisis de criticidad del clasificador

INDICADORES		JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje	
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje	
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje	
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	

De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa menciona que la clasificadora se encuentra operando 10 horas por día; de acuerdo con ello se le asigna un puntaje de 3; esto significa que si la máquina llega a tener una parada no planificada puede afectar a la producción de la empresa.

De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa, los fallos en la clasificadora son de 12 a 15 por año siendo las más comunes la rotura de malla zaranda, rotura de faja, atasque de paso de grano en las mallas, desgaste de paletas, desgaste de mallas.

Se encontró un MTTR de 12 según los indicadores actuales calculados; por ello que, se le asigna un puntaje de 3

Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje	El atasco del paso de grano en las mallas se dan debido a la carga de trabajo existente por el paso del grano de arroz a través de éstas, ya que el arroz aún después de ser lustrado sigue teniendo cierto porcentaje de tegumento que, con el tiempo, poco a poco va cerrando el paso de grano, afectando de esta manera el rendimiento, y en efecto la productividad.
No afecta la producción	0.05	
25 % de impacto	0.3	
50 % de impacto	0.5	
75 % de impacto	0.8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje	El molino es una pequeña empresa por la cual sus proveedores de respuestas se encuentran a nivel local. Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la ciudad de Chiclayo; por ello se le asigna un puntaje de 2; cabe mencionar en ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra de este.
Stock propio	1	
Local	2	
Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	Los costos de reparación en relación con los datos históricos son menores a 1000 soles.
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	
7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	El impacto ambiental de la clasificadora es directamente a la atmósfera debido a la generación de residuos con polvo y contaminación acústica debido a los ruidos que produce, sin embargo, son mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.
No origina ningún impacto ambiental	0	
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDA DE PERSONAL	Puntaje	El operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad, no obstante, no es necesario que exista un operario siempre junto a esta máquina por lo que no existe mucho riesgo
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	Esta clasificadora separa el grano quebrado y el entero, al tener alguna falla, afectaría grandemente a la empresa debido a que pasa grano quebrado a la clasificación del grano entero por lo que se devalúa el valor de lote pilado generando una diferencia de precios entre la calidad del producto puesto que va a ir a un lote de embolsado distinto a lo planificado.
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que

Si existe	1	este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje	La empresa tiene un proveedor a nivel local, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiene un lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2; asimismo, en algunas ocasiones se tienen algunos repuestos como excéntricas, mallas (cribas), que son fáciles de encontrar a nivel local, pero existen repuestos que son complicados de conseguir en la región.
Si existe	1	
Regular	2	
Escaza	3	
No existe	4	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 32: Análisis de criticidad de la Selectora

INDICADORES	Puntaje	JUSTIFICACIÓN
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa menciona que la clasificadora se encuentra operando 10 horas por día; de acuerdo con ello se le asigna un puntaje de 3; esto significa que si la máquina llega a tener una parada no planificada puede afectar a la producción de la empresa.
No más de 4 horas por día	1	
Entre 5 y 8 horas por día	2	
Entre 9 y 12 horas por día	3	
Entre 13 y 16 horas por día	4	
Entre 17 y 24 horas por día	5	
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje	De acuerdo con los datos proporcionados por la empresa, los fallos en la clasificadora son mínimas por año siendo las más comunes la rotura de malla zaranda, rotura de faja, atasco de paso de grano en las mallas, desgaste de paletas, desgaste de mallas.
No más de 1 por año	1	
Entre 2 y 15 por año	2	
Entre 16 y 30 por año	3	
Entre 31 y 50 por año	4	
Más de 50 por año	5	
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje	Se encontró un MTTR de 12 según los indicadores actuales calculados; por ello que, se le asigna un puntaje de 3
Menos de 4 horas	1	
Entre 4 y 8 horas	2	
Entre 8 y 24 horas	3	
Entre 24 y 48 horas	4	
Más de 48 horas	5	
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje	El atasco del paso de grano en las mallas se dan debido a la carga de trabajo existente por el paso del grano de arroz a través de éstas, ya que el arroz aún después de ser lustrado sigue teniendo cierto porcentaje de tegumento que, con el tiempo, poco a poco va cerrando el paso de grano, afectando de esta manera el rendimiento, y en efecto la productividad; en conclusión malogra el lote.
No afecta la producción	0.05	
25 % de impacto	0.3	
50 % de impacto	0.5	
75 % de impacto	0.8	
100 % de impacto	1	
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje	El molino es una pequeña empresa por la cual sus proveedores de respuestas se encuentran a nivel departamental. Su principal proveedor es Ferreyros SAA ubicada en la Lambayeque; es por ello que, se le asigna un puntaje de 3; cabe mencionar en ciertas ocasiones no se tienen los repuestos en stock por lo que existe pérdidas de tiempo por el traslado a hacer la compra del mismo.
Stock propio	1	
Local	2	
Departamental	3	
Nacional	4	
Extranjero	5	
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	Los costos de reparación en relación con los datos históricos están entre 3 y 5 mil soles.
No origina ningún costo	0	
Menos de mil	3	
Entre mil y 3 mil	5	
Entre 3 y 5 mil	10	
Más de 5 mil	25	

7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	El impacto ambiental de la clasificadora es directamente a la atmósfera debido a la generación de residuos con polvo y contaminación acústica debido a los ruidos que produce, sin embargo, son mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.
No origina ningún impacto ambiental	0	
Contaminación ambiental baja	5	
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10	
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje	El operario se encuentra expuesto a lesiones leves o accidentes al no tener correctamente los implementos de seguridad, no obstante, no es necesario que exista un operario siempre junto a esta máquina por lo que no existe mucho riesgo
No origina heridas ni lesiones	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje	Esta clasificadora separa el grano quebrado y el entero, al tener alguna falla, afectaría grandemente a la empresa debido a que pasa grano quebrado a la clasificación del grano entero por lo que se devalúa el valor de lote pilado generando una diferencia de precios entre la calidad del producto puesto que va a ir a un lote de embolsado distinto a lo planificado.
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	
10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje	La empresa no cuenta con un área de mantenimiento que este al pendiente de la revisión de máquinas, por ello se le asigna un puntaje de 4
Si existe	1	
Regular	2	
Escasa	3	
No existe	4	
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje	La empresa tiene un proveedor a nivel departamental, por lo que se le dificulta acceder a algunos repuestos que se tienen que traer desde Lima, por lo que su tiempo de lead time es de 1 día como mínimo, por ello que se le da un puntaje de 2; asimismo, en algunas ocasiones se tienen algunos repuestos como excéntricas, mallas (cribas), que son fáciles de encontrar a nivel local, pero existen repuestos que son complicados de conseguir en la región.
Si existe	1	
Regular	2	
Escasa	3	
No existe	4	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 33: Resumen de parámetros de criticidad

PARÁMETROS DE CRITICIDAD	Descascaradora	Pulidora	Mesapadi	Pre-limpia	Clasificador	Selectora
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA						
No más de 4 horas por día						
Entre 5 y 8 horas por día	2	2				

Entre 9 y 12 horas por día			3	3	3	3
Entre 13 y 16 horas por día						
Entre 17 y 24 horas por día						
A	2	2	3	3	3	3
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)						
No más de 1 por año						1
Entre 2 y 15 por año	2		2	2	2	
Entre 16 y 30 por año		3				
Entre 31 y 50 por año						
Más de 50 por año						
B	2	3	2	2	2	1
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)						
Menos de 4 horas						
Entre 4 y 8 horas						
Entre 8 y 24 horas	3	3	3	3	3	3
Entre 24 y 48 horas						
Más de 48 horas						
C	3	3	3	3	3	3
4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN						
No afecta la producción						
25 % de impacto						
50 % de impacto	0.5	0.5		0.5	0.5	
75 % de impacto						
100 % de impacto			1			1
D	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS						
Stock propio						
Local	2	2	2	2	2	
Departamental						3
Nacional						
Extranjero						
E	2	2	2	2	2	3
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)						
No origina ningún costo						
Menos de mil		3		3	3	
Entre mil y 3 mil			5			
Entre 3 y 5 mil						
Más de 5 mil	10					10
F	10	3	5	3	3	10
7. IMPACTO AMBIENTAL						
No origina ningún impacto ambiental			0		0	0
Contaminación ambiental baja	5	5		5		
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta						
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios						
G	5	5	0	5	0	0
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL						
No origina heridas ni lesiones						
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	5	5	5	5	5

Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días							
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente							
H	5	5	5	5	5	5	5
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL							
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)							
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles				5	5		5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	10				10	
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles							
I	10	10	5	5	10	5	
10. ASISTENCIA TÉCNICA							
Si existe							
Regular							
Escaza							
No existe	4	4	4	4	4	4	4
J	4	4	4	4	4	4	4
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS							
Si existe							
Regular							
Escaza							
No existe							
K	2	2	2	2	2	2	2
Puntaje Total	45.5	40	32	35	35	37	
Aplicación de fórmula de CRITICIDAD	63	74	36	39	39	23	

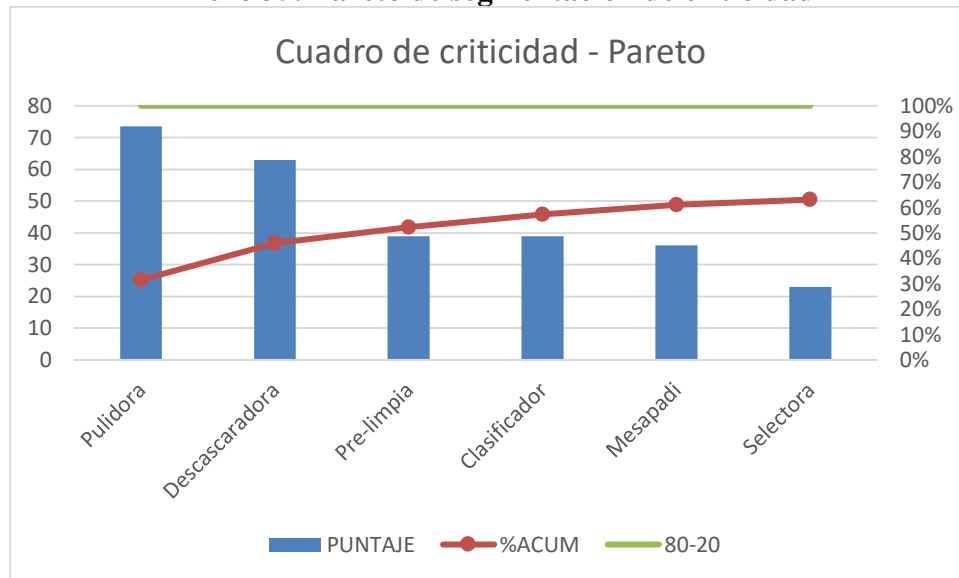
Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 34: Segmentación de los niveles de criticidad

EQUIPO	PUNTAJE	%	%ACUM	80-20	Nivel
Pulidora	73.5	37%	37%	80%	A
Descascaradora	63	32%	68%	80%	
Pre-limpia	39	20%	88%	80%	B
Clasificador	39	20%	107%	80%	
Mesapadi	36	18%	125%	80%	C
Selectora	23	12%	137%	80%	
200					

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 35: Pareto de segmentación de criticidad



Anexo 36: Diagnóstico AMEF de la descascaradora

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M.		Elemento / Área		Producción
		Componente		Pulidora
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTO DE LOS FALLOS	
1 Incrementar la presión de un fluido.	A Obstrucción del filtro de aire	1	Sobrecalentamiento del motor	No absorber las vibraciones del cigüeñal, así como tampoco limitar la vibración torsional del cigüeñal. Aumento de los costes operativos
		2	Partículas de suciedad presentes en el filtro de aire	Daño por introducción del fluido. No remover las impurezas en la primera vez, así como tampoco puede atrapar y retener las partículas dañinas hasta el siguiente cambio de filtro.
	B Fugas en el filtro de aire	1	Grietas a lo largo de la tubería	Problemas en la pérdida de presión en el depósito. No permiten la dirección al flujo de aire que enfrían al refrigerante que contiene los tubos metálicos
	C Problemas en el tren de transmisión	1	Desalienación de correa y poleas	Desgaste de bandas, sobre esfuerzo del motor. No guiar al pistón ni al vástago del cilindro hidráulico en su recorrido. Ni regula el consumo de aceite en el cilindro.
		2	Desgaste de pistones	No suministrar la cantidad necesaria de aceite a las partes del compresor y cilindro. Golpeos en el interior del compresor ocasionando posibles fugas

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 37 Diagnóstico AMEF de la descascaradora

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN R.C.M.		Elemento / Área		Descascaradora	
		Componente		Descascaradora	
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO		EFECTO DE LOS FALLOS	
<p>La máquina se utiliza principalmente para eliminar el arroz con cáscara o el mijo fuera de la cáscara.</p> <p>1</p>	A	Atascamiento en el distribuidor	1	Sobreesfuerzo del distribuidor por lubricación deficiente	Genera la disminución del flujo de arroz. Inhabilidad para producir, no produce la potencia necesaria para el descascarado
			2	Erosión eléctrica	Se percibe un ruido y chispazos a modo de pequeños golpes. Mucho ruido. Estos continuos chispazos que crean los cráteres terminan por eliminar cierta cantidad de material de los elementos rodantes y sus <u>pistas de rodadura.</u>
			3	Acumulación de partículas en el engranaje	Disminución de velocidad, sobreesfuerzo del motor. La máquina deja de funcionar. Mal descarado de los granos de arroz
	B	Calentamiento del motor	1	Obstrucción en la salida de presión	No cerrar ni apertura del todo para la succión y compresión debido a las interferencias de partículas sólidas o líquidas de manera que no permite que el gas fluya en su ciclo normal.
	C	Desgaste de faja	1	Desgarro de los dientes	Genera un incremento en el flujo de arroz y a la vez una disminución en el flujo de arroz descascara. No transmitir movimiento debido a una rotura por alta temperatura o ya que está basado en las fuerzas de fricción.

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 38 AMEF de descascaradora

AMEF de:		ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA									
Proceso	AMEF N°	04/05/2022									
Máquina	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de fallo FM	Efecto de la falla	Control actual	Severidad	Ocurrencia	Determinación	NPR	Situación actual	Justificación
Descascaradora	La máquina se utiliza principalmente para eliminar el arroz con cáscara o el mijo fuera de la cáscara.	Atascamiento en el distribuidor	Sobreesfuerzo del distribuidor por lubricación deficiente	Genera la disminución del flujo de arroz. Inhabilidad para producir, no produce la potencia necesaria para el descascarado	Ninguno	3	5	8	120	Ocurrencia: En la máquina descascaradora el Sobreesfuerzo del distribuidor por lubricación deficientes da en periodo de una falla entre 3 a 6 meses, es falla ocasional. Severidad: Es remoto, porque el Sobreesfuerzo del distribuidor por lubricación deficiente solo puede ser perjudicada a una proporción de la corrida de producción para que se tenga que re-trabajar en la etapa, antes de ser procesada. Detección: Este sobreesfuerzo del distribuidor por lubricación deficiente es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.	
			Erosión eléctrica	Se percibe un ruido y chispazos a modo de pequeños golpes. Mucho ruido. Estos continuos chispazos que crean los cráteres terminan por eliminar cierta cantidad de material de los elementos rodantes y sus pistas de rodadura.	Ninguno	4	3	8	96	Ocurrencia: En la máquina descascaradora la Erosión eléctrica da en periodo de una falla entre 3 a 6 meses, es falla ocasional. Severidad: Es remoto, porque la Erosión eléctrica solo puede ser perjudicada a una proporción de la corrida de producción para que se tenga que re-trabajar en la etapa, antes de ser procesada. Detección: Esta erosión eléctrica es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.	
			Acumulación de partículas en el engranaje	Disminución de velocidad, sobreesfuerzo del motor. La máquina deja de funcionar. Mal descarado de los granos de arroz	Ninguno	5	5	8	200	Ocurrencia: En la máquina descascaradora la acumulación de partículas en el engranaje se da en periodo de una falla al mes, es falla muy repetitiva. Severidad: Es bajo, porque por el Acumulación de partículas en el engranaje hace que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse fuera de la línea y ser aceptada ya que se debe comprobar el buen funcionamiento. Detección: Este Acumulación de partículas en el engranaje identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.	
			Calentamiento del motor	Obstrucción en la salida de presión	No cerrar ni apertura del todo para la succión y compresión debido a las interferencias de partículas sólidas o líquidas de manera que no permite que el gas fluya en su ciclo normal.	Ninguno	5	5	7	175	Ocurrencia: En la máquina descascaradora la obstrucción en la salida de presión se da en periodo de una falla al mes, es falla muy repetitiva. Severidad: Es bajo, porque por la Obstrucción en la salida de presión hace que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse fuera de la línea y ser aceptada ya que se debe comprobar el buen funcionamiento. Detección: Esta obstrucción en la salida de presión identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.
	Desgaste de faja	Desgarro de los dientes	Genera un incremento en el flujo de arroz y a la vez una disminución en el flujo de arroz descascarado. No transmitir movimiento debido a una rotura por alta temperatura o ya que está basado en las fuerzas de fricción.	Ninguno	4	3	8	96	Ocurrencia: En la máquina descascaradora el desgarro de los dientes da en periodo de una falla entre 3 a 6 meses, es falla ocasional Severidad: Es remoto, porque la Desgarro de los dientes lo puede ser perjudicada a una proporción de la corrida de producción para que se tenga que re-trabajar en la etapa, antes de ser procesada. Detección: Este Desgarro de los dientes es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.		

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 39 AMEF del Pulidora

AMEF de:		ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA										
Proceso	AMEF N°	04/05/2022										
MÁQUINA	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de fallo FM	Efecto de la falla	Control actual	Severidad	Ocurrencia	Determinación	NPR	Situación actual JUSTIFICACIÓN		
Pulidora	Incrementar la presión de un fluido.	Obstrucción del filtro de aire	Sobrecalentamiento del motor	No absorber las vibraciones del cigüeñal, así como tampoco limitar la vibración torsional del cigüeñal. Aumento de los costes operativos	Ninguna	4	4	8	128	<p>Ocurrencia: En la máquina compresor en el Sobrecalentamiento del compresor del motor se da en periodo entre 1 a 3 meses, es falla repetitiva.</p> <p>Severidad: Es muy bajo, porque Sobrecalentamiento del compresor del motor hace que el 100% de la corrida de producción tenga que re-trabajarse en a la etapa, antes de ser procesada.</p> <p>Detección: El Sobrecalentamiento del compresor en la compresora es identificada con una probabilidad remota en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles.</p>		
				Partículas de suciedad presentes en el filtro de aire	Daño por introducción del fluido. No remover las impurezas en la primera vez, así como tampoco puede atrapar y retener las partículas dañinas hasta el siguiente cambio de filtro.	Ninguna	5	5	7	175	<p>Ocurrencia: En la máquina Compresor las partículas de suciedad presentes en el filtro de aire se dan en periodo de una falla al mes, es falla muy repetitiva.</p> <p>Severidad: Es bajo, porque por el desalineamiento en el eje del motor, hace que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse fuera de la línea y ser aceptada ya que se debe comprobar el buen funcionamiento.</p> <p>Detección: El desalineamiento en el eje del motor es identificada con una probabilidad muy baja en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles.</p>	
				Fugas en el filtro de aire	Grietas a lo largo de la tubería	Problemas en la pérdida de presión en el depósito. No permiten la dirección al flujo de aire que enfrían al refrigerante que contiene los tubos metálicos	Ninguna	3	3	8	72	<p>Ocurrencia: En la máquina faja transportadora en la obstrucción de rodamientos se da en periodo de una falla entre 3 a 6 meses, es falla ocasional.</p> <p>Severidad: Es remoto, porque la obstrucción de rodamientos puede ser perjudicada a una proporción de la corrida de producción.</p> <p>Detección: Esta r obstrucción de rodamientos es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles; por ello tiene una detección remota.</p>
				Problemas en el tren de transmisión	Desalienación de correa y poleas	Desgaste de bandas, sobreesfuerzo del motor. No guiar al pistón ni al vástago del cilindro hidráulico en su recorrido. Ni regula el consumo de aceite en el cilindro.	Ninguna	4	3	8	96	<p>Ocurrencia: En la máquina faja transportadora en la Corrosión de rozamientos se da en periodo de una falla entre 3 a 6 meses, es falla ocasional.</p> <p>Severidad: Es remoto, porque la Grietas en la cinta puede ser perjudicada a una proporción de la corrida de producción.</p> <p>Detección: Esta Grietas en la cinta es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles; por ello tiene una detección remota.</p>
			Desgaste de pistones	No suministrar la cantidad necesaria de aceite a las partes del compresor y cilindro. Golpeos en el interior del compresor ocasionando posibles fugas	Ninguna	5	5	8	200	<p>Ocurrencia: En la máquina compresora el Desgaste de pistones se da en periodo de una falla al mes, es falla muy repetitiva.</p> <p>Severidad: Es bajo, porque por el Desgaste de pistones hace que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse fuera de la línea y ser aceptada ya que se debe comprobar el buen funcionamiento.</p> <p>Detección: Este Desgaste de pistones es identificada en el proceso de pilado por el operario por medios visuales/táctiles/audibles; por ello tiene una detección remota.</p>		

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 40 Hoja de decisión de la descascaradora

Hoja de decisiones R.C.M.															
Área:				Máquina:											
Referencias		Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a 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						
1	A	1	S	N	S	N	S	N	S				Limpieza y lubricación profunda en el área de distribuidor de la descascaradora	Diario	Operario
		2	S	N	S	N	N	S	N				Limpieza periódica y cambio de cribas antes de ser rotas totalmente	Diario	Operario
		3	S	N	S	N	S	N	S				Limpieza de partículas	Semanal	Operario
	B	1	S	N	S	N	S	N	S				Evaluar la salida de presión del flujo de aire en la ventilación sea la adecuada para evitar calentamientos	Inter-diario	Operario
	C	1	S	N	S	N	N	S	N				Efectuar si los dientes necesitan una afilada, calibración y/o enderezamiento	Mensual	Operario

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

H: Consecuencia de falla oculta.
S: Consecuencia para la seguridad y el medio ambiente.
E: Consecuencias operacionales.
O: Consecuencias no operacionales.

H1/S1/O1/N1: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada
H2/S2/O2/N2: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
H3/S3/O3/N3: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica

No tiene impacto directo, pero puede derivar en falla múltiple seria y a veces catastróficas. La mayoría está asociada a dispositivos de seguridad.
Seguridad: puede matar o herir personas.
Medio ambiente: contamina.
Afectan: La producción, La calidad, El servicio al cliente, Los costos operativos.
Son fallas no ocultas que no afectan la seguridad, ni el medio ambiente ni la operatividad. Su única consecuencia es generar costos directos de reparación.

Anexo 41 Hoja de decisión de la Pulidora

Hoja de decisiones R.C.M.

Área:							Máquina:						Intervalo inicial	A realizarse por	
Referencias			Referencias de información				H1 H2 H3			Acción a falta de					Tarea propuesta
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
1	A	1	s	N	s	n	s	n	s				Revisar temperatura y soldadura del manómetro	mensual	Operario
		2	s	N	s	n	s	n	s				Limpieza profunda y pulido del filtro de aire. Cambio de pieza según se requiera	Diario	Operario
	B	1	s	n	s	s	N	s	n				Verificar si la tubería amerita un parche o cambio total de la pieza	1 mes	Operario
	C	1	s	N	s	n	s	n	s				Inspección y alineación de componentes	Mensual	Operario
		2	s	N	s	n	s	n	s				Cambio de componentes en mal buen estado	Semanal	Operario

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

H: Consecuencia de falla oculta.
S: Consecuencia para la seguridad y el medio ambiente.
E: Consecuencias operacionales.
O: Consecuencias no operacionales.

H1/S1/O1/N1: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada
H2/S2/O2/N2: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
H3/S3/O3/N3: Se usa para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica

No tiene impacto directo, pero puede derivar en falla múltiple seria y a veces catastróficas. La mayoría está asociada a dispositivos de seguridad.
Seguridad: puede matar o herir personas.
Medio ambiente: contamina.
Afectan: La producción, La calidad, El servicio al cliente, Los costos operativos.
Son fallas no ocultas que no afectan la seguridad, ni el medio ambiente ni la operatividad. Su única consecuencia es generar costos directos de reparación.

Anexo 42 Plan de mantenimiento de la descascaradora

Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramientas	Periodo	Personal requerido	Estado de máquina	Tiempo requerido
Distribuidor	Verificación	Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de control.	Hoja de verificación	Manómetro portátil	Diario	Mecánico	En reposo	10'
	Calibración	Calibrar el estado de la maquina a un voltaje teniendo en cuenta el ajuste del aro	Voltímetro	Destornillador	Diario	Mecánico	En reposo	10'
	Limpieza	Limpieza y lubricación en el engranaje	Lubricante 0W-30	Lubricadora	Semanal	Mecánico	En reposo	40'
Salida de aire del motor	Limpieza	Limpieza en la salida de aire	Desengrasante, trapo industrial	Destornillador, Aire comprimido Lubricante	Inter diario	Mecánico	En reposo	30'
Faja	Afilamiento, enderezamiento	Medir si la faja de transmisión este enderezado.	Medidor de nivel ángulo digital 400mm	Afilador y enderezador	Mensual	Mecánico	En reposo	15'

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 43 Sustento de descascaradora

Componente	Actividad	Sustento de periodo	Sustento de tiempo requerido
Distribuidor	Verificación Calibración	En base del estudio " Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa molino Chiclayo SAC para incrementar su productividad ", nos señala que se debe verificar y alinear este componente en un periodo no mayor a las 24 horas	Según el estudio de tiempos de la investigación " Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno SA " establece que se tienen que hacer pruebas previas al inicio de la producción. Se determinó un tiempo no mayor a 1 hora entre las tareas de limpieza, medición y lubricación
	Limpieza	En la investigación " Análisis de fallas funcionales del sistema motocompresor de planta " Explica que las tuberías de presión pueden establecer pequeñas soldaduras que cubran la superficie mañana acompañada de una buena limpieza para aumenta la vida útil del producto. Normalmente se hacen según se requiera y para eso hay que tener una revisión periódica de por los semanales. El tiempo requerido de lubricar es menor a 45´ minutos	
Salida de aire del motor	Limpieza	De acuerdo, con Muñoz Zulueta, en su investigación señala que se debe realizar limpieza periódica de manera semanal, el cual tiene un tiempo de duración de 1 hora; se debe realizar para evitar obstrucciones en la máquina.	
Faja	Afilamiento, enderezamiento	En base de la investigación " Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa molino Chiclayo SAC para incrementar su productividad ", nos señala que la faja de transmisiones es muy sensible y por eso tiende a desviarse de su posición original. Se debe verificar y alinear este componente en un periodo no mayor a un mes. Según el estudio de tiempos, esta tarea no debe de sobre par los 15 minutos. El tiempo y calidad de vida dependerá que en los rieles de transporte este adecuadamente limpios y lubricados para evitar su torcedura a lo largo de los años.	

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 44 Plan de mantenimiento del Pulidora

Componente	Actividad	Descripción de actividad	Material	Herramientas	Periodo	Personal requerido	Estado de máquina	Tiempo requerido
Filtro de aire	Verificación	Comprobar el funcionamiento de las válvulas de control.	Hoja de verificación	Manómetro portátil	mensual	Mecánico	En reposo	10´
	Limpieza	evaluar si se necesita un cambio o limpieza del filtro separador con aire a presión	Trapo industrial	Destornillador, Aire comprimido	Diario	Mecánico	En reposo	30´
Tubería de presión	Soldadura	Soldar las pequeñas grietas presentes en la tubería de presión con el fin de evitar fugas	Varillas de titanio	Soldadora portátil	1 mes	Mecánico	En reposo	45´
Tren de transmisión. Pistones	Enderezamiento	Enderezar el tren de transmisión de pistones. Efectuar si hace falta un cambio o lubricar	Medidor de nivel ángulo digital 400mm	Destornillador, Juego de llaves Thor.	Mensual	Mecánico	En reposo	35´
	Verificación	Medir si el tren de transmisión este enderezado.	Medidor de nivel ángulo digital 400mm	Juego de repuestos de rieles	Semanal	Mecánico	En reposo	10´

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 45 Sustento de la Pulidora

Componente	Actividad	Sustento de periodo	Sustento de tiempo requerido
Filtro de aire	Verificación	La verificación de los filtros de aire es requerida para que la máquina no esté paralizada y el uso permitan dar funcionamiento, este procedimiento se realiza en un periodo mensual y en el tiempo requerido no sobrepasa los 10 minutos.	
	Limpieza	De acuerdo, con Muñoz Zulueta, en su investigación señala que se debe realizar limpieza periódica de manera diaria, el cual tiene un tiempo de duración de 30 minutos se debe realizar para evitar obstrucciones en la máquina.	
Tubería de presión	Soldadura	En la investigación " Análisis de fallas funcionales del sistema motocompresor de planta " Explica que las tuberías de presión pueden establecer pequeñas soldaduras que cubran la superficie dañada acompañado de una buena limpieza para aumenta la vida útil del producto. Normalmente se hacen según se requiera y para eso hay que tener una revisión periódica de por los menos 1 meses, el tiempo requerido de soldar es menor a 45´ minutos	
Tren de transmisión. Pistones	Enderezamiento	En base al estudio " Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa molino Chiclayo SAC para incrementar su productividad ", nos señala que el tren de trasmisiones es muy sensible y por eso tiende a desviarse de su posición original. Se debe verificar y alinear este componente en un periodo no mayor a las 24 horas. Según el estudio de tiempos, esta tarea no debe de sobre par los 35 minutos. El tiempo y calidad de vida dependerá que en los rieles de transporte este adecuadamente limpios y lubricados para evitar su error de calibración a lo largo de los años. En caso se así, se debe enderezar con ayuda de un medidor de nivel. Para esto se debe realizar la acción de manera semanal puesto que los residuos del producto son ligeros.	
	Verificación		

Fuente: Elaboración Propia – Empresa

Anexo 46 Tiempo anual de mantenimiento de la máquina descascaradora

Descascaradora						
Actividad de mantenimiento	Periodo	Personal requerido	Estado de máquina	Tiempo requerido (min)	N^a de verificar al año	Tiempo anual de mantenimiento
Verificación de distribuidor	Diario	Mecánico	Reposo	10	360	3 600
Calibración del distribuidor	Trimestral	Mecánico	Reposo	10	4	40
Limpieza del distribuidor	Semanal	Mecánico	Reposo	40	52	2 080
Limpieza de salida de aire del motor	Mensual	Mecánico	Reposo	20	12	240
Ajustamiento de faja	Mensual	Mecánico	Reposo	15	12	180
Verificación del conector neumático	Semanal	Mecánico	Reposo	8	52	416
Cambio de fajas	Trimestral	Mecánico	Reposo	20	4	80
Lubricación de rodajes	Mensual	Mecánico	Reposo	90	12	1 080
Inspeccionar fajas	Semanal	Mecánico	Reposo	10	52	520
Examinar rampa	Semanal	Mecánico	Reposo	15	52	780
Alineamiento de poleas	Mensual	Mecánico	Reposo	13	12	156
Ajustar pernos de la descascaradora	Quincenal	Mecánico	Reposo	30	24	720
Total de la Descascaradora (min)						9 892
Total de la Descascaradora (horas)						164,87

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 47: Plan de mantenimiento de la máquina pulidora

Pulidora						
Actividad de mantenimiento	Periodo	Personal requerido	Estado de máquina	Tiempo requerido (min)	Nº de verificar al año	Tiempo anual de mantenimiento
Lubricar porta rodajes	Mensual	Mecánico	Reposo	30	12	360
Alineamiento de fajas	Trimestral	Mecánico	Reposo	20	4	80
Limpieza	Semanal	Mecánico	Reposo	25	52	1 300
Lubricar bocinas	Mensual	Mecánico	Reposo	12	12	144
Revisar sistema eléctrico	Trimestral	Mecánico	Reposo	12	4	48
Revisar funcionamiento	Diario	Mecánico	Reposo	8	360	2 880
Ajuste de sistema de transmisión	Trimestral	Mecánico	Reposo	10	4	40
Cambio de mangueras	Trimestral	Mecánico	Reposo	20	4	80
Lubricación	Mensual	Mecánico	Reposo	60	12	720
Revisar estructura metálica	Mensual	Mecánico	Reposo	12	12	144
Limpieza	Mensual	Mecánico	Reposo	20	12	240
Revisar funcionamiento	Diario	Mecánico	Reposo	8	360	2 880
Total de la Pulidora (min)						8 916
Total de la Pulidora (horas)						148,6

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 48: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de la descascaradora

Cronograma de mantenimiento propuesto para la máquina Descascaradora																																																
ACTIVIDAD	1 AÑO																																															
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	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				
Verificación de distribuidor																																																
Calibración del distribuidor																																																
Limpieza del distribuidor																																																
Limpieza de salida de aire del motor																																																
Ajustamiento de faja																																																
Verificación del conector neumático																																																
Cambio de fajas																																																
Lubricación de rodajes																																																
Inspeccionar fajas																																																
Examinar rampa																																																
Alineamiento de poleas																																																
Ajustar pernos de la descascaradora																																																

Fuente: Elaboración Propia – Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 49: Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo de las pulidoras

<i>Cronograma de mantenimiento propuesto para la máquina Pulidora de piedra</i>																																																
ACTIVIDAD	1 AÑO																																															
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	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				
Lubricar porta rodajes	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Alineamiento de fajas	■								■																■								■															
Limpieza	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Lubricar bocinas	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Revisar sistema eléctrico	■								■												■								■								■											
Revisar funcionamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Ajuste de sistema de transmisión	■								■												■								■								■											
Cambio de mangueras	■								■												■								■								■											
Lubricación	■								■												■								■								■											
Revisar estructura metálica	■								■												■								■								■											
Limpieza	■								■												■								■								■											
Revisar funcionamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Fuente: Elaboración Propia – Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 50: Costo de capacitaciones

Capacitaciones	N.º de operarios	Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Productividad y su importancia en la industria (tecnología industrial)	13	100	1300
Importancia de gestión de procesos y herramientas de calidad	9	100	900
Herramientas para la mejora continua	9	100	900
Mantenimiento de instalaciones y máquinas eléctricas	4	100	400
Planificación y programación del mantenimiento	4	100	400
Parámetros de calidad del arroz	4	100	400
Total			S/. 4 300

Fuente: Muñoz

Anexo 51: Muestra de ciclos observados de la etapa de pilado

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos			Tiempo Promedio (min)
	Día 01	Día 02	Día 03	
Pre limpia	2,3	2,5	2	2,27
Desplazamiento a descascarado	1,5	2,4	2,5	2,1
Descascarado	7,5	7,6	7,7	7,6
Selección del arroz	2,1	1,9	1,8	1,9
Desplazamiento a pulido	1,2	1,5	1,3	1,3
Pulidora de piedra	2,5	3,5	3,5	3,2
Pulidora de agua	3,5	3,2	3,3	3,3
Desplazamiento a clasificador	1,5	1,5	2,1	1,7
Clasificación	2,5	2,4	2,6	2,5
Desplazamiento a selección	1,4	1,5	1,2	1,4
Selección	7,6	7,5	7,4	7,5
Desplazamiento a ensacado	2,2	2,4	2,5	2,4
Inspección de saco	1,1	1,2	1,5	1,3
Ensacado	2,7	3	2,5	2,7
Desplazamiento a almacén	5	5,1	5,2	5,1
Almacenamiento de sacos de arroz				
TOTAL				46,27 min

Fuente: Elaboración propia – Empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

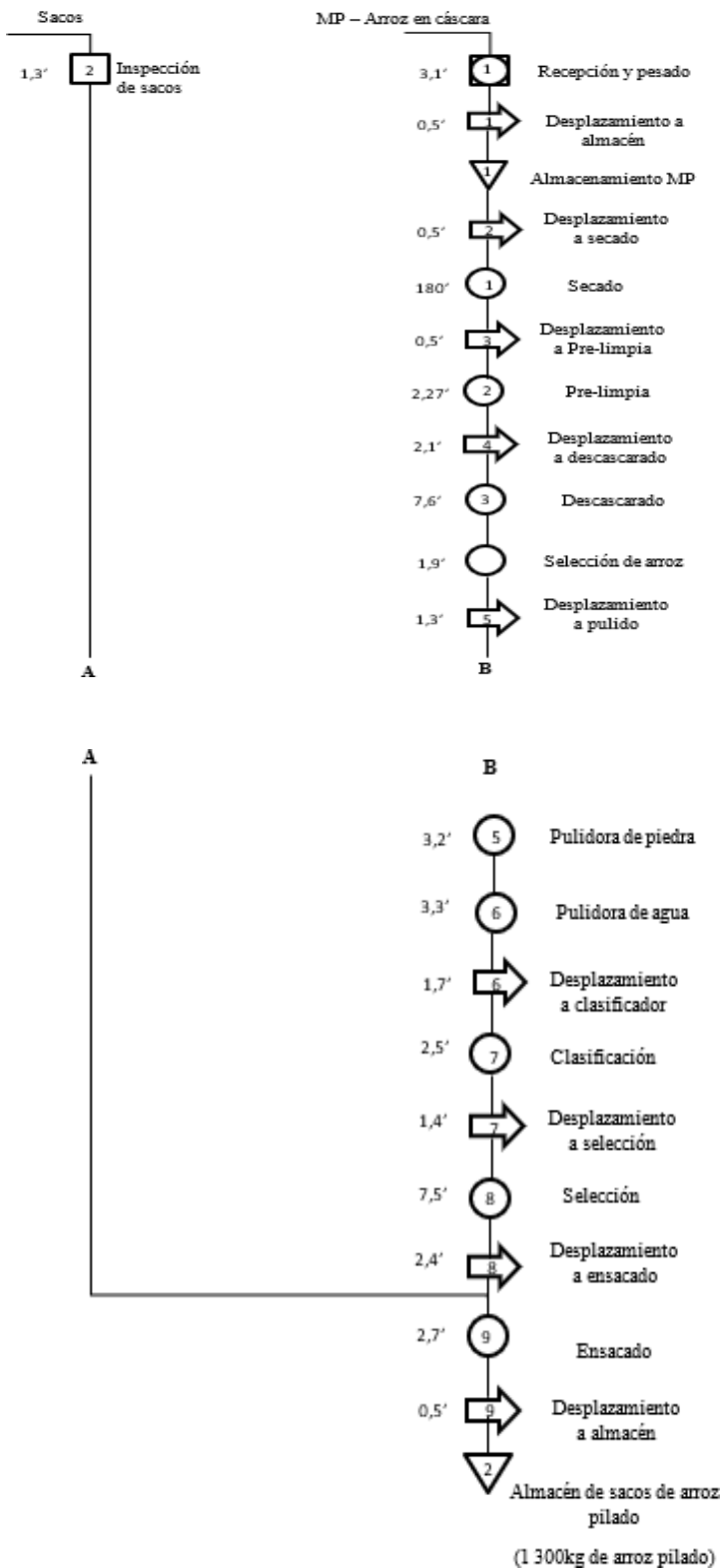
Anexo 52: Muestra de ciclos observados en la etapa de secado

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos			Tiempo Promedio (min)
	Día 01	Día 02	Día 03	
Recepción y pesado	3,4	3	2,9	3,1
Desplazamiento a almacén	0,7	0,5	0,6	0,5
Desplazamiento a secado	0,7	0,5	0,6	1,1
Secado	180	180	180	0,5
Desplazamiento a almacén	0,7	0,5	0,6	0,5
Desplazamiento a Pre limpia	0,7	0,5	0,6	0,5

Fuente: Elaboración Propia – Molino Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 53 Diagrama de análisis del proceso de pilado de arroz

Fábrica:	Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC
Producto:	Arroz Pilado
Departamento:	Producción



Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 54 Resumen general del diagrama de análisis del proceso de pilado

RESUMEN GENERAL			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	○	9	210,97
Inspección	□	1	1,3
Operación- inspección	◻	1	3,1
Transporte	➡	9	10,9
Almacenamiento	▽	2	
TOTAL		22	226,27

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

**Anexo 55 Maquinaria nueva del proceso de pilado de la empresa
Agroindustria Molinera Santa Fe SAC**

Tipo de Máquina	Cantidad
Secadora	1
Pre -limpia	1
Envasadora	4
Pulidora de piedra	1
Pulidora de agua	1
Descascaradora	1
Circuito Descascaradora	1
Seleccionadora	2
Zaranda rotativa	2
TOTAL	14

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 56 Costos asociados a la producción de arroz pilado en la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

COSTOS (Anuales)

Personal	Energía eléctrica	Agua	Insumos	Mantenimiento	COSTO TOTAL
4 operarios y jefe de planta (S/.1500)	<10000 y >15000 la frecuencia de uso de las máquinas. Promedio (S/.9 500)	Según SEDAPAL es de S/ 2.36 el metro cúbico (1,000 litros de agua potable), para un molino consume de 50m ³ a más es de 5,239 diario.	Sacos de polipropileno (S/.0,3 por unidad) Pack de millón de sacos. Hilo pabilo un rollo cosedor (S/.400) -Tres cientos (S/.1 200)	El costo de un mantenimiento está S/. 5 750.	
S/90 000	S/125 000	S/81 728,4	S/. 301 200	S/. 69 000	S/. 666 928,4

Fuente: Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 57 Cálculos de los nuevos indicadores de producción y productividad de la empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

% Actividades productivas	$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{210,97 + 1,3 + 3,1}{226,27} \times 100$ $\% \text{ Actividades Productivas} = 95,18\%$
% Actividades improductivas	$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{10,9}{226,27} \times 100$ $\% \text{ Actividades Improductivas} = 4,82 \%$
Ciclo de producción	$226,27 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 3,77 \text{ h}$
Tiempo base	$\text{Tiempo base}(tb) = 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 480 \frac{\text{min}}{\text{día}}$
Ciclo	$\text{Ciclo}(c) = \frac{7,6 \text{ min}}{1\,300 \text{ kg de arroz pilado}}$
Producción	$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/día}}{\frac{7,6 \text{ min}}{1\,300 \text{ kg de arroz pilado}}}$ $\text{Producción} = 82\,105,26 \frac{\text{kg de arroz pilado}}{\text{día}}$ $\text{Producción} = 1\,642 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}}$ $\text{Producción} = 512\,337 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{año}}$
Materia prima	$\text{Materia Prima} = \frac{\text{Tiempo base}}{\frac{\text{Cuello de botella}}{\text{Ingreso de materia prima}}}$ $\text{Materia Prima} = \frac{480 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{\frac{7,6 \text{ min}}{2000 \text{ kg de arroz en cáscara}}}$ $\text{Materia Prima} = 126\,315,79 \frac{\text{kg de arroz en cáscara}}{\text{día}}$
Productividad de MP	$\text{Productividad}_{MP} = \frac{1\,642 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}}}{126\,315,79 \frac{\text{kg de arroz en cáscara}}{\text{día}}}$ $\text{Productividad}_{MP} = 0,013 \frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{kg de arroz en cáscara}}$
Productividad de Mano de obra	$\text{Productividad}_{MO} = \frac{1\,642 \text{ sacos de arroz pilado diario}}{4 \text{ operarios}}$

	$Productividad_{MO} = 411$	$\frac{\text{sacos de arroz pilado diario}}{\text{operarios}}$		
Productividad de Maquinaria	$Productividad_{Maquinaria} =$	$\frac{1\ 642 \text{ sacos arroz pilado diario}}{14 \text{ máquinas}}$		
	$Productividad_{Maquinaria} = 117$	$\frac{\text{sacos arroz pilado diario}}{\text{máquina}}$		
Productividad total	$Productividad_{Total} =$	$\frac{512\ 337 \text{ sacos arroz pilado anual}}{\text{S/. 666 928,44 anual}}$		
	$Productividad_{Total} = 0,77$	$\frac{\text{sacos arroz pilado}}{\text{soles}}$		
Capacidad diseñada	Capacidad máx. de las máquinas	Horas trabajadas al día	Peso del saco de arroz	CAPACIDAD DE DISEÑO
	12t/h	8 horas/día	1 saco/50kg	1920 sacos de arroz pilado /día
Capacidad real	1 642 sacos de arroz pilado/día			
Utilización	$Utilización =$	$\frac{1\ 642 \text{ sacos de arroz pilado}}{1\ 920 \text{ sacos de arroz pilado}}$		
	$Utilización = 0,86 = 85,52\%$			
Capacidad ociosa	$Capacidad ociosa = 1\ 920 - 1\ 642$	$\frac{\text{sacos de arroz pilado}}{\text{día}}$		
	$Capacidad ociosa = 278$			
Cuello de botella	180 minutos			
Tiempo total de ciclo	226,27 minutos			

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 58 Resumen de indicadores de producción y productividad

INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD	
Producción	
Producción diaria	1 642 sacos de arroz pilado/día
Productividad	
Productividad de materia prima	0,013 sacos arroz pilado/kg arroz cáscara
Productividad de mano de obra	411 sacos arroz pilado diario/ operarios
Productividad de maquinaria	117 sacos arroz pilado diario/máquina
Productividad Total	0,77 sacos arroz pilado/soles
Capacidad	
Capacidad diseñada	1920 sacos de arroz pilado /día
Capacidad efectiva o real	1 642 sacos de arroz pilado/día
Utilización	85,52%
Capacidad ociosa	278 sacos de arroz pilado/día
Eficiencia	
Eficiencia física	69 %
Cuello de botella y tiempo total de ciclo	
Cuello de botella	180 minutos
Tiempo total de ciclo	226,27 minutos

Fuente: Elaboración Propia - Empresa Agroindustria Molinera Santa Fe SAC

Anexo 59: Pronóstico de materia prima y subproductos

Año	MP	Arrocillo (t)	Polvillo (t)	Ñelen (t)	Rechazo (t)
2017	21 068	1 856	4 000	0	1 878
2018	22 289	1 778	3 548	0	1 768
2019	26 526	1 700	3 287	0	1 744
2020	24 789	1 423	3 007	0	1 461
2021	27 986	1 077	2 879	0	1 200
2022	29 432	992,9	2 509,3	0	1 111
2023	31 066	801,6	2 231	0	945
2024	32 700	610,3	1 952,7	0	779
2025	34 333	419	1 674,4	0	612
2026	35 967	227,7	1 396,1	0	446

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 60 Cantidad de arroz pilado del antes y después de la mejora del año 2022 al 2026

PERIODO	Cantidad arroz cáscara (t)	ANTES DE MEJORA			DESPUÉS DE MEJORA		
		Arroz pilado (t) (56,57%)	Arroz (saco de 50kg)	Venta (soles)	Arroz pilado (t) (69%)	Arroz (saco de 50kg)	Venta (soles)
2022	29 432	16 650	332 998,17	2 663 985,39	20 308,36	406 167,12	3 249 336,96
2023	31 066	17 574	351 480,72	2 811 845,79	21 435,54	428 710,80	3 429 686,40
2024	32 700	18 498	369 963,27	2 959 706,20	22 562,72	451 254,48	3 610 035,84
2025	34 333	19 422	388 445,82	3 107 566,0	23 689,91	473 798,16	3 790 385,28
2026	35 967	20 346	406 928,38	3 255 427,00	24 817,09	496 341,84	3 970 734,72

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 61 Cantidad de arrocillo del antes y después de la mejora del año 2022 al 2026

PERIODO	Proyección (t)	ANTES DE MEJORA			DESPUÉS DE MEJORA		
		Arrocillo (t) (43,43%)	Arrocillo (saco de 50kg)	Venta (soles)	Arrocillo (t) (31%)	Arrocillo (saco de 50kg)	Venta (soles)
2022	993	431,22	8 624,33	60 370,31	307,80	6 155,98	43 091,86
2023	802	348,13	6 962,70	48 738,88	248,50	4 969,92	34 789,44
2024	610	265,05	5 301,07	37 107,46	189,19	3 783,86	26 487,02
2025	419	181,97	3 639,43	25 476,04	129,89	2 597,80	18 184,60
2026	228	98,89	1 977,80	13 844,62	70,59	1 411,74	9 882,18

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 62 Cantidad de polvillo del antes y después de la mejora del año 2022 al 2026

PERIODO	Proyección (t)	ANTES DE MEJORA			DESPUÉS DE MEJORA		
		Polvillo (t) (43,43%)	Polvillo (saco de 50kg)	Venta (soles)	Polvillo (t) (31%)	Polvillo (saco de 50kg)	Venta (soles)
2022	2 509	1 089,79	21 795,78	87 183,12	777,88	15 557,66	62 230,64
2023	2 231	968,92	19 378,47	77 513,86	691,61	13 832,20	55 328,80
2024	1 953	848,06	16 961,15	67 844,61	605,34	12 106,74	48 426,96
2025	1 674	727,19	14 543,84	58 175,35	519,06	10 381,28	41 525,12
2026	1 396	606,33	12 126,52	48 506,10	432,79	8 655,82	34 623,28

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 63 Cantidad de rechazo del antes y después de la mejora del año 2022 al 2026

PERIODO	Proyección (t)	ANTES DE MEJORA			DESPUÉS DE MEJORA		
		Rechazo (t) (43,43%)	Rechazo (saco de 50kg)	Venta (soles)	Rechazo (t) (31%)	Rechazo (saco de 50kg)	Venta (soles)
2022	1 111	482,64	9 652,75	57 916,51	344,50	6 890,06	41 340,36
2023	945	410,41	8 208,27	49 249,62	292,95	5 859,00	35 154,00
2024	779	338,19	6 763,79	40 582,73	241,40	4 827,94	28 967,64
2025	612	265,97	5 319,31	31 915,84	189,84	3 796,88	22 781,28
2026	446	193,74	3 874,82	23 248,95	138,29	2 765,82	16 594,92

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 64 Ingreso obtenido por el servicio de pilado de arroz y subproductos, antes de la mejora

SIN MEJORA

Arroz	Arrocillo	Polvillo	Ñelen	Rechazo	Ingreso de servicio de pilado de arroz antes de la mejora
2 663 985,39	60 370,31	87 183,12	0,00	57 916,51	2 869 455,32
2 811 845,79	48 738,88	77 513,86	0,00	49 249,62	2 987 348,16
2 959 706,20	37 107,46	67 844,61	0,00	40 582,73	3 105 240,99
3 107 566,60	25 476,04	58 175,35	0,00	31 915,84	3 223 133,83
3 255 427,00	13 844,62	48 506,10	0,00	23 248,95	3 341 026,66

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 65 Ingreso obtenido por el servicio de pilado de arroz y subproductos, después de la mejora

CON MEJORA

Arroz	Arrocillo	Polvillo	Ñelen	Rechazo	Ingreso de servicio de pilado de arroz después de la mejora
3 249 336,96	43 091,86	62 230,64	0,00	41 340,36	3 395 999,82
3 429 686,40	34 789,44	55 328,80	0,00	35 154,00	3 554 958,64
3 610 035,84	26 487,02	48 426,96	0,00	28 967,64	3 713 917,46
3 790 385,28	18 184,60	41 525,12	0,00	22 781,28	3 872 876,28
3 970 734,72	9 882,18	34 623,28	0,00	16 594,92	4 031 835,10

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 66 Inversión total de tecnología

Maquinaria	Marca	Costo Unitario (dólares)	Cantidad	Costo Total (dólares)
Secador Reciclable para arroz	Zanin	80 000	1	80 000
Elevador de Cangilones	Zaccarias	9 000	2	18 000
Transporte de arrastre	Zaccarias	8 000	2	16 000
Instalación y montaje				5 000
	Total			119 000
	Dólar	3,88	500 584,5	soles

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 67 Utilidades perdidas actuales por mantenimiento correctivo y preventivo

Máquinas	Tiempo promedio de parada no programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento correctivo (soles/año)
Descascaradoras	265	1 429	8	378 685
Pulidoras	150	1 429	8	214 350
TOTAL				593 035
Máquinas	Tiempo promedio de parada programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento preventivo (soles/año)
Descascaradoras	164,87	1 429	8	235 599,23
Pulidoras	148,6	1 429	8	212 349,4
TOTAL				447 948,63
Beneficio económico				145 086,37

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 68 Utilidades perdidas con mejora por mantenimiento correctivo y preventivo

Máquinas	Tiempo promedio de parada no programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento correctivo (soles/año)
Descascaradoras	265	1 642	8	435 130
Pulidoras	150	1 642	8	246 300
TOTAL				681 430
Máquinas	Tiempo promedio de parada programada (hora/año)	Capacidad real (sacos/día)	Utilidad por saco (soles/saco)	Utilidad perdida por mantenimiento preventivo (soles/año)
Descascaradoras	164,87	1 642	8	270 716,54
Pulidoras	148,6	1 642	8	244 001,20
TOTAL				514 717,74
Beneficio económico				166 712,26

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 69 Gastos Financieros

Gastos Financieros						
Monto financiado	461 779,50					
Interés	7%					
Tiempo	5	Años				
SUELDOS DE MARKETING.						
Año	Pre Operativos	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
Préstamo a largo plazo	461 779,50	369 423,60	277 067,70	184 711,80	92 355,90	0.00
Intereses		32 324,57	25 859,65	19 394,74	12 929,83	6 464,91
Amortizaciones		92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90	92 355,90
Total Gastos financieros (pagos)		124 680,47	118 215,55	111 750,64	105 285,73	98 820,81

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 70 Tabla del arroz - superficie cosechada, producción, rendimiento, precios e importación

13.6 ARROZ - SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO, PRECIOS E IMPORTACIÓN,

Año	Arroz cáscara				Arroz pilado			
	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Precio pagado al productor (S/ x t)	Producción (t)	Importación 1/ (t)	Valor unitario de Importación	
							FOB	CIF
2007	339 677	2 435 134	7,2	817	1 704 593	80 231	381	448
2008	379 783	2 793 980	7,4	1 134	1 955 786	147 234	596	686
2009	404 639	2 991 157	7,4	692	2 093 810	91 664	536	608
2010	388 532	2 831 374	7,3	759	1 981 961	95 047	575	650
2011	359 602	2 624 458	7,3	1 091	1 837 121	206 062	564	635
2012	390 919	3 043 305	7,8	887	2 130 313	253 870	587	654
2013	395 030	3 046 773	7,7	871	2 132 741	175 678	623	691
2014 P/	381 368	2 896 613	7,6	1 093	2 027 629	207 985	610	559
2015 P/	395 230	3 151 408	8,0	1 097	2 205 986	238 609	559	608
2016 P/	419 563	3 165 749	7,5	1 152	2 216 024	290 807	526	568
2017 P/	422 434	3 038 524	7,2	1 127	2 126 967	401 717	1 088	578

t = tonelada. ha = hectárea.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas - Dirección de Estadística Agraria.

Anexo 71 Error MAPE del pronóstico lineal

Año	MP	Pronóstico	Error abs	Error %abs	Sum. Error abs	MAD	Error Norm.	Sum. Error Normal	Señal de rastreo	
1	2017	21068	21264	196.4	1%	196.40	196	-196	-196	-1
2	2018	22289	22898	609	3%	805.40	403	-609	-805	-2
3	2019	26526	24532	1994.4	8%	2799.80	933	1994	1189	1.3
4	2020	24789	26165	1376.2	6%	4176.00	1044	-1376	-187	-0.2
5	2021	27986	27799	187.2	1%	4363.20	873	187	0	0
				Suma%	17%					
				N	5					
				MAPE	3%					

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC

Anexo 72 Ponderación de problemas

Ponderación de causas	PROBLEMAS	Pérdida económica	%	Mejoras	%	TOTAL	Clasificación
Ineficiente rendimiento	Desperdicio (Falta de mantenimiento en maquinarias)	S/ 794 247,17	33%	Mantenimiento preventivo y capacitaciones	69%	51%	A
Paradas no programadas							
Falta de capacitación							
Falta de plan de mantenimiento							
Falta de mano de obra calificada							
Falta de tecnología							
Falta de control de calidad	Baja producción del proceso	S/1 639 520,40	67%	Implementación de máquinas	31%	49%	B
Daño ambiental							
Generación de subproductos y desechos							
Retraso de producción							
Personal en tiempo ocioso							
Fallas en maquinaria							
Falta de maquinaria							
TOTAL	S/ 2 433 767,57						

Fuente: Elaboración propia - Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC