

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas

Título

“Diseño de una propuesta de mejora para el proceso de pilado en una planta
agroindustrial arroceras, utilizando VSM”

ADMI-1228

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Nombre de la titulación

Licenciada en Auditoría y Control de Gestión.

Presentado por:

Evelyn Daniela Castro Sánchez

Nayeli Vanessa Pereira Silva

Guayaquil- Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a Jehová
Dios por permitirme llegar a donde estoy,
a mis padres Nelly y Julio, por su eterno
amor y apoyo, gracias por siempre creer
en mí.

A mi esposo y a nuestra pequeña familia
que está por crecer, toda mi vida es por y
para ustedes.

A mis hermanos, mis abuelas, y mis tíos
quienes de distintas formas me apoyaron
a lo largo de toda mi etapa estudiantil, y
siempre han estado para mí.

A Nayeli mi compañera de tesis, gracias
por todas esas madrugadas interminables
que dedicó a nuestro proyecto.

Evelyn Castro Sánchez

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mi Dios, agradeciendo por la fortaleza y salud que me han permitido culminar con éxito mi carrera universitaria. A mis padres Johnny Pereira y Cristina Silva por brindarme su apoyo desde el día uno y siempre estar para mí. A mis hermanos por ser mi más grande inspiración para no rendirme y ser su ejemplo a seguir como hermana mayor.

A mis abuelos Rosa y Jorge por siempre creer en mi potencial.

A Evelyn que ha sido una muy buena compañera y de gran apoyo en esta aventura.

Nayeli Pereira Silva

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a la
Piladora por habernos abierto sus puertas
y brindarnos la información y el apoyo
sobre todo en la etapa de
implementación, sin su ayuda no hubiera
sido posible la finalización de este
proyecto.

A nuestro profesor y tutora cuya guía y
paciencia resultaron fundamentales para
la culminación de nuestra tesis.

Evelyn Castro Sánchez

Agradecimientos

Agradezco a mi profesor de la materia integradora por guiarnos en cada etapa de nuestro proyecto. También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a nuestra tutora de tesis que siempre nos brindó retroalimentación y comentarios positivos para continuar con los avances.

De manera especial también agradezco a todos los integrantes de la empresa donde trabajamos nuestro proyecto ya que siempre nos brindaron la información necesaria y tuvieron buena predisposición para ayudarnos en cada etapa.

Y a mi querida Espol por las enseñanzas y darme momentos que llevaré por siempre en mi corazón.

Nayeli Pereira Silva

Declaración Expresa


Nosotros Evelyn Daniela Castro Sánchez y Nayeli Vanessa Pereira Silva acordamos y reconocemos que:

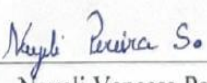
La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 27 de Mayo del 2025.


Evelyn Daniela Castro
Sánchez


Nayeli Vanessa Pereira
Silva

Evaluadores

Ing. Christian Vera Alcívar

Profesor de Materia

**Ing. Diana Denisse Montalvo
Barrera**

Tutor de proyecto

Resumen

La agroindustria arroceras representa un pilar clave para el desarrollo económico del país, por lo que resulta imprescindible elevar la eficiencia en la operación de las plantas. El presente estudio planteó una propuesta para optimizar el proceso de pilado en una planta cercana al cantón Nobol, aplicando la metodología Value Stream Mapping (VSM) bajo la filosofía Lean Manufacturing, orientada a potenciar la rentabilidad del negocio.

Al implementar el VSM es posible detectar cuellos de botella, desperdicios y limitaciones en la capacidad productiva, de manera que se diseñen estrategias de mejora que eleven el rendimiento del sistema. Este proyecto se justifica en la necesidad de reducir la subutilización de capacidad instalada y las pérdidas que afectan en la competitividad.

Durante su ejecución se utilizaron diversas técnicas de recolección de información como la observación directa, entrevistas con el personal y estudios de tiempos, que permitieron representar gráficamente el flujo de procesos en su estado actual. Este diagnóstico facilitó la identificación de tareas sin valor agregado, esperas innecesarias y fallas de coordinación operativa. Con base en estos hallazgos, se elaboró el modelo del estado futuro con propuestas centradas en la reorganización del recurso humano, la formalización de acuerdos para una mejor coordinación y la ejecución de planes de mantenimiento preventivo.

Finalmente, los resultados evidencian que la adopción de herramientas Lean, en particular el VSM, constituye una alternativa efectiva para lograr mejoras sostenibles sin grandes inversiones, promoviendo además una cultura de mejora continua dentro de la organización.

Palabras clave: eficiencia operativa, mejora continua, Lean Manufacturing, productividad, agroindustria.

Abstract

The rice industry is a key pillar of the country's economic development, making it essential to increase the efficiency of plant operations. This study proposed a plan to optimize the milling process at a plant near the canton of Nobol, applying the Value Stream Mapping (VSM) methodology under the Lean Manufacturing philosophy, aimed at boosting business profitability.

By implementing VSM, it is possible to detect bottlenecks, waste, and limitations in production capacity, so that improvement strategies can be designed to increase system performance. This project is justified by the need to reduce the underutilization of installed capacity and losses that affect competitiveness.

During its execution, various information gathering techniques were used, such as direct observation, staff interviews, and time studies, which allowed the process flow in its current state to be represented graphically. This diagnosis facilitated the identification of tasks without added value, unnecessary waiting times, and operational coordination failures. Based on these findings, a model of the future state was developed with proposals focused on the reorganization of human resources, the formalization of agreements for better coordination, and the implementation of preventive maintenance plans.

Finally, the results show that adopting Lean tools, particularly VSM, is an effective alternative for achieving sustainable improvements without large investments, while also promoting a culture of continuous improvement within the organization.

Keywords: *operational efficiency, continuous improvement, Lean Manufacturing, productivity, agroindustry.*

Índice general

Contenido

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	V
Simbología	VI
Índice de figuras	VII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Justificación del problema	7
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos	9
1.4 Marco teórico	9
1.4.1 Marco conceptual.....	9
1.4.2 Marco legal	13
1.4.3 Marco metodológico	14
1.4.4 Marco referencial	16
Capítulo 2	23
2. Metodología	23
2.1 Levantamiento de información	24
2.2 Diagnóstico del estado actual.....	26
2.2.1 Estudio de tiempo	26
2.2.2 Diseño del VSM actual (versión 1).....	27
2.2.3 Diagrama de Ishikawa.....	27
2.3 Elaboración de informe con propuestas de mejora	28
2.4 Diseño del VSM Versión 2	31
2.4.1 Cambio de modelo de negocio.....	32
2.4.2 Establecer rutinas de revisión y limpieza para todos los equipos del proceso.....	33
2.4.3 Organizar turnos escalonados de almuerzo.....	33
2.4.4 Implementación del sistema FIFO	34

2.5 Análisis VSM Versión final.....	35
Capítulo 3.....	37
3. Resultados y análisis	38
3.1 Estudio de tiempo	38
3.2 Gráfico VSM actual	39
3.3 Problemas detectados.....	40
3.4 Análisis de causas raíz	45
3.5 Análisis de estudio de tiempos comparativo con mejoras aplicadas.....	46
3.6 Gráfico VSM Versión 1	48
3.7 Análisis de estudio de tiempo con aplicación de mejoras para VSM final	54
3.8 Gráfico VSM Final	55
3.9 Análisis Beneficio-Costo	56
3.9.1 Plan de mantenimiento preventivo.....	56
3.9.2 Coordinación de turnos de trabajadores y de clientes.....	60
3.9.3 Aplicación de método FIFO.....	60
3.9.4 Resumen de Beneficios.....	61
Capítulo 4.....	62
4. Conclusiones y recomendaciones.....	63
4.1. Conclusiones	63
4.2 Recomendaciones	65
Referencias.....	66
Apéndices	69

Abreviaturas

VSM	Value Stream Mapping o Mapa de Flujo de Valo
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
LORSA	Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria
Cpk	Índice de capacidad del proceso
Cp	Criterio de capacidad del proceso
C/T	Cycle Time o tiempo de ciclo

Simbología

qq	Quintal o 100 libras
saca bruta	saca sin peso exacto, referencia por bulto lleno
t	tonelada

Índice de figuras

Figura 1 Serie de tiempo de quintales pilados por día	6
Figura 2 Análisis de capacidad del proceso de pilado	7
Figura 3 Imagen ilustrativa del proceso de cadena de valor	10
Figura 4 Tipos de desperdicios según Toyota	11
Figura 5 Organigrama de la piladora	25
Figura 6 Horario de almuerzo escalonado de trabajadores	34
Figura 7 Formato método FIFO	35
Figura 8 Gráfico del VSM actual de la piladora	39
Figura 9 Pozo desocupado el 26/6 a la 13:12 por hora de almuerzo	40
Figura 10 Desperdicio de arroz entre el polichador y el plansifter	41
Figura 11 Desperdicio de arroz en los pulidores 1 y 2	42
Figura 12 Arroz acumulado en tolva durante la hora de almuerzo	42
Figura 13 Larvas en el saco de arroz por almacenaje prolongado	43
Figura 14 Presencia de gorgojo en saco de arroz por almacenamiento prolongado	44
Figura 15 Gráfico de QQ por minutos que ensacan los grupos de cuadrilla	45
Figura 16 Análisis de causas raíz en el proceso de pilado	45
Figura 17 Gráfico VSM Versión 1	48
Figura 18 Desperdicio de arroz disminuido	49
Figura 19 Pulidor antes de la limpieza	50
Figura 20 Pulidor después de la limpieza	50
Figura 21 Condición en el que se encontraba la banda del elevador 8	51
Figura 22 Condición en la que se encontraba la banda del elevador 9	52
Figura 23 Cambio de bandas	52
Figura 24 Gráfico comparativo quintales/minuto por cuadrilla antes y después de mejoras	53
Figura 25 VSM Final	55

Índice de tablas

Tabla 1 Cantidad de quintales pilados resumidos por mes	6
Tabla 2 Tesis consideradas en la revisión bibliográfica para el desarrollo de marco referencial	16
Tabla 3 Técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de información	25
Tabla 4 Resumen de actividades que agregan valor	38
Tabla 5 Resumen de actividades que no agregan valor	38
Tabla 6 Resumen de actividades que agregan valor, segunda muestra	46
Tabla 7 Resumen de actividades que no agregan valor, segunda muestra	46
Tabla 8 Análisis comparativo de los resultados de actividades que agregan valor	47
Tabla 9 Análisis comparativo de los resultados de actividades que no agregan valor	47
Tabla 10 Resumen de resultados de estudio de tiempo con mejoras aplicadas	54
Tabla 11 Análisis comparativo de productivo antes y después de aplicar mejoras	54
Tabla 12 Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo – Selectora	56
Tabla 13 Costo de mantenimiento preventivo de motores	57
Tabla 14 Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo – Motores	58
Tabla 15 Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo - Cambio de bandas	58
Tabla 16 Costos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo - Limpieza de maquinaria	59
Tabla 17 Beneficios por mejoras en coordinación de turnos de personal y piladas	60
Tabla 18 Resumen de beneficios monetario	61

Capítulo 1

1. Introducción

La agroindustria arrocerera es un eje clave de la economía del Ecuador, la eficiencia operativa en las plantas de procesamiento de arroz es un factor decisivo para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad de este sector estratégico. No obstante, muchas de estas instalaciones presentan problemas recurrentes de subutilización de capacidad instalada, deficiencias en el flujo de producción y pérdidas económicas derivadas de actividades que no agregan valor.

Este escenario pone en evidencia la necesidad urgente de implementar herramientas de diagnóstico y mejora que permitan identificar las causas raíz de esta baja eficiencia operativa, proponer soluciones concretas y facilitar su implementación. En este sentido, el presente proyecto plantea como objetivo central el diseño de una propuesta de optimización del proceso de pilado, apoyada en la herramienta **Value Stream Mapping (VSM)** bajo el enfoque del **Lean Manufacturing**. Esta propuesta no solo permitirá detectar las inefficiencias del sistema actual, sino también proyectar un escenario futuro más eficiente y desarrollar un plan de acción estratégico que conduzca a la mejora sostenible de la productividad.

El VSM es una herramienta gráfica que permite visualizar el flujo de materiales e información a lo largo del proceso productivo, desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención del producto terminado. Al aplicar esta herramienta, se busca construir dos mapas fundamentales: el **VSM del estado actual**, que permite representar el funcionamiento real del proceso, y el **VSM del estado futuro**, que incorpora propuestas de mejora orientadas a optimizar el flujo de trabajo y eliminar inefficiencias.

La elección del enfoque Lean Manufacturing como marco conceptual para esta investigación responde a la necesidad de adoptar un modelo de gestión orientado a la mejora continua, la eliminación de desperdicios y el aumento del valor entregado al cliente. En este caso particular, se busca aplicar los principios Lean para reorganizar el proceso de pilado,

reducir los tiempos improductivos, maximizar la utilización de los recursos disponibles y elevar la productividad diaria sin requerir grandes inversiones de capital.

Durante el desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo diversas actividades de recolección de datos en planta, utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas como la observación directa, entrevistas semiestructuradas con el personal operativo, y expertos externos a la empresa, pero relacionados con la industria. Esta etapa permitió recopilar información precisa sobre los tiempos de proceso, las interrupciones frecuentes, la disponibilidad y eficiencia del equipo, así como sobre los procedimientos actuales de trabajo. Con base en estos datos, se construyó el Mapa de Flujo de Valor del estado actual, que evidenció múltiples oportunidades de mejora.

Entre los hallazgos más relevantes del VSM actual se identificaron actividades sin valor agregado, como tiempos de espera entre procesos, acumulación de producto en áreas intermedias, deficiencias en la coordinación de tareas entre turnos, y una distribución ineficiente de la maquinaria. Estas situaciones, además de impactar negativamente la eficiencia operativa, generan sobrecarga de trabajo en ciertos momentos del día, provocan desgaste en el personal y afectan la calidad del producto final.

Para complementar el análisis y profundizar en la identificación de causas raíz, se empleó el **diagrama de Ishikawa** o diagrama de causa-efecto, clasificando los factores que inciden en la baja productividad en categorías como mano de obra, métodos, maquinaria, materiales y entorno. Este análisis permitió visualizar con claridad que muchas de las ineficiencias no se deben únicamente a fallas técnicas, sino también a problemas de organización, capacitación y gestión del tiempo.

Con los resultados del diagnóstico se procedió a diseñar el VSM del estado futuro, el cual representa una visión mejorada del proceso de pilado. Este nuevo mapa incorpora una serie de propuestas basadas en principios Lean, como la redistribución de tareas, la nivelación

de cargas de trabajo, la eliminación de procesos innecesarios, la mejora en la programación de la producción, y el rediseño del flujo físico del producto dentro de la planta. Estas mejoras no solo permiten reducir los desperdicios, sino también facilitar la toma de decisiones en tiempo real y fomentar una mayor coordinación entre las distintas áreas operativas.

Sin embargo, la sola elaboración del VSM futuro no garantiza por sí sola la transformación del proceso. Para asegurar la implementación efectiva de las mejoras propuestas, se desarrolló un **plan de acción integral**, el cual establece un conjunto de medidas técnicas y organizativas con cronogramas, responsables y recursos necesarios. Este plan de acción está orientado a facilitar la transición desde el estado actual al estado futuro del proceso, minimizando la resistencia al cambio e involucrando activamente al personal operativo y de supervisión.

El enfoque adoptado en esta investigación permite demostrar que la mejora de procesos en entornos agroindustriales no necesariamente requiere inversiones cuantiosas en tecnología o infraestructura, sino que puede lograrse mediante el uso de herramientas de gestión eficientes, como el VSM, combinadas con una correcta planificación y compromiso organizacional. En este sentido, el presente estudio no solo tiene una relevancia técnica y económica para la planta en cuestión, sino también un valor académico y práctico para futuras aplicaciones en otras industrias con características similares.

Finalmente, este proyecto contribuye también al fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a la **mejora continua (Kaizen)**, promoviendo la participación activa del personal en la identificación de problemas y en la construcción de soluciones. En un entorno competitivo y cambiante como el actual, la capacidad de adaptarse y optimizar los recursos disponibles es una ventaja clave para cualquier empresa del sector agroindustrial.

En conclusión, esta investigación representa una contribución concreta a la mejora de la eficiencia operativa en una planta arroceras ubicada en las periferias de Guayaquil,

demostrando que la aplicación de herramientas como el Value Stream Mapping y el desarrollo de planes de acción estructurados pueden transformar significativamente el desempeño de procesos productivos. Asimismo, establece un modelo replicable para otras industrias del país que buscan elevar su competitividad mediante la adopción de metodologías Lean adaptadas a la realidad local.

1.1 Descripción del problema

La piladora de arroz objeto de investigación es una empresa familiar que se ha dedicado desde el 2023 a brindar el servicio de secado y pilado de arroz a los agricultores de las zonas aledañas, además de la comercialización al por mayor y menor de la gramínea. Para obtener el producto final que es el arroz listo para ser consumido, primero debe pasar por diversos procesos, en los cuales se generan subproductos como el tamo, el polvillo, el arrocillo y el rechazo. En este proyecto se utilizará como unidad de análisis la cantidad de quintales de arroz procesados, dado que es la principal fuente de ingresos de la planta agroindustrial.

La planta posee una capacidad instalada de 80 qq por hora como se puede observar en el Apéndice K, es decir, en una jornada normal de 9 hora debería ser capaz de producir 720 qq, sin embargo, tal como se aprecia en la Figura 1 en condiciones reales de operación la planta está pilando en promedio 400 qq diarios, lo que indica una subutilización del 44% de su capacidad. Esta brecha generar un estimado de \$1129 en ingresos no percibidos considerando que cada qq pilado aporta \$3,5 a la empresa.

Para poder verificar la capacidad del proceso se recolectaron datos únicamente desde enero a mayo del 2025 ya que la piladora abrió sus puertas en 2023, y durante ese primer periodo no tenían procesos regularizados ni llevaban en orden los registros de las piladas, y en 2024 debido a los cortes de energía recurrentes los datos podrían tener una alta

variabilidad que no sería lo ideal ya que podría presentar muchos datos atípicos que afecten la representatividad del análisis.

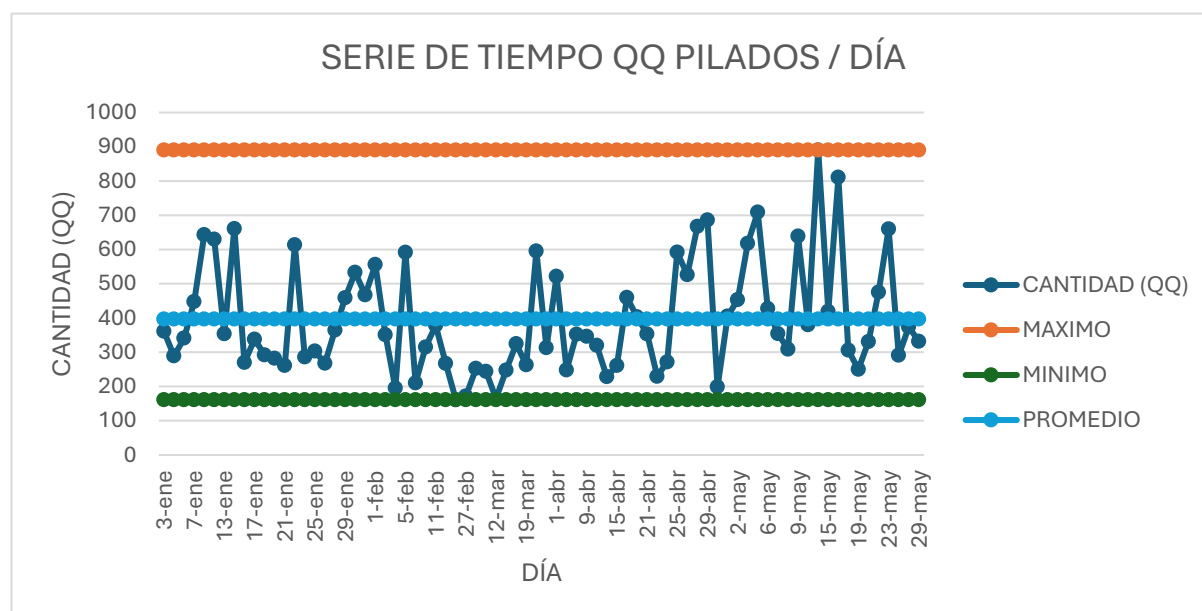
Tabla 1

Cantidad de quintales pilados resumidos por mes

Mes	Cantidad (QQ)
Enero	8463,35
Febrero	3196,74
Marzo	2404,49
Abril	6665,36
Mayo	9434,26
Total	30164,2

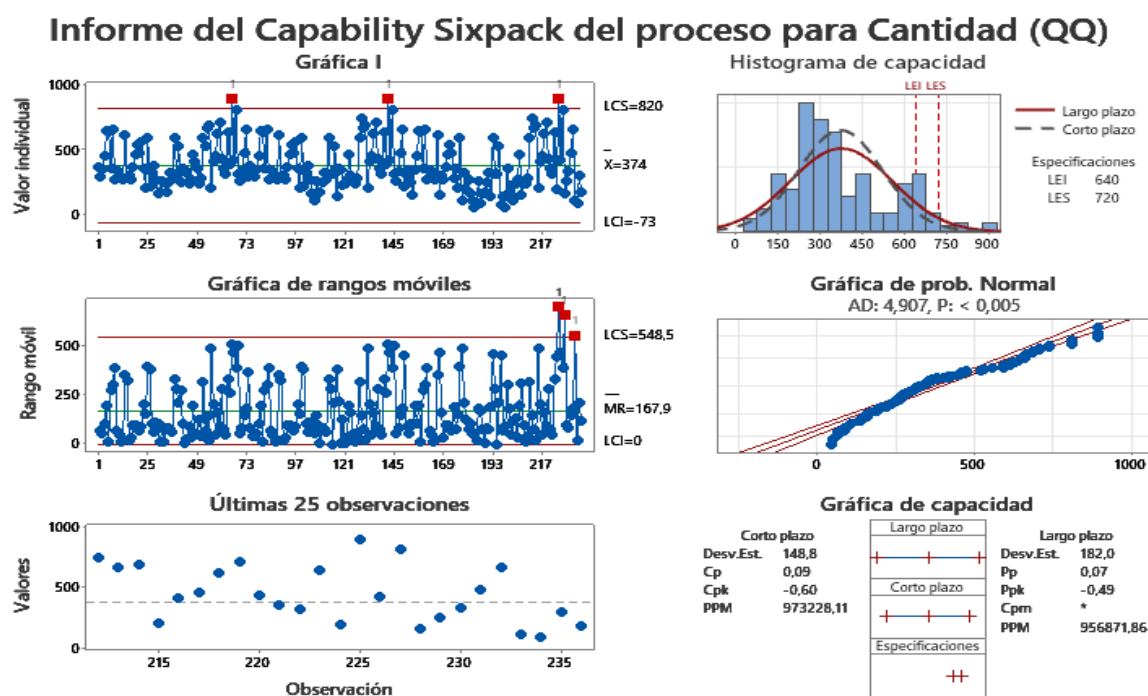
Nota. Esta serie de tiempo muestra la cantidad de arroz por día que se piló desde enero a mayo del 2025.

Figura 1 *Serie de tiempo de quintales pilados por día*



1.2 Justificación del problema

Figura 2 Análisis de capacidad del proceso de pilado



Nota. La gráfica superior izquierda corresponde Gráfica X-barra, la superior derecha al histograma de distribución de datos, la del medio derecho es la gráfica de rangos móviles, la del medio izquierdo es la gráfica de probabilidad normal, la inferior izquierda son las últimas 25 observaciones y la inferior derecha es la gráfica de capacidad.

El límite inferior de 640 qq fue proporcionado por los propietarios de la piladora. Nos indicaron que, en algunos días, se realiza el pilado para un solo cliente, lo que permite operar de forma continua durante las 9 horas laborales. Sin embargo, en otras ocasiones se atiende a varios propietarios en un mismo día, y cada cambio implica una interrupción del proceso, lo que reduce el tiempo efectivo de operación. Por esta razón, se nos sugirió considerar como límite inferior una jornada de 8 horas.

Dado que la gran mayoría de los datos son normales hemos realizado un análisis de capacidad del proceso con los datos recopilados de las piladas de enero a mayo, como resultado se obtuvo un Cp de 0.09 y un Cpk de -0,60 que indica que el proceso no es capaz ni adecuado y no cumple con las especificaciones requeridas.

Con este análisis se puede notar que el problema que se abordará a lo largo de este proyecto es la ineficiencia operativa del proceso de pilado, que tiene como resultado una baja productividad, esto no solo compromete la rentabilidad del negocio, sino que disminuye su competitividad al afectar su capacidad de respuesta a la demanda.

Se intuye debido al corto tiempo que lleva la planta instalada, que la baja productividad, no se debe únicamente a limitaciones técnicas o de maquinaria, ya que hasta el momento en que se realizó este proyecto ninguna de las máquinas ha presentado síntomas de obsolescencia.

En consecuencia, se propone la aplicación de Value Stream Mapping (VSM) como herramienta Lean que permite tener una visualización del flujo del proceso, identificando las actividades que agregan valor y las que no agregan valor, además de los desperdicios generados y cuellos de botella, que no necesariamente tengan como solución el cambio de la maquinaria o del personal sino un cambio profundo en la forma en la que se hacen las cosas, desarrollando en la empresa una cultura de mejora continua.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de optimización del proceso de pilado en una planta agroindustrial del sector arrocerero, utilizando la herramienta Value Stream Mapping (VSM) bajo el enfoque Lean Manufacturing para mejorar la rentabilidad de la empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del proceso de pilado mediante la elaboración de un Mapa de Flujo de Valor (VSM actual), con el fin de identificar las condiciones reales del proceso productivo.
- Identificar cuellos de botella, actividades sin valor agregado y tiempos improductivos en el proceso, a través del análisis del VSM actual, para la pronta detección de oportunidades de mejora que afecten la productividad de la piladora.
- Elaborar e implementar propuestas de mejoras técnicas viables, derivadas del análisis del VSM para la contribución al aumento de la rentabilidad de la empresa.
- Diseñar un Mapa de Flujo de Valor futuro, incorporando mejoras basadas en los principios del Lean Manufacturing, con el propósito de la optimización el proceso de pilado.

1.4 Marco teórico

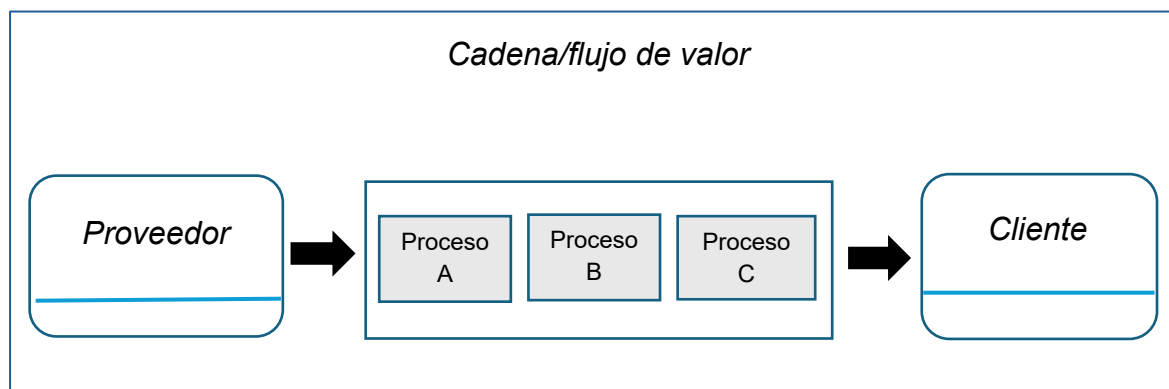
1.4.1 Marco conceptual

1.4.1.1 Lean Manufacturing: Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo (Hernández & Vizán, 2013)

1.4.1.2 Value Stream Mapping (VSM): El VSM es una herramienta fundamental dentro del Lean Manufacturing. Consiste en la representación visual de los flujos de materiales e información a lo largo del proceso productivo, desde la materia prima hasta el producto final. Su finalidad es identificar actividades que no agregan valor, cuellos de botella,

tiempos muertos y fuentes de desperdicio. La implementación de un VSM actual y uno futuro permite comparar el estado del proceso antes y después de la intervención, facilitando así la toma de decisiones estratégicas. (González, Barcia, & Sabando-Vera, 2018)

Figura 3 Imagen ilustrativa del proceso de cadena de valor



Nota. Esta ilustración demuestra el proceso del flujo de valor que representa la importancia de la herramienta de Lean Manufacturing usada en este proyecto.

1.4.1.3: Productividad en procesos agroindustriales: La productividad agrícola hace referencia al nivel de eficiencia en el uso de los recursos disponibles para obtener productos del campo. Consiste en evaluar la relación entre los insumos empleados —como la fuerza laboral, el uso de maquinaria o los fertilizantes— y la cantidad de producción generada. (Agrotey, 2025).

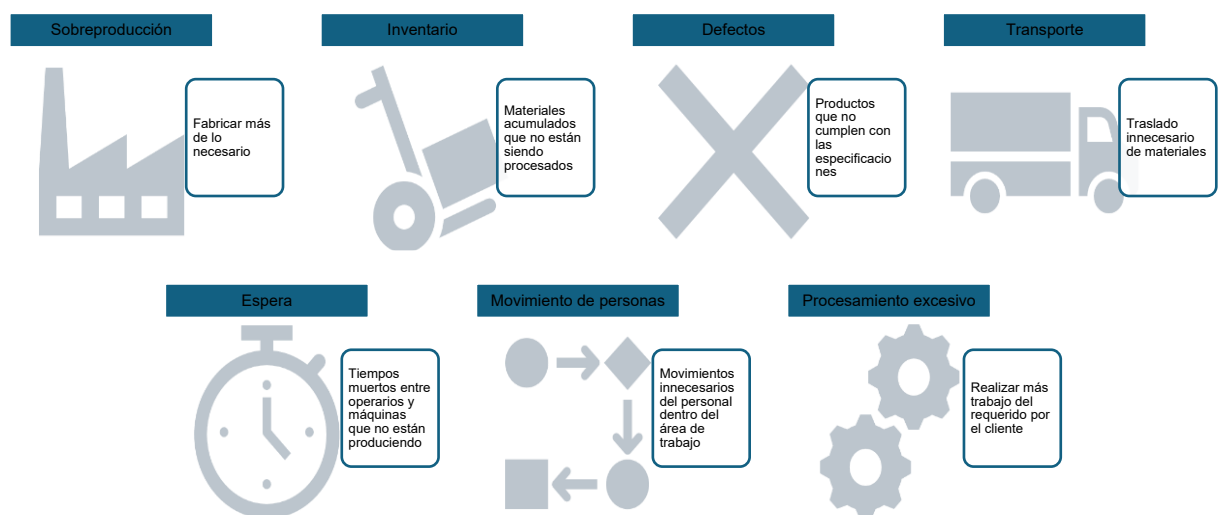
En el contexto de una piladora de arroz, la productividad está relacionada directamente con la cantidad de quintales procesados por hora en relación con los recursos utilizados para su obtención. Una planta que opera por debajo de su capacidad instalada pierde oportunidades de generación de ingresos y compromete así su sostenibilidad económica.

1.4.1.4 Desperdicios: En Lean Manufacturing, los desperdicios son todas aquellas actividades que consumen recursos sin generar valor. Reducir desperdicios y mejorar el flujo de materiales son objetivos clave del enfoque Lean. Para lograrlo, es fundamental identificar

en qué parte del proceso se generan estos desperdicios, y para ello se utiliza el **Value Stream Mapping (VSM)** o **mapa de la cadena de valor**, herramienta desarrollada a partir de los mapas de flujo de materiales e información creados por Toyota con el fin de visualizar el desperdicio y sus causas. (King & King, 2015).

Lean considera como desperdicio cualquier actividad que consume recursos (materiales, personal o equipos) sin aportar valor al cliente, Toyota identificó siete tipos de desperdicios:

Figura 4 *Tipos de desperdicios según Toyota*



Nota. Esta ilustración hace referencia a los tipos de desperdicios, donde al eliminarlos o minimizarlos siguiendo este principio fundamental de la mejora continua las empresas pueden optimizar sus procesos

1.4.1.5 Mejora continua: El proceso de mejora continua consiste en realizar ajustes progresivos con el objetivo de incrementar la eficacia y lograr los resultados esperados. Este proceso busca optimizar la eficiencia y adaptarse a las demandas cambiantes tanto del cliente como del entorno empresarial. Las decisiones sobre qué aspectos transformar y cómo hacerlo

varían según el enfoque adoptado por el empresario y las características particulares del proceso en cuestión. (Harrington, 1991)

La filosofía Kaizen impulsa cambios incrementales constantes en los procesos. Es una parte esencial de Lean y tiene como base la participación activa del personal en todos los niveles de la organización, con el fin de detectar y aplicar mejoras en la operación diaria.

1.4.1.6 Pilado: El pilado de arroz cáscara consiste en remover del grano cosechado y seco, las glumas (descascarado), los tegumentos y el embrión que corresponden a la estructura de la cariósida y constituye el salvado o polvillo; para producir arroz pulido o blanco con un mínimo de grano quebrado y de impureza final. (Najar & Alvarez, 2007)

Es el proceso mediante el cual se obtiene el arroz pilado listo para ser consumido, incluye el descascarado, pulido, clasificado y selectado del grano.

1.4.1.7 Análisis de capacidad: Es una técnica estadística utilizada para evaluar si un proceso es capaz de cumplir con las especificaciones o requisitos del cliente.

1.4.1.8 Cpk: Índice de capacidad del proceso es una medida estadística que evalúa la capacidad de un proceso para producir resultados dentro de los límites de especificación establecidos. Un Cpk alto indica que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones mientras que uno menor a 1 indica que no es capaz de cumplir con las especificaciones y requiere mejoras significativas.

1.4.1.9 Cp: El Criterio de Capacidad del Proceso es una medida estadística utilizada en el control de calidad para evaluar la capacidad de un proceso para cumplir con las especificaciones establecida, si es menor que 1 indica que el proceso es muy variable y que es probable que produzca resultados fuera de las especificaciones, y si es mayor que 1 significa que el proceso tiene menos variabilidad y es más capaz de producir dentro de las especificaciones.

1.4.1.10 Cycle Time (C/T): Es el tiempo que tarda en completarse una unidad de producción desde el inicio hasta el final de una actividad o proceso.

1.4.1.11 Set up time: Es el tiempo requerido para preparar una máquina, línea o estación de trabajo antes de comenzar la producción.

1.4.1.12 Up Time: Es el tiempo durante el cual la máquina o proceso está funcionando correctamente y está produciendo con valor agregado.

1.4.1.13 Down Time: Es el tiempo durante el cual una máquina o proceso está detenido por fallas, atascamientos, falta de materiales, demoras de cliente, etc.

1.4.1.14 Kaizen burst: enfoque de mejora continua que indica un problema específico que se puede resolver a través de mejoras rápidas e intensivas de un proceso, producto o servicio, comúnmente simbolizada con una onomatopeya en los VSM.

1.4.2 Marco legal

1.4.2.1 Normas INEN 2526: Esta norma técnica ecuatoriana regula los estándares de calidad que deben cumplir las piladoras de arroz en cuanto a procesos y productos. (INEN, 2013)

La propuesta de mejora del proceso de pilado a través del VSM contribuye al cumplimiento de esta norma porque mejora la coordinación de la producción lo que evita contaminación cruzada.

1.4.2.2 Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)

Art. 36 y 37: Establecen como objetivo del Estado el fomento a la productividad, la innovación y la competitividad en las unidades de producción, promoviendo la eficiencia y uso adecuado de recursos.

Art. 67: Impulsa la implementación de tecnologías, sistemas de calidad y buenas prácticas de manufactura en procesos productivos.

La implementación del VSM y el enfoque Lean responde directamente a este mandato, ya que promueve una producción más limpia, eficiente y tecnificada en el sector agroindustrial. La redistribución de tareas, eliminación de desperdicios y uso racional de recursos están alineados con las metas planteadas en el COPCI. (Pozo, 2018)

1.4.2.3 Ley Orgánica de Régimen de la Soberanía Alimentaria: Promueve la producción, transformación y comercialización sustentable de productos agrícolas, incentivando el uso eficiente de los recursos. (LORSA, 2009)

Este proyecto fortalece la cadena de valor del arroz, un producto clave en la canasta básica del Ecuador. Mejorar el proceso de pilado implica mayor disponibilidad de arroz pilado de calidad, menores pérdidas, y mayor eficiencia en el uso de materia prima, lo que apoya directamente la soberanía alimentaria del país.

1.4.2.4 Código del Trabajo del Ecuador: Garantiza condiciones adecuadas de trabajo al personal operario involucrado en procesos industriales. (Código de Trabajo, 2005). Al aplicar el enfoque Lean y eliminar actividades innecesarias, se reduce la sobrecarga laboral y el desgaste del personal operativo. El rediseño de tareas y flujos mejora también la eficiencia del trabajo humano, respetando y promoviendo los derechos laborales en el entorno industrial.

1.4.3 Marco metodológico

1.4.3.1 Elaboración del Mapa de Flujo de Valor actual (VSM actual): Con base en los datos recolectados, se construye un diagrama que representa el estado actual del flujo de materiales e información, identificando actividades con y sin valor agregado, así como cuellos de botella y desperdicios. La primera pregunta a contestar es: ¿Por dónde empezamos

este mapeo y cómo funciona?, para empezar a desarrollar el mapa, se requiere dibujar una serie de iconos de los cuales cada uno tiene diferentes significados y aplicaciones en las diferentes etapas de la cadena de valor. (Garcia & Amador, 2019)

1.4.3.2 Análisis de causas de ineficiencia: El **diagrama de Ishikawa o de causa-efecto**, sirve para clasificar y jerarquizar los factores que inciden negativamente en la eficiencia del proceso, agrupándolos en categorías como mano de obra, métodos, maquinaria, materiales y entorno. Permite examinar los elementos que intervienen en la calidad del producto/servicio mediante una interacción de causa y efecto, ayudando a sacar a la luz las causas de la dispersión y además a ordenar la relación entre las causas en un asunto que pueden estar enfocadas en diversos campos. (Delgado & Dominique, 2021)

1.4.3.3 Diseño del Mapa de Flujo de Valor futuro (VSM futuro): A partir del diagnóstico, se propone un modelo mejorado del proceso, incorporando principios Lean como la reducción de tiempos muertos, la eliminación de actividades sin valor agregado y la redistribución eficiente de tareas.

El mapa del estado futuro es fácil de desarrollar, pero requiere determinación y persistencia para implementarlo. Es decir, el desarrollo del mapa de estado futuro es crítico para proveer una impresión ideal del estado esbelto, ya que en este se proyectan todas las mejoras necesarias para llegar a un resultado ideal. (Garcia & Amador, 2019)

1.4.3.4 Formulación del plan de acción: El plan de acción es una herramienta de planificación empleada para la gestión y control de tareas o proyectos. Como tal, funciona como una hoja de ruta que establece la manera en que se organizará, orientará e implementará el conjunto de tareas necesarias para la consecución de objetivos y metas. (Lopez & Fonseca, 2016) . Es un conjunto de propuestas técnicas y organizativas viables, dirigidas a la optimización del proceso de pilado.

1.4.4 Marco referencial

Tabla 2

Tesis consideradas en la revisión bibliográfica para el desarrollo de marco referencial

Autor	Problemática	Metodología	Resultado
Cruz Vásquez, Ysaías y Rivera Andonaire, Luis Fernando (2017)	Alta incidencia de mantenimiento correctivo, falta de registros y planificación en el área de mantenimiento, lo que afecta la productividad del proceso de pilado.	Investigación aplicada. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento usando herramientas Lean (9's, Just in Time, Kaizen)	Incremento de productividad y eficiencia. Beneficio/Costo de 2.86 soles por cada sol invertido.
Rodrigo Aguilar Over (2018)	Baja productividad por tiempos prolongados en actividades, desorden en implementos de trabajo, indisciplina	Diseño de propuesta de mejora basada en herramientas Lean (5S y VSM).	Aumento de productividad en 3.23%. Relación beneficio/costo de 1.83 soles, lo que indica rentabilidad de la propuesta.

en limpieza, y
desperdicio.

		Enfoque	Productividad total
Carlos Avila Quispe y Denis Romero Chingay (2022)	Métodos de trabajo	cuantitativo, diseño	mejoró un 10.87%.
	ineficientes,	preexperimental.	Mano de obra mejoró
	tiempos	Aplicación de	31.7% y maquinaria
	improductivos y	herramientas Lean	21.6%. Se demuestra
	desorganización en	(5S, VSM).	eficacia del Lean
	procesos de	Recolección de	Manufacturing en
	producción de arroz	datos con fichas y	empresas
	crudo.	guías validadas por	manufactureras.
		expertos.	
Victor Raúl Millán Niquen (2024)	Baja productividad en el proceso de pilado de arroz en la empresa Comercial Molinera San Luis SAC.	Enfoque mixto, tipo aplicada, diseño experimental, nivel descriptivo- correlacional.	Mejora del 5.99% en productividad global (de 11.03 a 11.69). Ahorro anual estimado: S/. 623,457.72.

Implementación de
herramientas Lean (5S,
mantenimiento
autónomo,
estandarización) y
VSM.

			Reducción del secado de
	Reducción de calidad	Tipo aplicada-descriptiva,	18% a 10–13%,
Gianfranco	del arroz pilado debido	diseño no experimental.	incremento de arroz
Celino García	a problemas en el	Aplicación de la	entero, ahorro en
Niquén	proceso de secado en	metodología Six Sigma	maquinaria (S/. 285).
(2019)	Molino & CIA Semper	(ciclo DMAIC), estudio de	Mejora en calidad y
	S.A.C.	procesos, control de fallas.	rendimiento del
			producto.
		Tipo aplicada, diseño no	
Yessenia	Baja productividad y	experimental. Herramientas	Reducción del 8% de
Fernández &	fallas recurrentes en el	de mejora continua	actividades
Katherin	pilado de arroz por mal	(diagrama de operaciones,	improductivas,
Olivos	manejo de maquinarias y	análisis del proceso,	mantenimiento anual
(2023)	falta de mantenimiento	Ishikawa, estudio de tiempos,	estimado en S/. 43,200,
	en Molino Cereales	capacitación,	capacitaciones por S/.
	Lambayeque S.R.L.	mantenimiento).	9,300. Mejora en

rendimiento y
eficiencia.

		Tipo descriptiva	
	Baja	propositiva, enfoque	Falta de señalización,
Milagros	productividad en los	cuantitativo, diseño	mantenimiento, limpieza
Llontop &	procesos de pilado de	no experimental y	y estandarización. Se
Segundo	arroz por deficiencias	transversal.	propone una metodología
Abad	organizativas, falta de	Aplicación de	Lean con implementación
(2018)	mantenimiento y escasa	herramientas Lean:	progresiva para aumentar
	implementación Lean.	5S, Kaizen, JIT,	eficiencia y calidad.
		TPM, VSM.	

Nota. Tabla con importante información para el desarrollo del marco referencial

La eficiencia operativa es fundamental para la sostenibilidad de las plantas de pilado de arroz, especialmente en casos como el que estamos analizando donde existe una brecha significativa entre la capacidad instalada y la producción real. En la planta analizada, esta situación se manifiesta con una subutilización del 44%. Esta es la realidad de muchas piladoras que han sido objeto de muchos estudios por medio de distintos enfoques de implementación de herramientas Lean Manufacturing, en particular el **Value Stream Mapping (VSM)**, permite optimizar procesos y mejorar la productividad en empresas arroceras.

En ese sentido, Cruz Vásquez y Rivera Andonaire (2017) diseñaron un sistema de gestión de mantenimiento en una planta de producción de arroz, utilizando herramientas Lean como las 9S, Just in Time y Kaizen. Este sistema permitió evidenciar cómo las fallas organizacionales en el área de mantenimiento impactaron negativamente en la productividad. Gracias al enfoque PHVA aplicado, la propuesta alcanzó una relación beneficio/costo de 2.86, demostrando su efectividad económica.

De forma complementaria, Aguilar Over (2019) implementó 5S y VSM en el Molino Castillo S.A.C., donde identificó como principales causas de la baja productividad el desorden, la falta de limpieza y el uso ineficiente del tiempo y espacio. El VSM fue clave para representar el flujo actual y proponer uno futuro, obteniendo un incremento del 3.23 % en productividad y una relación beneficio/costo de 1.83 soles.

Asimismo, Avila Quispe y Romero Chingay (2022), al aplicar Lean Manufacturing en la empresa Piladora del Valle S.R.L., lograron incrementos significativos en el uso eficiente de la mano de obra (31.7 %) y la maquinaria (21.6 %), con una mejora global del 10.87 %. El estudio destacó cómo el uso de VSM permitió identificar cuellos de botella, tiempos muertos y actividades sin valor agregado, ofreciendo un diagnóstico claro para el rediseño del proceso.

Además, Millán Niquen (2024) reportó que la combinación de 5S, mantenimiento autónomo y VSM en una piladora permitió una mejora del 5.99 % en productividad global y un ahorro anual de S/. 623,457.72, validando el impacto económico directo de la metodología Lean. Por otro lado, estudios como el de Fernández y Olivos (2023) demostraron que incluso sin VSM, la aplicación de herramientas como Ishikawa, estudio de tiempos y análisis de procesos permitió reducir las actividades improductivas en un 8 %, y generar importantes ahorros en mantenimiento y capacitación.

Un caso particularmente relevante es el de Llontop y Abad (2018), quienes diagnosticaron problemas estructurales en una planta arrocerá relacionados con la falta de mantenimiento, escasa señalización, y desorganización general. Su enfoque propositivo incluyó herramientas Lean como 5S, Kaizen, JIT, TPM y VSM, argumentando que la implementación progresiva de esta metodología no solo mejora la eficiencia, sino también la calidad del producto y el entorno de trabajo. El estudio propuso una transformación integral del sistema productivo, destacando al VSM como herramienta central para la visualización y rediseño del flujo de valor.

La suma de estos antecedentes permite concluir que el Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta fundamental para abordar problemas como los identificados en la planta en estudio. VSM no solo proporciona un diagnóstico visual claro de los puntos críticos del proceso —como acumulación de inventarios, cuellos de botella y tiempos de espera— sino que también sirve como base para rediseñar el proceso productivo de manera estructurada y alineada a los principios de la mejora continua.

Esta herramienta permitirá una representación clara del flujo de valor actual y facilitará el diseño de un estado futuro más eficiente, alineado con las mejores prácticas del sistema Lean, contribuyendo así a mejorar la productividad, reducir pérdidas económicas y fortalecer la competitividad de la empresa en el sector agroindustrial.

Capítulo 2

2. Metodología

El presente capítulo describió la metodología que se aplicó para diseñar la propuesta de optimización del proceso de pilado en una planta agroindustrial del sector arrocerero, haciendo uso de herramientas Lean Manufacturing. Se seleccionaron técnicas de diagnóstico y mejora las cuales permitieron analizar la situación de la piladora y cómo influyó la misma en el proceso de pilado, identificando las causas de ineficiencia para así proponer alternativas viables de solución.

La propuesta se basó en la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, orientada a optimizar el proceso de pilado mediante la identificación y eliminación de desperdicios, la maximización del flujo de valor y la implementación de mejoras en el proceso. Para ello, se emplearon herramientas Lean como el Value Stream Mapping (VSM) para mapear y rediseñar los flujos actuales y futuros; el diagrama de Ishikawa para determinar causas raíz de ineficiencia; promoviendo la participación del personal en la identificación de oportunidades

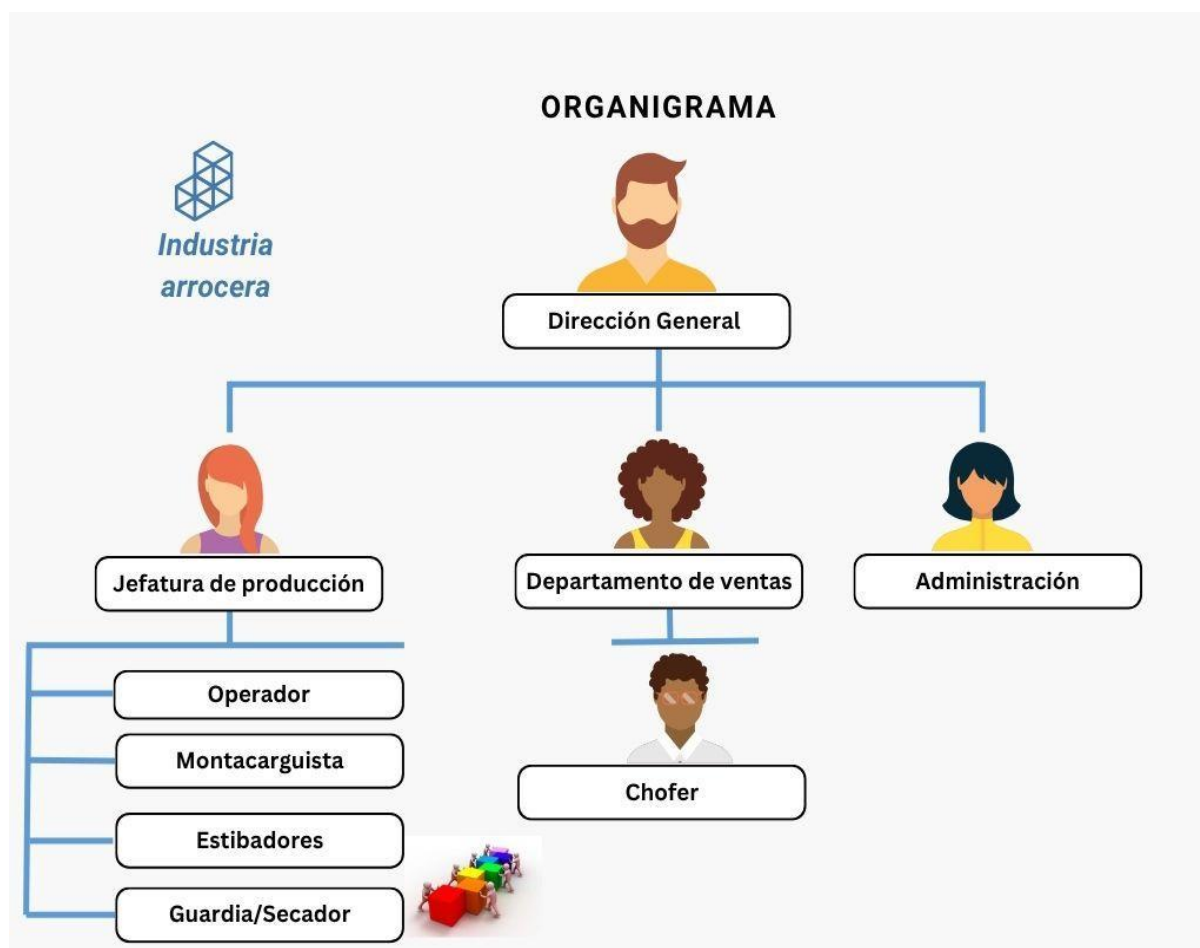
de mejora. De esta forma, se garantizaron soluciones alineadas a los principios de flujo continuo, nivelación de carga de trabajo y estandarización de procesos, asegurando buenos resultados en el transcurso del tiempo.

Dentro de esta metodología se creó un plan de acción estructurado el cual buscó establecer las actividades necesarias, responsables, tiempos y recursos para implementar la propuesta de mejora.

2.1 Levantamiento de información

Parte fundamental para dar inicio a esta fase del proyecto fue conocer la estructura organizacional de la piladora, instrumento clave que nos llevó a comprender de mejor forma los procesos y cómo se manejan en cuanto al funcionamiento del personal y así tener una visión clara acerca del campo objeto de estudio, el cual busca mejorar el funcionamiento de la piladora mediante la optimización del proceso de pilado.

Nota. La siguiente ilustración muestra de manera estructurada las funciones del personal de la piladora para comprender mejor el panorama.

Figura 5 Organigrama de la piladora

Para aplicar el enfoque Lean Manufacturing en la técnica de entrevistas, se elaboró una guía de preguntas orientada a detectar actividades sin valor agregado, tiempos improductivos, deficiencias en la secuencia de procesos y problemas de coordinación interna. Asimismo, se promovió la participación activa del personal operativo y de supervisión para identificar oportunidades de mejora desde su experiencia directa, en coherencia con el principio Kaizen de involucramiento de los trabajadores.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de información

Técnica	Instrumento	Descripción	Propósito
---------	-------------	-------------	-----------

Observación directa	Fichas de observación	Registro in situ de tareas, tiempos, interrupciones, recorridos y movimientos.	Elaborar el VSM actual.
Entrevistas semiestructuradas	Guía de preguntas	Aplicada a operarios y administradores.	Identificar problemas organizativos y causas
Análisis documental	Reportes internos y hojas de producción	Revisión de datos de quintales pilados, tiempos de proceso y registros de mantenimiento.	Validar desempeño y productividad histórica.
Estudio de tiempos	Acceso a Cámaras de seguridad, registros diarios	Medición de la duración real de actividades clave durante dos semanas.	Cálculo de tiempos. Identificación y medición de problemas

2.2 Diagnóstico del estado actual

2.2.1 Estudio de tiempo

A lo largo del proyecto se tomaron varias muestras través de estudios de tiempos documentados en cursogramas analíticos, la primera muestra que se analizó fue de 2 semanas desde el 23 de junio hasta el 4 de julio, se realizó el levantamiento de datos de lunes a viernes dado que los sábados solo se opera hasta el mediodía. Estas semanas fueron idóneas para el estudio ya que el flujo de arroz es normal, es decir, no hay ni escasez ni abundancia como sucede en otros meses del año, por lo que es una muestra representativa.

Con este estudio de tiempo inicial se puede hacer una evaluación más acertada del estado actual de la empresa teniendo datos precisos sobre retrasos, tiempos muertos, y de improductividad. El levantamiento de la información se llevó a cabo mediante observación directa y monitoreo de cámaras de seguridad.

Los datos que se levantaron fueron: la descripción de la actividad, el tiempo requerido para su ejecución, cantidad de arroz (si correspondía) y se dejó un campo para observaciones,

en él se podía colocar mayor detalle de las actividades que no agregan valor o de situaciones atípicas que ameriten una mayor explicación. Debido a que en la piladora laboran 7 cuadrilleros quienes se dividen en 2 grupos y se turnan para realizar actividades dentro (manipulación de arroz pilado), y fuera (manipulación de arroz en cáscara), se especificó esto en los cursogramas analíticos para analizar también la productividad por equipo.

2.2.2 Diseño del VSM actual (versión 1)

Para el diseño del VSM del estado actual que para efectos de la metodología usada se convirtió en el VSM versión 1, se empleó observación directa y los datos obtenidos del estudio de tiempo. Se definió como punto de partida al arroz seco almacenado en los 3 túneles que posee la piladora, ya que el alcance de este proyecto se limita únicamente al proceso de pilado, el cual empieza desde que el montacarga lleva el arroz del túnel al pozo; mientras que, se estableció como cliente del proceso a la persona que retira el arroz pilado ya sea este: el consumidor final o el propietario quién trajo el arroz en cáscara desde el inicio.

Para la diagramación se utilizaron símbolos propios del VSM perteneciente a la metodología Kaizen, por ejemplo, las actividades que no agregan valor fueron destacadas a través de Kaizen burst enumerados en el gráfico principal, pero, su descripción fue colocada en la parte inferior del diagrama para no sobrecargar el VSM, de la misma manera, el proceso de pilado fue detallado al pie del gráfico indicando nombre de las máquinas y su respectiva capacidad.

2.2.3 Diagrama de Ishikawa

Se analizaron de forma estructurada las causas que explican la baja eficiencia operativa de la planta de pilado de arroz, se utilizó el Diagrama de Ishikawa, conocido también como diagrama de causa-efecto o espina de pescado. Esta herramienta de calidad

permitió clasificar los factores que inciden en el problema principal en categorías clave:

Mano de Obra, Medición, Maquinaria, Métodos, Materiales y Entorno.

La información se recopiló mediante observación directa en planta, entrevistas semiestructuradas a operarios y administrativos, así como revisión de registros históricos de producción. Bajo el enfoque Lean Manufacturing, el propósito fue identificar actividades sin valor agregado, ineficiencias operativas y puntos de quiebre que generan tiempos muertos, desperdicios o acumulación de inventarios intermedios.

2.3 Elaboración de informe con propuestas de mejora

<i>Propuestas de mejora: Optimización del proceso de pilado</i>			
Responsables Propuesta:	-Evelyn Castro Sanchez -Pereira Silva Nayeli	Fecha de Elaboración:	8/07/2025

<p>1. Situación actual.</p>	<p>El análisis del Mapa de Flujo de Valor (VSM) y la observación directa del proceso de pilado revelaron varias ineficiencias: falta de control de inventarios lo cual genera reprocesos, tiempos muertos prolongados, falta de organización, atascamiento de elevadores y dependencia de intermediarios para la compra de materia prima, lo que afecta la calidad final y la continuidad del flujo de trabajo.</p>
<p>2. Descripción de la propuesta</p>	<p>Se aplicaron herramientas Lean (VSM, Ishikawa) para reorganizar el flujo de planta, implementar mantenimiento preventivo y estandarizar prácticas operativas. Además de una mejor organización del personal al momento de trabajar mediante una mejor planificación y control.</p> <p>- Cambio estratégico de modelo de negocio:</p> <p>Este cambio consiste en pasar de brindar el servicio de pilado de arroz a terceras personas a establecer relaciones directas con agricultores locales. Hay que considerar que esto conlleva tiempo, recursos y cautela para no dañar relaciones con los que en el futuro se espera se establezcan relaciones comerciales.</p> <p>Este cambio de modelo de negocio ya fue decidido por los propietarios antes del inicio de este proyecto, pero con la información recolectada quedaron demostradas las ventajas que traería continuar con este cambio hasta independizarse completamente.</p> <p>- Establecer rutinas de revisión y limpieza para todos los equipos del proceso:</p> <p>Estas rutinas estuvieron documentadas en fichas técnicas, donde se detallaron los pasos a seguir, esta acción tiene como objetivo prevenir</p>

fallas mecánicas, reducir tiempos de parada por mantenimiento correctivo y aumentar la vida útil de los equipos.

-Organizar turnos escalonados de almuerzo, garantizando siempre mínimo dos operadores disponibles:

Para poder garantizar la continuidad operativa del proceso, fue recomendable establecer turnos de almuerzo escalonados, de manera que nunca se quede la planta sin personal responsable durante la hora de almuerzo. Se elaboró un horario rotativo el cual se notifica con anticipación a los colaboradores, equilibrando las cargas de trabajo. Esta acción logró evitar la paralización del proceso por ausencia simultánea de operarios, reducir los tiempos muertos y mejorar la fluidez general de la producción en la planta.

-Implementación de sistema FIFO físico y documental para mover primero los lotes más antiguos:

Se adoptará el método FIFO tanto a nivel físico (almacenamiento) como documental (registros de inventario). Esto significa que el arroz que ingrese primero a la planta será el primero en procesarse, minimizando el riesgo de deterioro por almacenamiento y así evitar pérdidas por envejecimiento. Para ello, se organizan los lotes con etiquetas visibles que incluya fecha de ingreso y lote, y se comunica al personal para seguir esta regla. Este sistema es clave para garantizar la calidad del producto final y la rotación adecuada del inventario.

3. Recursos necesarios para la implementación:	<p>Recursos humanos: Pilador, cuadrilla operativa (7 personas), asistente administrativo y responsable de mantenimiento</p> <p>Inversión técnica: herramientas básicas para mantenimiento, cepillos, kits de limpieza, equipos de protección personal, marcadores permanentes de colores.</p> <p>Sistemas de control: fichas técnicas, cronogramas de mantenimiento, manejo de Excel, cronograma de horarios.</p> <p>Capacitación: Talleres básicos y formación en buenas prácticas operativas y seguridad industrial, entrenamiento en mantenimiento básico y revisión de equipos para que así mejoren la eficiencia en la piladora.</p>
4.Resultados esperados	<p>Mayor eficiencia, mayor rentabilidad, reducción de tiempos muertos, menor desperdicio de arroz por reprocesos, mejor calidad final gracias al cambio de modelo de negocio. Relación sólida con agricultores locales, asegurando materia prima estable, mayor satisfacción de clientes por entregas a tiempo y calidad uniforme.</p>

2.4 Diseño del VSM Versión 2

Las mejoras presentadas en el inciso anterior fueron implementadas desde la semana del 14 al 18 de julio, durante este periodo se llevó a cabo un seguimiento del proceso tomando nuevos datos que permiten monitorear el desempeño del sistema luego de la aplicación de las propuestas planteadas.

Con base en los nuevos datos obtenidos en la muestra 2 se procedió con la elaboración del VSM versión 2, en este, no solo se pudo observar los importantes avances logrados, sino que también se pudieron identificar nuevas oportunidades de mejoras, esto permitió que se perfeccione aún más la productividad general del sistema.

2.4.1 Cambio de modelo de negocio

Con el análisis realizado de la situación inicial de la piladora se resaltó la importancia del cambio de modelo de negocio, una iniciativa que ya estaba siendo puesta en marcha por los dueños de la agroindustria de manera paulatina, se planteó el respaldo a este cambio estratégico debido que tendría beneficios que ya estarían empezando a verse como: incremento en la rentabilidad al eliminar intermediación, fortalecimiento del control de calidad que es una de las ventajas competitivas de esta planta, además se mejoraría en otros aspectos importantes que actualmente están perjudicando la productividad de la piladora como: mejoras en la coordinación y planificación de las operaciones debido a que ya no dependería de terceros, reducción de reprocesos y tiempos muertos y mayor eficiencia en el control de inventarios.

Pese a todos los beneficios explicados, este cambio no se puede realizar de manera abrupta, ya que se deben conservar las buenas relaciones con los agricultores y comerciantes, porque se espera que en el futuro ellos sean los proveedores de la gramínea, además, se requiere de un capital bastante significativo para asegurarse de cubrir la demanda, por lo que, mientras se completa esta transición, se plantearon soluciones temporales prácticas como el uso de formatos para llevar un orden y control en los agendamientos de las piladas, que permitan mejorar la forma en la que se lleva la coordinación actual.

2.4.2 Establecer rutinas de revisión y limpieza para todos los equipos del proceso

Para los problemas con elevadores atascados, fallos en los motores y desperdicios de arroz por suciedad acumulada generada normalmente por el proceso, se implementó un plan de mantenimiento y limpieza preventivo -APÉNDICE L- para todos los motores y maquinarias, este se realizó gracias al apoyo de expertos en mantenimiento y electricidad de este tipo de plantas agroindustriales (personas externas a la piladora) por medio de entrevistas no estructuradas. Los mismos que recomendaron con base en su experiencia que estos mantenimientos se apliquen los fines de semana de manera progresiva para no detener por completo el proceso productivo.

Adicionalmente, se realizaron fichas técnicas -APÉNDICE M al Q- que ayudaron a llevar un mejor control y en el futuro puedan proveer de datos históricos para una mejor trazabilidad.

2.4.3 Organizar turnos escalonados de almuerzo

Se elaboró un cronograma para la distribución de turnos de almuerzo del personal cuadrillero, con el objetivo de evitar la paralización de las maquinarias durante ese periodo. Esta medida buscó garantizar la continuidad del proceso, evitando situaciones en las que no haya personal disponible para alimentar el arroz al pozo o cuando la tolva permaneció llena sin descargarse, impidiendo avanzar con la pilada.

El cronograma se difundió a través del grupo de WhatsApp del equipo y además se encontró pegado en las instalaciones para ser firmado por los trabajadores a su hora de almorzar para así llevar un control de esta actividad, la cual contempla una rotación equitativa de horarios, en donde una semana un grupo tiene un horario y a la siguiente otra franja horaria, y así sucesivamente con el fin de no afectar de manera desigual a los trabajadores y asegurar una operatividad constante.

Figura 6

Horario de almuerzo escalonado de trabajadores

					<i>Horario de almuerzo personal operativo agroindustria arrocera</i>					
<i>Semana 1</i>					<i>Fecha</i>	<i>Semana 2</i>				
Turno de almuerzo	Hora	Firma del trabajador	Trabajadores que almuerzan	Personal activo (mínimo 2 interno y 2 externo)		Turno de almuerzo	Hora	Firma del trabajador	Trabajadores que almuerzan	Personal activo (mínimo 2 interno y 2 externo)
Turno 1	12:00-12:40	_____	Ángel, Jorge, Cristian	Manuel, Orlando, Kevin, Amador		Turno 1	12:00-12:40	_____	Manuel, Orlando, Kevin, Amador	Ángel, Jorge, Cristian
Turno 2	12:40 – 13:20	_____	Manuel, Orlando, Kevin, Amador	Ángel, Jorge, Cristian		Turno 2	12:40 – 13:20	_____	Ángel, Jorge, Cristian	Manuel, Orlando, Kevin, Amador

Nota. Este horario se mantuvo cada dos semanas y también es obligatorio el ser firmado por los trabajadores al tomar su turno de almuerzo.

2.4.4 Implementación del sistema FIFO

Para implementar este sistema con el objetivo de mejorar la rotación del producto, evitar pérdidas por envejecimiento y asegurar la calidad del arroz almacenado, se propuso la implementación formal del sistema FIFO (First In, First Out) en el proceso de almacenamiento y distribución.

Este sistema se aplicó tanto de manera física como documental, y su ejecución fue orientada a lograr una gestión de inventarios más eficiente, ordenada y trazable lo cual incluyó:

- Estandarizar el uso de etiquetas escritas con marcador indeleble en cada saco.
- Asegurar que la fecha y número de lote se ubiquen en un lugar visible y uniforme.

- Reorganizar el layout del almacén para permitir el acceso prioritario a los lotes más antiguos, facilitando su salida según el principio FIFO.
- Delimitar claramente las zonas de recepción, almacenamiento y despacho.

Este formato fue utilizado en Excel para controlar el ingreso y salida de los lotes, asegurando la trazabilidad de cada grupo de sacos.

Figura 7

Formato método FIFO

N.º	Fecha de Ingreso	Número de Lote	Cantidad (sacos)	Ubicación en Almacén	Fecha de Salida/Entrega	Responsable
1	1/8/2025	L-2025-001	(20 sacos)	Estante A1	5/8/2025	Jorge F
2	2/8/2025	L-2025-002	(24 sacos)	Estante A2	6/8/2025	Manuel L.

Nota. La siguiente ilustración muestra el formato a seguir en Excel para llevar control del orden de los quintales y asegurar que se cumpla el método fifo de manera documental.

2.5 Análisis VSM Versión final

Con los resultados obtenidos gracias al nuevo estudio de tiempo y al VSM versión 2 realizado se dieron grandes cambios favorables, sin embargo, surgieron nuevas propuestas de mejoras que fueron aplicadas para fortalecer aún más la optimización del proceso de pilado. Estas mejoras fueron monitoreadas durante una semana, desde el 21 de julio hasta el 25 de julio.

Durante ese tiempo se analizó el proceso bajo las nuevas condiciones adaptadas para evaluar el impacto de estas, y con estos resultados finalmente se elaboró el VSM versión

final, que dejó como resultado un proceso más pulido y optimizado reduciendo significativamente tiempos muertos, y aumentando la eficiencia operativa.

Capítulo 3

3. Resultados y análisis

3.1 Estudio de tiempo

Tabla 4

Resumen de actividades que agregan valor

Actividad	Cantidad	Unidad	Responsable	Tiempo (horas)	Productividad (unidades/hora)
Movimiento de arroz en cáscara	2448	Sacas brutas	Montacarguista y estibadores	9:38:00	254.2
Proceso de pilado	2448	Sacas brutas	Operador	55:48:00	43.9
Ensacado de arroz pilado y de derivados	3547,03	Quintales	Estibadores	50:07:00	70.8
TOTAL				115:55:00	

Nota. Datos obtenidos de cursogramas analíticos, anexados desde el APENDICE A al J.

Con los datos recolectados podemos hacer análisis comparativos entre muestras antes y después de aplicar mejoras. En la tabla 4 podemos visualizar que durante las dos semanas que se duró este primer sondeo se procesaron 2448 sacas de arroz, un equivalente a 3547 qq ensacados. Por lo que se puede inferir que se pilaron en promedio 354,7 qq diarios durante los 10 días en que se tomaron los datos.

Tabla 5

Resumen de actividades que no agregan valor

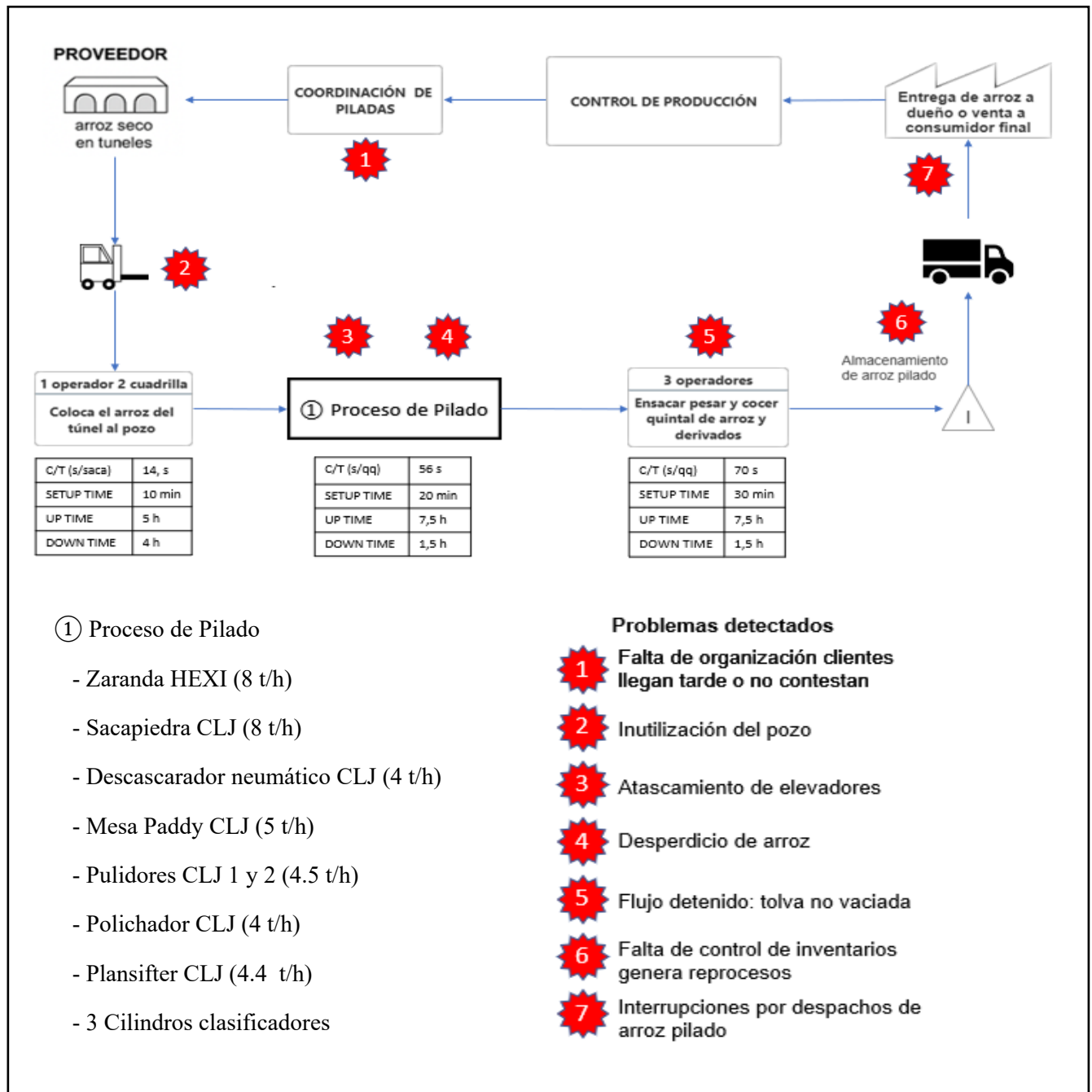
Actividad	Tiempo
Inutilización de maquinarias	3:21:00
Reprocesos	4:22:00
Daños o atascamientos	0:53:00
Demoras por coordinación o llegadas tardías del cliente	3:36:00
TOTAL	12:20:00

En el estudio realizado se pudo evidenciar que las actividades que no agregan valor tomaron más de 12 horas, siendo los reprocesos de arroz la que más tiempo generó con 4 horas y 22 minutos, esto debido a problemas que se encuentran detallados más adelante en este proyecto.

3.2 Gráfico VSM actual

Figura 8

Gráfico del VSM actual de la piladora



Nota. Los tiempos y cantidades fueron producto del estudio de tiempo con cursogramas anexados desde el APENDICE A hasta el APENDICE J y las capacidades de la maquinaria fueron proporcionadas por la empresa -APENDICE K-.

3.3 Problemas detectados

3.3.1 Falta de organización: Para coordinar las piladas con los dueños de los arroces se los debe contactar por vía telefónica pero en ocasiones no se los podía localizar debido a que algunos viven en zonas rurales de difícil acceso, sin embargo, algunas veces la persona encargada solo trataba una vez y si no contestaban se olvidaba de insistir, por lo que al siguiente día había retrasos para empezar con la producción, en otras situaciones sucedió que los clientes acordaron una hora con la encargada pero no llegaban a la hora pactada, esto perjudica incluso a los siguientes turnos del día que debían ser demorados por estas causas

3.3.2 Inutilización del pozo. Esta demora es causada por dos razones, la primera es la hora de almuerzo en la que todos los colaboradores se retiran a comer y esto coincide con que el pozo queda vacío y no hay quien coloque el arroz de la siguiente pilada, y la segunda es porque los clientes no llegan a la hora que se coordinó y tampoco autorizan el movimiento del arroz en cáscara.

Figura 9

Pozo desocupado el 26/6 a la 13:12 por hora de almuerzo



Nota. Se observa una de las causas por las que se generan pérdidas de tiempo en la piladora.

3.3.3 Atascamiento de elevadores. El atascamiento de los elevadores aunque ocurrió una sola vez durante el estudio, el operador nos indicó que era un problema recurrente, y es que las bandas que trasladan el arroz por los elevadores se atorán y se comienza a salir el arroz por cualquier abertura, cuando eso ocurre, el pilador procede a parar el flujo del arroz y debe recoger todo el arroz que se derramó, estos atrasos pueden ser menores demorando desde 20 minutos para restablecer el proceso productivo, pero en ocasiones, suelen ser mucho más graves, por ejemplo cuando una banda se colapsa demora en cambiarse hasta 2 días

3.3.4 Desperdicio de arroz. Conforme pasa el arroz por las maquinarias, naturalmente se produce desperdicio de arroz que se cae al suelo, sin embargo, se observó que, en esta planta, específicamente en los pulidores y el plansifter como se observa en las figura 9 y 10, se pierde una cantidad importante de arroz pilado, esto debido al desgaste de materiales complementarios como las mangas de tela que necesitan ser reemplazadas cada cierto tiempo ya que se producen perforaciones por el desgaste y también la suciedad acumulada por falta de limpieza.

Figura 10

Desperdicio de arroz entre el polichador y el plansifter



Figura 11*Desperdicio de arroz en los pulidores 1 y 2*

3.3.5 Flujo detenido por tolva no vaciada. Esto sucede también por el horario de almuerzo donde los colaboradores se retiran a almorzar y queda arroz en la tolva, esto impide que se pueda continuar con siguiente, pilada perdiendo prácticamente 1 hora de producción, cabe recalcar que esto ocurre con mucha frecuencia.

Figura 12*Arroz acumulado en tolva durante la hora de almuerzo*

Nota. Se encuentra señalado con una elipse roja el nivel de arroz que se puede observar a través de los visores, aproximadamente se acumularon en esta imagen 150 qq.

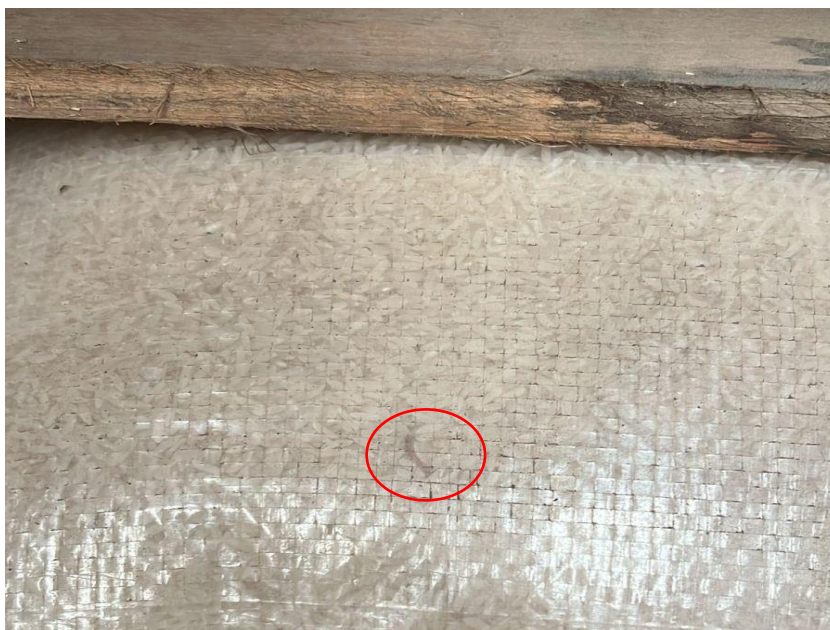
3.3.6 Falta de control de inventarios genera reprocesos: Los reprocesos se producen por la falta de políticas claras de almacenamiento tanto para el personal como para

los clientes dueños de los arroces, por un lado, los arroces que se producen diariamente se van colocando en frente de los que procesan los días anteriores, esto causa que se vendan los recientemente producidos y los anteriores se queden atrás.

Por otro lado, los dueños de los arroces piden que no se vendan sus arroces usando de bodega el galpón esperando hasta que los precios suban para aprovechar la especulación cuando se escasea la gramínea, pero con el pasar del tiempo en el arroz se producen gorgojos o larvas que son propios del grano, y cuando ya deciden vender el arroz piden que sea repasado, ya que no se permite comercializar arroz en ese estado, aunque se cobra un precio mínimo por este servicio, retrasa el proceso productivo normal y no representa ganancias significativas para la empresa.

Figura 13

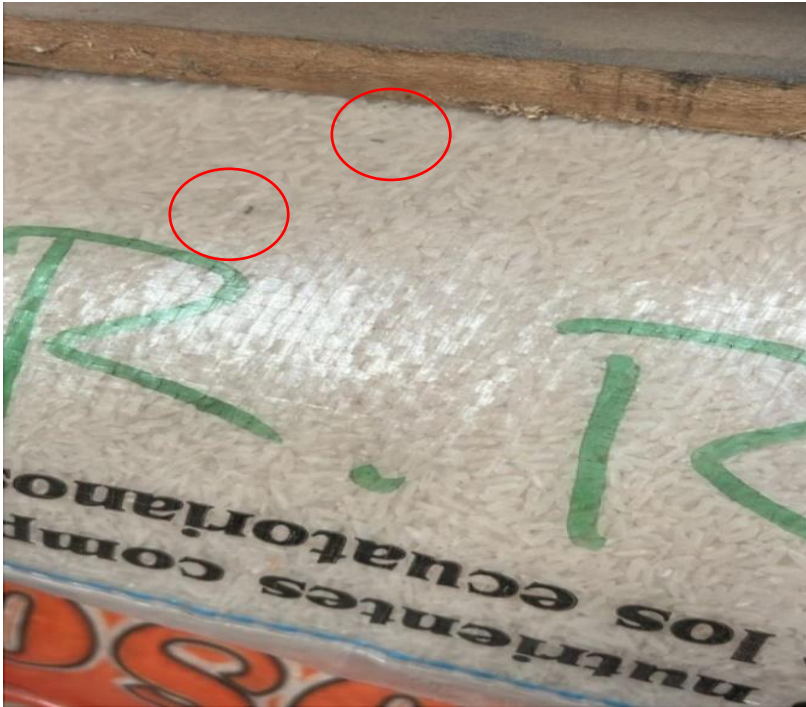
Larvas en el saco de arroz por almacenaje prolongado



Nota. Esta ilustración evidencia presencia de larvas por antigüedad de lotes acumulados.

Figura 14

Presencia de gorgojo en saco de arroz por almacenamiento prolongado

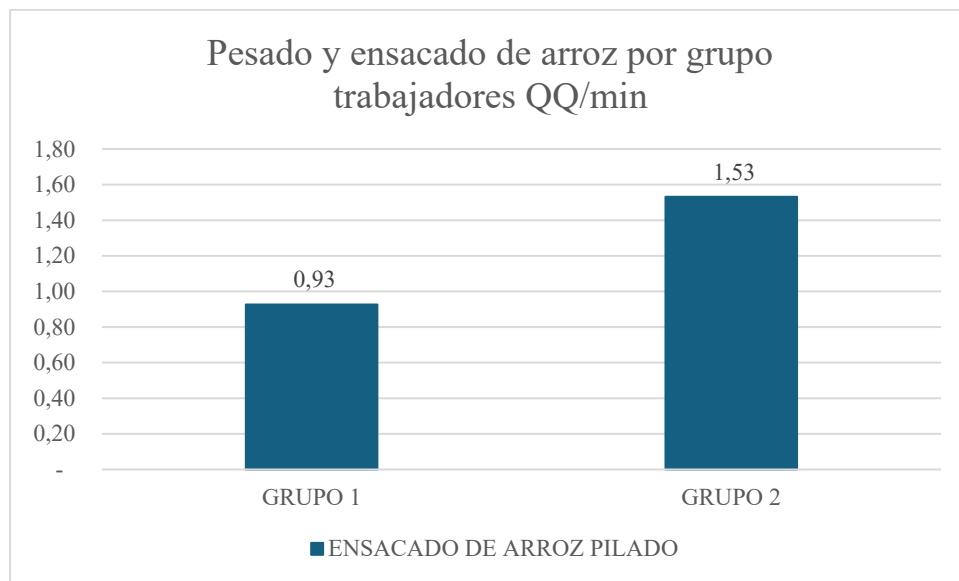


3.3.7 Interrupciones por despacho de arroz pilado: La falta de distribución de trabajo entre los colaboradores hace que se interrumpa constantemente el ensacado de arroz, cada vez que se tenía que hacer un despacho todos los cuadrilleros se disponían a embarcar arroz, dejando las actividades que están realizando a un lado en lugar de dividirse y repartir la carga de trabajo.

3.3.8 Desbalance en el rendimiento operativo entre cuadrillas: Como se había mencionado en el capítulo anterior los cuadrilleros trabajan en 2 grupos uno en manipulación de arroz en cáscara y el otro en manipulación de arroz pilado y se intercalan estas actividades diariamente, con el estudio realizado quedó en evidencia una teoría que nos comentó la propietaria y es que un grupo demuestra mayor eficiencia tanto en las actividades dentro como fuera de la planta tal como se observa en la Figura 14, causando un desbalance que afectan a la productividad de la piladora.

Figura 15

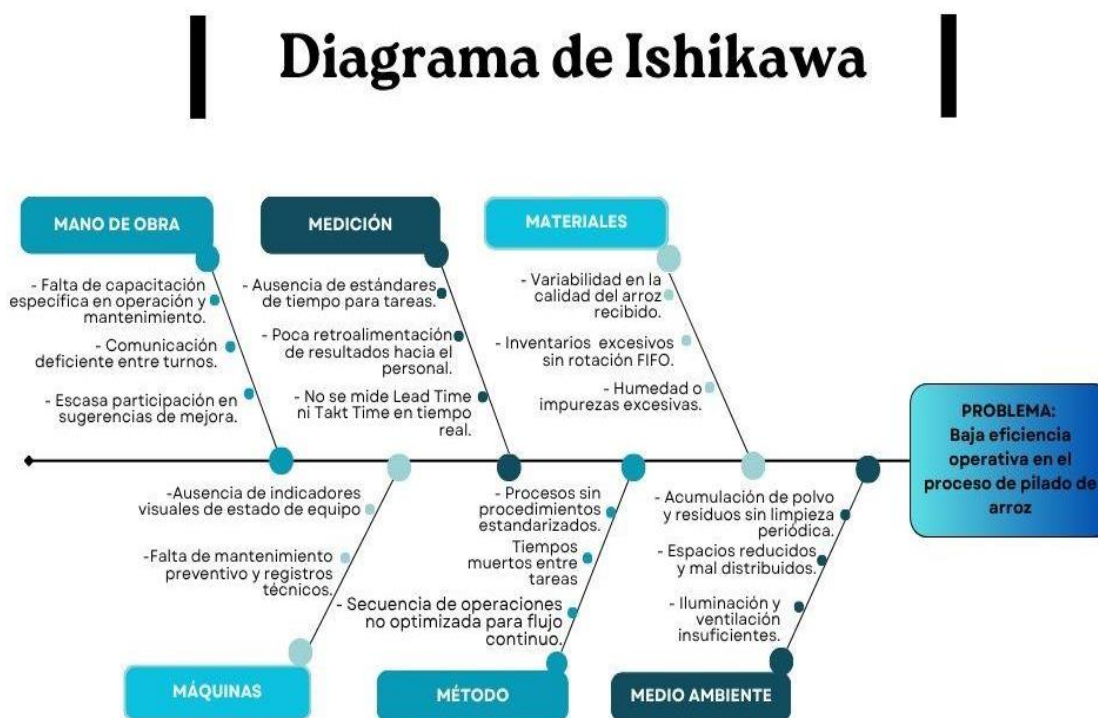
Gráfico de QQ por minutos que ensacan los grupos de cuadrilla



3.4 Análisis de causas raíz

Figura 16

Análisis de causas raíz en el proceso de pilado



Nota. Presentación de cada una de las causas que influyen en la baja eficiencia operativa en la piladora.

Este análisis de causas permitió obtener una visión integral de las raíces de ineficiencia, facilitando la priorización de acciones correctivas en el **Mapa de Flujo de Valor futuro (VSM)** y en el plan de acción propuesto. Además, su desarrollo fomenta la participación activa del equipo operativo de la planta bajo la filosofía **Kaizen**, reforzando el compromiso con la mejora continua y el logro de resultados sostenibles.

Dentro de este proyecto integramos esta herramienta muy importante como lo es el Diagrama de Ishikawa, gracias a la cual logramos identificar varios puntos importantes que demostraron los problemas críticos y de tomar en consideración dentro de la piladora, los cuales influyeron en el proceso de pilado.

3.5 Análisis de estudio de tiempos comparativo con mejoras aplicadas

Tabla 6

Resumen de actividades que agregan valor, segunda muestra

Actividad	Cantidad	Unidad	Responsables	Tiempo (horas)	Productividad (unidades/hora)
Movimiento arroz en cáscara	1673,00	Sacas brutas	Montacarguista y estibadores	5:10:00	323,81
Proceso de pilado	1750,00	Sacas brutas	Operador	32:04:00	54,57
Ensacado de arroz pilado	2720,00	Quintales	Estibadores	28:07:00	96,74
TOTAL				65:21:00	

Tabla 7

Resumen de actividades que no agregan valor, segunda muestra.

Actividad	Tiempo
Llegadas tardías de cliente	2:20:00

Tabla 8

Análisis comparativo de los resultados de actividades que agregan valor

Actividad	Productividad diaria (1ra muestra)	Productividad diaria (2da muestra)	Variación diaria
Movimiento arroz en cáscara	244.8 sacas/día	334.6 sacas/día	+36.6%
Proceso de pilado	244.8 sacas/día	350.0 sacas/día	+43.0%
Ensacado de arroz pilado	354.7 quintales/día	544.0 quintales/día	+53.3%

Nota. Cabe aclarar que para la segunda muestra se tomó la mitad del tiempo por efecto del plazo del proyecto, sin embargo, se puede evidenciar claramente un aumento en la productividad diaria y por hora. La evidencia respalda que los cambios implementados recientemente han tenido un efecto positivo en el rendimiento operativo.

Tabla 9

Análisis comparativo de los resultados de actividades que no agregan valor

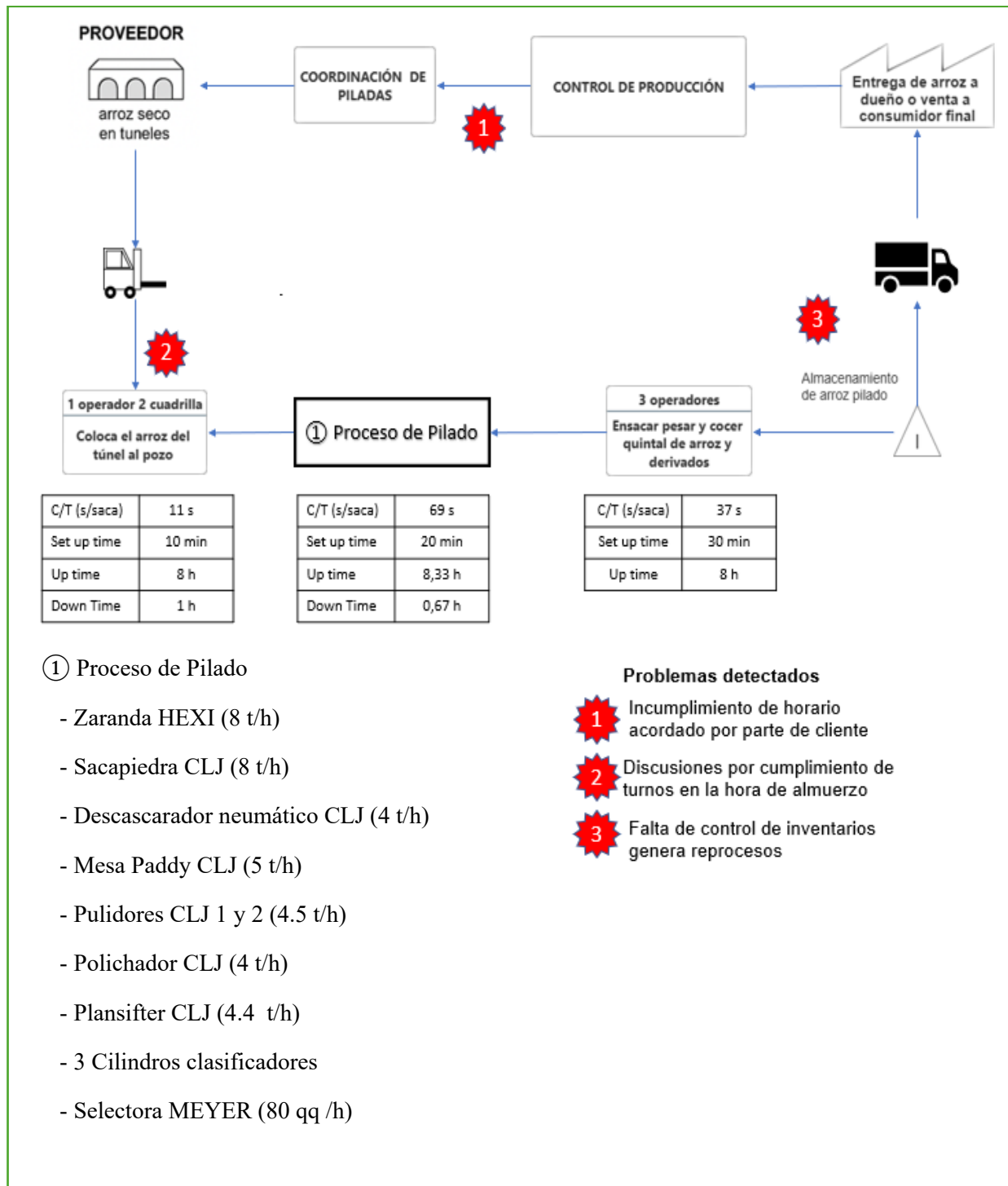
Actividad	Tiempo anterior (10 días)	Tiempo actual (5 días)	Variación absoluta	Variación porcentual
Inutilización de maquinarias	3:21:00 (3.35 h)	—	-3.35 h	-100%
Reprocesos	4:22:00 (4.37 h)	—	-4.37 h	-100%
Daños o atascamientos	0:53:00 (0.88 h)	—	-0.88 h	-100%
Llegadas tardías del cliente	3:36:00 (3.6 h)	2:20:00 (2.33 h)	-1.27 h	-35.3%
Total general	12:20:00 (12.2 h)	2:20:00 (2.33 h)	-9.87 h	-80.9%

Nota. Las horas perdidas en actividades que no agregan valor ha disminuido en un 81% pasando de 12,2 horas a 2,33 horas, lo que indica que las mejoras y controles implementados tuvieron un efecto positivo en la productividad.

3.6 Gráfico VSM Versión 1

Figura 17

Gráfico VSM Versión 1



Nota. La siguiente ilustración muestra una versión mejorada del VSM, sin embargo, se observa la persistencia de alguno de los problemas tratados.

3.6.1 Solución temporal ante el cambio del giro de negocio paulatino: Como se planteó inicialmente mientras se realizaba el cambio de giro de negocio se propuso una solución temporal que consistió en el uso de un formato hecho en Word que se encuentra adjunto en el APÉNDICE R, el cual se aplicó durante la semana del 14 al 18 de julio, durante este tiempo se notó un avance positivo en la coordinación por parte de la encargada que ahora registraba y daba seguimiento a los agendamientos, sin embargo, por la parte de los clientes los problemas persistían ya que aceptaban venir a la hora pactada pero en el momento de su turno llegaban tarde y no contestaban ni autorizaban continuar con las piladas.

3.6.2 Establecer rutinas de revisión y limpieza para todos los equipos del proceso: El plan de mantenimiento preventivo con un progreso del 57% ya ha mostrado ser de gran ayuda para la optimización del proceso, uno de los beneficios es la reducción considerable del desperdicio de arroz tal como se puede apreciar en la Figura 17 en comparación con la situación anterior que se mostraba en la Figura 10, además se evidenciaron cambios notorios gracias a la limpieza de la máquina como ejemplo podemos observar el antes y después de la limpieza de uno de los pulidores en las figuras 18 y 19.

Figura 18

Desperdicio de arroz disminuido



Nota. El fin de esta imagen es el contraste visual entre esta imagen y la figura 9 y 10.

Figura 19

Pulidor antes de la limpieza



Nota. Se evidencia falta de limpieza en esta zona.

Figura 20

Pulidor después de la limpieza



Nota. Pulidor limpio listo para mejor funcionamiento

También se ejecutó el mantenimiento preventivo de las bandas transportadoras que trasladan los arroces de una máquina a otra por medio de los elevadores, este mantenimiento se realizó únicamente en los elevadores 8 y 9 ya que son los que se desgastan con mayor rapidez. Anteriormente las bandas se cambiaban exclusivamente cuando ya se colapsaba causando mayores retrasos ya que se dañaron en medio de una pilada y tenían que llamar a personas externas para que desarmen el elevador y desatoren la banda.

Para evitar estas interrupciones y siguiendo las recomendaciones de los expertos estos mantenimientos se realizaron a lo largo de 2 sábados por el personal de la planta y efectivamente se evidenció el desgaste grave en las bandas, tal como se puede observar en la Figura 20 y Figura 21.

Figura 21

Condición en el que se encontraba la banda del elevador 8



Nota. Revisión de bandas

Figura 22

Condición en la que se encontraba la banda del elevador 9



Nota. Banda en malas condiciones con desgaste por falta de revisión.

Figura 23

Cambio de bandas



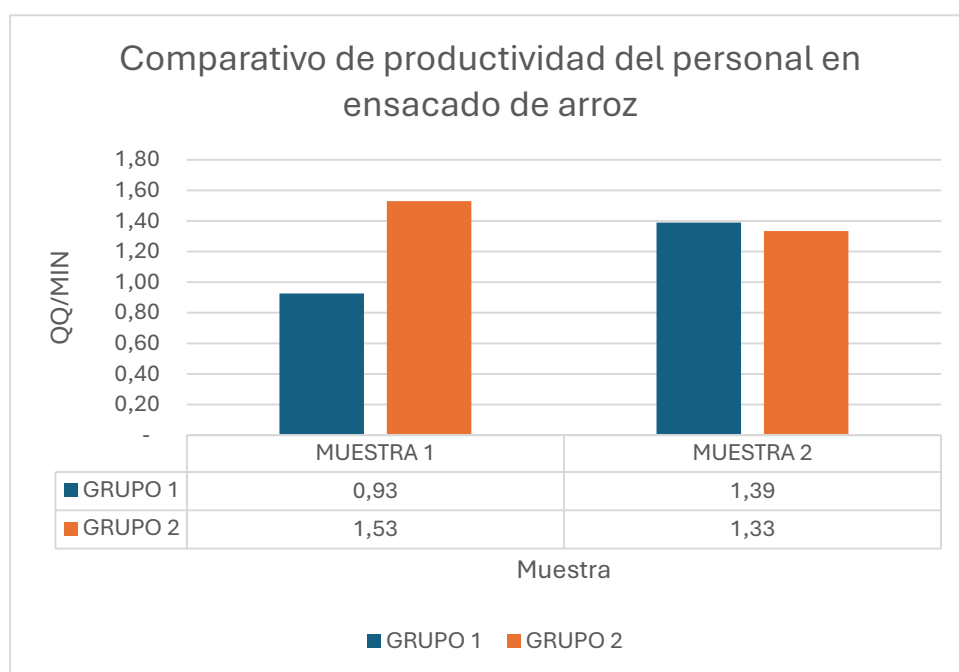
Nota. Procedimiento de cambio de bandas por parte de personal operativo

3.6.3 Organizar turnos escalonados de almuerzo

Con la aplicación del cronograma y la reorganización del personal, se logró mantener operativa la piladora en todo momento, y esto representó un aumento en la productividad, además, se mejoró el ambiente laboral y se obtuvo un equilibrio en la productividad de los equipos, esto lo podemos observar en la Figura 23.

Figura 24

Gráfico comparativo quintales/minuto por cuadrilla antes y después de mejoras



Nota. La figura compara la cantidad de quintales por minutos que ensacaban cada grupo antes y después de la aplicación de las mejoras.

3.7 Análisis de estudio de tiempo con aplicación de mejoras para VSM final

Tabla 10

Resumen de resultados de estudio de tiempo con mejoras aplicadas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	Unidades	Responsable	TIEMPO TOTAL	Productividad (Cantidad/Tiempo)
Movimiento arroz en cascara	1847,00	Sacas brutas	Montacarguista y estibadores	4:46:00	387,48
Proceso de pilado	1847,00	Sacas brutas	Operador	33:16:00	55,52
Ensacado de arroz pilado	2846,10	Quintales	Estibadores	28:19:00	100,51
Total				66:35:00	

Nota. Se evidencian los cambios en niveles de tiempo y productividad

Tabla 11

Análisis comparativo de productivo antes y después de aplicar mejoras

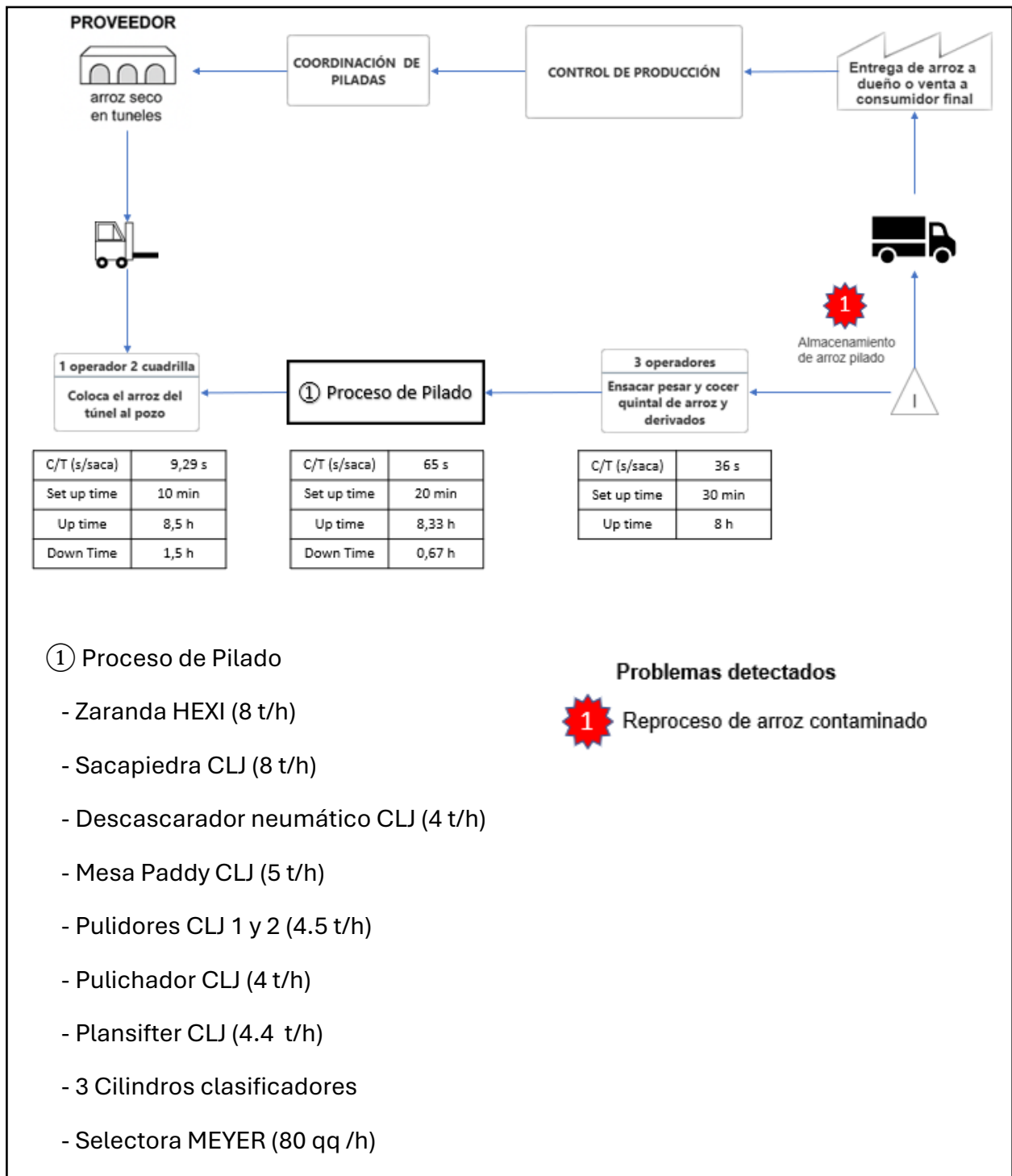
Actividad	Productividad 2da muestra (u/h)	Productividad 3era muestra (u/h)	Variación (%)
Movimiento arroz en cáscara	323,81	387,48	+19,64%
Proceso de pilado	54,57	55,52	+1,74%
Ensacado de arroz pilado	96,74	100,51	+3,91%

Podemos observar que en todas las actividades se obtuvo una variación positiva que significa un aumento de la productividad siendo la más significativa la del movimiento de arroz en cáscara con un 19,64%, esto se debe en gran parte a la buena predisposición del personal.

3.8 Gráfico VSM Final

Figura 25

VSM Final



Finalmente, en la última versión del VSM se puede observar que, aún se mantiene el problema relacionado con los reprocesos por arroces con impurezas, sin embargo, este problema no se puede resolver de manera inmediata, ya que primero se debe terminar todo el arroz contaminado para luego atacar el problema de raíz, aplicando políticas claras que eviten tener arroces por tiempo prolongado, aunque esto también se verá mitigado una vez que se complete la transición de pilado al público hacia un pilado exclusivo de los dueños.

3.9 Análisis Beneficio-Costo

3.9.1 Plan de mantenimiento preventivo

3.9.1.1 Mantenimiento de selectora. Este mantenimiento es realizado por un técnico especializado en este campo, en el periodo anterior no realizarlo causó grandes gastos porque se averió la tarjeta (parte costosa de la máquina), esta experiencia previa nos sirve para tomar como punto de referencia para realizar un cálculo más aterrizado a la realidad.

Tabla 12

Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo – Selectora

Concepto	Con Mantenimiento	Sin Mantenimiento
Costo de mantenimiento preventivo	\$800	\$0
Costo de reparación	\$0	\$700
Pérdida por parada de 2 días	\$0	\$4,000
Costo total anual	\$800	\$4,700
Ahorro estimado	\$3,900	—
Relación beneficio / costo	4.88	—

Realizar el respectivo mantenimiento preventivo a la selectora anualmente permite un ahorro de USD 3900 al año, lo que también se puede analizar como casi USD 5 por cada USD 1 invertido en el mantenimiento.

3.9.1.2 Mantenimiento de motores. El mantenimiento de los motores es realizado por personal especializado bajo contrato, y se lleva a cabo de manera anual:

Tabla 13

Costo de mantenimiento preventivo de motores

Tipo de Motor	Costo Unitario	Cantida d	Costo Total
Motores de 0.5 HP a 2 HP	\$60	16	\$960
Motores de 3 HP a 5 HP	\$120	2	\$240
Motores de 7.5 HP a 15 HP	\$160	2	\$320
Motores de 20 HP a 30 HP	\$240	1	\$240
Motores de 40 HP a 50 HP	\$340	2	\$680
Motor de 75 HP	\$550	1	\$550
Motoreductores	\$230	5	\$1,150
Total Anual Estimado			\$4,140

Nota. Estos valores fueron obtenidos de entrevistas y cotización de técnicos electricistas.

Para este análisis se tomó como referencia la experiencia del año anterior donde se registraron 2 fallas en distintos motores: 1 de 7.5 HP cuyo costo de reemplazo fue de \$601 y 1 motor de 50 HP cuyo costo fue de \$2700, este es un escenario conservador si consideramos que con el tiempo naturalmente se desgastan con más frecuencia y gravedad los motores, el mantenimiento preventivo adecuado puede alargar la vida útil de los motores. Adicionalmente se debió agregar el valor por 816 qq que se dejaron de producir por 6 horas que toma dejar operativos los nuevos motores.

Tabla 14*Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo – Motores*

Concepto	Con Mantenimiento Preventivo	Sin Mantenimiento Preventivo
Costo de mantenimiento anual	\$4,140	\$0
Reemplazo de motores (2 eventos)	\$0	\$3,301
Pérdida por parada de producción	\$0	\$3,600
Costo total anual	\$4,140	\$6,361
Ahorro estimado anual	\$2,221	—
Relación beneficio / costo	0.53	—

El mantenimiento preventivo le ayuda a la piladora ahorrar USD 2,221 anuales cuya relación beneficio-costo indica que se recuperan USD 0,53 por cada USD 1 invertido, además se evitan paradas de producción debido a daños y se prolonga la vida útil de los motores, todo esto se traduce en beneficios económicos y estratégicos para la arrocera.

3.9.1.3 Mantenimiento de bandas. Para el análisis se consideró únicamente los elevadores 8 y 9 al ser los que más se desgaste presentan en las bandas transportadoras, según lo indicado por el operario de las máquinas, conforme a lo recomendado por personal técnico especialista se recomendó un cambio de las bandas 2 veces al año, para que no se interrumpa el proceso operativo al cambiarlas cuando estas se arranquen, ya que podrían causar pérdidas económicas considerables y molestias con la clientela.

Tabla 15*Costos Asociados al Mantenimiento Preventivo vs Correctivo - Cambio de bandas*

Concepto	Con Mantenimiento Preventivo (2 cambios/año)	Sin Mantenimiento Preventivo
-----------------	---	-------------------------------------

Costo de bandas nuevas (4 en total)	\$2,000	\$1,000
Mano de obra (2 cambios)	\$416	\$105
Pérdida de producción	\$0	\$6,000
Costo total anual	\$2,416	\$7,105
Ahorro estimado anual	\$4,689	—
Relación beneficio / costo	1.94	—

El análisis muestra que se puede ahorrar más de USD 4500 cambiando las bandas antes de su colapso, teniendo una relación beneficio–costo de 1.94.

3.9.1.4 Limpieza de máquinas. Por la experiencia previa y observación directa se detectó que la falta de limpieza recurrente causa acumulación de suciedad tal como se explicó previamente en los ítems anteriores donde se ahondó esta problemática esto causa desperdicios y contratiempos de hasta media hora por pilada recogiendo lo caído.

Tabla 16

Costos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo - Limpieza de maquinaria

Concepto	Con Mantenimiento Preventivo (limpieza semanal)	Sin Mantenimiento Preventivo
Costo de limpieza (1 sábado, 3 personas)	\$69	\$0
Pérdida por parada de producción	0 horas	\$300
Costo total semanal	\$69	\$300
Ahorro estimado	\$231	—
Relación beneficio/costo	3.35	

Realizar limpieza de manera semanal los sábados que son los días que no operan las máquinas resulta mucho más beneficioso que perder tiempo valioso durante las piladas para recoger el arroz desperdiciado.

3.9.2 Coordinación de turnos de trabajadores y de clientes

En la tabla 17 se analizan dos mejoras que se implementaron una referente al establecimiento de horarios escalonados de almuerzos del personal y la otra sobre firma de actas para comprometer a los clientes a cumplir con las horas pactadas para pilar.

Tabla 17

Beneficios por mejoras en coordinación de turnos de personal y piladas

Mejora realizada	Horas de productividad aumentadas semanal	Beneficio monetario semanal
Coordinación de turnos de trabajadores	3,35	\$ 850
Coordinación de turnos de clientes	3,6	\$ 900
Beneficio total		\$ 1,750

Nota. No calculó costos porque la aplicación de estas políticas no genera una inversión.

El cumplimiento y resultados positivos de estas mejoras dependen de la buena predisposición del personal y el control adecuado de los administradores.

3.9.3 Aplicación de método FIFO

La aplicación de este método mediante ubicación estratégica de los arroces, marcas que indiquen la fecha y nombre del dueño, ayuda a que el personal despache primero los lotes más antiguos, esto tiene como beneficios cualitativos los siguientes:

- Acompañado de una herramienta práctica como Excel se puede tener un correcto control de las entradas y salidas de los arroces, evitando errores manuales.

- Se reduce la contaminación del arroz por plagas que le caen al grano al pasar mucho tiempo en el galpón, ya que se aplica el principio de primeros en entrar, primeros en salir.
- Se optimiza el espacio en el galpón ya que se asignan áreas específicas para colocar los arroces, así se facilitan los despachos.
- Aumento en la satisfacción del cliente al despachar los arroces correctamente, cuidando el buen estado y la calidad.

3.9.4 Resumen de Beneficios

Tabla 18

Resumen de beneficios monetario

Actividad	Con Mejoras	Sin mejoras	Ahorro
Costo de Mantenimientos correctivos vs preventivos	\$ 10944	\$ 33766	\$ 22822
Pérdida por no coordinar adecuadamente almuerzos de personal y las piladas	\$ 0	\$ 1750	\$ 1750
TOTAL, AHORRO ANUAL			\$ 24572

La implementación de mejoras operativas permitirá un ahorro anual de \$24.572, evidenciando el impacto positivo de la prevención y la optimización en la coordinación del personal y de los procesos.

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- El presente trabajo cumplió con el objetivo general de diseñar una propuesta de optimización del proceso de pilado en una planta agroindustrial del sector arrocero, utilizando la herramienta Value Stream Mapping (VSM) bajo el enfoque Lean Manufacturing para mejorar la rentabilidad de la empresa.
- Se elaboró un VSM del estado actual que reflejó con precisión las condiciones reales del proceso productivo, identificando 12 horas y 20 minutos de tiempo no productivo en 10 días de observación, equivalentes al 81% más que en el escenario con mejoras.
- Se logró detectar y clasificar cuellos de botella como el bajo rendimiento en el proceso de pilado (43.9 sacas/h), atascamientos frecuentes en elevadores, reprocesos por arroz contaminado y descoordinación en turnos de almuerzo.
- Diseño de un VSM del estado futuro que incorporó propuestas como mantenimiento preventivo, sistema FIFO, turnos escalonados y cambio progresivo de modelo de negocio hacia pilado exclusivo de arroz propio.
- Implementación de un plan de acción estructurado, el cual permitió medir impactos positivos en indicadores clave: aumento de la productividad del movimiento de arroz en cáscara en un 36,6% en la segunda medición y 19,64% adicional en la tercera; incremento del proceso de pilado en 43% y luego 1,74%; y mejora del ensacado en 53,3% y posteriormente 3,91%.
- La implementación del VSM, el diagrama de Ishikawa y prácticas Kaizen evidenció que metodologías de bajo costo pueden generar resultados significativos. La productividad global aumentó en todos los subprocesos, se eliminaron los atascamientos y reprocesos originados por fallas mecánicas, y se redujo notoriamente

el tiempo muerto por demoras de clientes y mala coordinación del personal a la hora de trabajar.

- En términos diarios se incrementó la producción de 400 a 570 qq pilados, es decir, un aumento en la productividad del 23%.
- Las rutinas de mantenimiento y limpieza redujeron el desperdicio de arroz causado por fugas en pulidores, plansifters y clasificadoras, pasando de pérdidas visibles a mínimas cantidades controladas. El uso del sistema FIFO mejoró la rotación de inventarios y redujo el riesgo de contaminación, aunque persiste un remanente asociado a lotes antiguos aún en bodega.
- Enfoque metodológico integral, combinando análisis cuantitativo y cualitativo. Participación activa del personal operativo, fomentando el compromiso con las mejoras, lo cual nos llevó a resultados medibles y comparables gracias a las tres fases de estudio de tiempos.
- Persistencia del problema de reprocesos por lotes contaminados, cuya solución depende de cambios en políticas de almacenamiento de clientes. Además de restricciones de tiempo en la implementación de mejoras debido al plazo del proyecto, incluida la falta de inversión inmediata para ejecutar por completo el cambio de modelo de negocio hacia pilado exclusivo de arroz propio.

Este estudio demuestra que la eficiencia operativa en plantas de pilado puede mejorarse de forma significativa sin grandes inversiones. La clave reside en la gestión adecuada del tiempo, la estandarización de procesos, la eliminación de desperdicios y la capacitación del personal. Además, la metodología aplicada es replicable a otras áreas productivas y a diferentes sectores agroindustriales.

4.2 Recomendaciones

- Mantener y ampliar el plan implementado, registrando todas las intervenciones en fichas técnicas y evaluando mensualmente su cumplimiento. Esto permitirá prevenir paradas inesperadas y prolongar la vida útil de los equipos, reduciendo costos correctivos que pueden afectar por valores muy altos anuales por máquina crítica.
- Implementar un reglamento de almacenamiento para clientes, estableciendo tiempos máximos de permanencia del producto en bodega, condiciones de higiene obligatorias y cobros progresivos por almacenaje prolongado, además de complementar con campañas de capacitación sobre riesgos de contaminación.
- Diseñar un tablero de control en tiempo real (puede usarse Power BI) para registrar y visualizar productividad, tiempos muertos y desperdicios. Esto permitirá actuar de inmediato ante desviaciones y consolidar la cultura de mejora continua.
- Planificar la transición hacia el pilado exclusivo de arroz propio en un plazo no mayor a tres años, asegurando así contratos directos con agricultores locales para garantizar abastecimiento estable y de calidad. Esto reducirá la dependencia de terceros y mejorará la rentabilidad.
- Invertir en formación continua sobre Lean Manufacturing, seguridad industrial y buenas prácticas operativas. Esto asegurará que las mejoras implementadas se mantengan y evolucionen con el tiempo.
- Incorporar herramientas de análisis predictivo para anticipar fallas en equipos y desarrollar un sistema de trazabilidad digital de inventarios integrado con el sistema FIFO.

Referencias

- Aguilar Over, R. (2019). *Herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del Molino Castillo S.A.C. Lambayeque 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán].
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/5535>
- Avila Quispe, C. A., & Romero Chingay, D. A. (2022). Lean manufacturing como herramienta para aumentar la productividad en la empresa Piladora del Valle S.R.L. *Concordia: Revista de Administración y Educación*, 2(3), 10–17.
<https://doi.org/10.62319/concordia.v.2i3.9>
- Código de Trabajo. (2025, 16 de diciembre). Asamblea Nacional del Ecuador. Registro oficial Suplemento No. 167. <https://www.trabajo.gob.ec/codigo-de-trabajo/>
- Cruz Vásquez, Y., & Rivera Andonaire, L. F. (2017). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de la productividad del proceso de producción de arroz en la empresa Induamérica S.A.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5398>
- Delgado, B., & Dominique, D. (2021). *EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN*. Sangolqui: Tambara. Obtenido de https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Dirección Agrotey. (2025). *Agrotey nutrición vegetal y mejoradores de suelo*. Obtenido de Productividad en la agricultura: Mejora tu rendimiento con Agrotey:
<https://www.agrotey.com.mx/productividad-en-la-agricultura/#:~:text=a%20este%20tema.,Definici%C3%B3n%20y%20Significado,volumen%20m%C3%A1ximo%20de%20producci%C3%B3n%20alcanzado.>

Fernández, Y., & Olivos, K. (2023). *Propuesta del proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Cereales Lambayeque S.R.L. para incrementar la productividad la* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica del Perú].

<https://hdl.handle.net/20.500.12867/6946>

García Niquén, G. C. (2019). *MEJORA DE LA CALIDAD DEL ARROZ PILADO A TRAVÉS DE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS, USANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA MOLINO & CIA SEMPER S.A.C. LAMBAYEQUE - 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán].

<https://hdl.handle.net/20.500.12802/6486>

García, M., & Amador, A. (2019). *CÓMO APLICAR “VALUE STREAM MAPPING*.

Valencia: Glosas de innovación aplicadas a la pyme. Obtenido de

https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-4-1.pdf

González, V. H., Barcia, K., & Sabando-Vera, D. (2018). Modelo del Mapeo del flujo de valor – Value Stream Mapping (VSM) para la mejora de Procesos de Producción de empresa de Dulcería-Café. *Proceedings Of The 16th LACCEI International Multi-Conference For Engineering, Education, And Technology: “Innovation In Education And Inclusion”*, (pág. 1). Lima. doi:<https://doi.org/10.18687/laccei2018.1.1.283>

Harrington, H. (1991). *Business process improvement : the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. San José, California: McGraw-Hili, Inc.

Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnis e implantación*.

Escuela de Organización Industrial. Obtenido de

https://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf

- King, P. L., & King, J. s. (2015). *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation*. Boca Raton, Florida: CRC Press. Obtenido de https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781482247695_A37692487/preview-9781482247695_A37692487.pdf
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. [LORSA]. (2009, 5 de mayo). Asamblea Nacional del Ecuador. Registro Oficial Suplemento No. 583. <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas>
- Lopez, L., & Fonseca, W. (2016). *Planes de acción de la estrategia empresarial*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6876/1/18188.pdf>
- Llontop, M., & Abad, S. (2018). *Propuesta de mejoramiento de la productividad en los procesos del pilado de arroz en la empresa Piladora Doña Carmela aplicando las herramientas del lean manufacturing* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2196>
- Millán Niquen, V. R. (2024). *Mapa de flujo de valor del proceso productivo de pilado de arroz para mejorar la productividad*. [Tesis de licenciatura Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/8453>
- Najar, C., & Alvarez, J. (2007). *Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un*. Arequipa: Diseño y tecnología. Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10_n1/a05.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1234: Arroz pilado. (2014, diciembre). Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. <https://www.normalizacion.gob.ec/buscador/>
- Pozo, H. d. (2018). *CODIGO ORGANICO DE LA PRODUCCION, COMERCIO E INVERSIONES, COPCI*. QUITO: ASAMBLEA NACIONAL. Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu207710.pdf>

Apéndices

APÉNDICE A

Cursograma Analítico día 1: 23 de junio del 2025

Formato cursograma analítico											
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1		Resumen							
Objeto:				Actividad		Actual					
				Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz				Transporte							
				Espera							
Lugar: Galpon de piladora				Inspección							
				Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge				Distancia (m)		Pilada del mismo dueño					
				Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera					
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 23- 06-25		Costo							
				- Mano de obra - Material							
Total											
Descripción				Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada				106	0:36:00	15				X	Cliente no llegó a primera hora pero autorizó tirar
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)				106	2:55:00	20	X				A las 9:23 am empezó la pilada porque no llegaba el cliente
Ensacada de arroz				160	1:25:00	2	X				Empezaron a esta hora porque estaban haciendo arrobos para un pedido
Pesar derivados					0:03:00	5	X				metros entre ensacar, pesar y estibar arrocillo, rechazo
Pozo desocupado					0:52:00				X		durante este tiempo parte de la máquina queda prendida sin hacer nada
Colocar arroz del túnel 1 para 2da pilada				64	0:03:00	5				X	no se pudo tirar el arroz inmediatamente porque el personal de afuera se fue a
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)				64	1:30:00	20	X				
Ensacada de arroz				85	0:33:00	2	X				
Pesar derivados					0:04:00	5	X				Suma esta cantidad de
Colocar arroz de túnel 3 al pozo para 3era pilada				40	0:12:00	15				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)				40	1:35:00	20	X				
Ensacada de arroz				66,5	1:23:00	2	X				
Pesar derivados					0:06:00	5	X				Suma esta cantidad de

APÉNDICE B

Cursograma Analítico día 2: 24 de junio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 2		Hoja 2 de 10		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)				Pilado del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 24- 06-25		Costo					
				- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Colocar arroz del túnel 1 para 1era pilada		30	0:10:00	5	○ □ ▢ ▹ ▸ ▹ ▸				
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		30	1:16:00	20	X			a las 8:43 empezó a caer arroz pilado en tolva	
Ensacada de arroz		51	0:40:00	2	X				
Pesar derivados			0:03:00	5	X				
Colocar arroz del túnel 3 para 2da pilada		60	0:21:00	15			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		60	1:36:00	20	X			a las 9:48 empezó a caer arroz pilado a la tolva	
Ensacada de arroz		97	0:57:00	2	X				
Pesar derivados			0:03:00	5	X				
Colocar arroz del túnel 3 para 3ERA pilada		33	0:14:00	17			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		33	0:56:00	20	X			MISMO DUEÑO QUE 2DA PILADA	
Ensacada de arroz		47	0:30:00	2	X				
Pesar derivados			0:05:00	5	X				
Colocar arroz del túnel 3 para 4TA pilada		32	0:15:00	19			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		32	1:01:00	20	X			Empezó 20 min después de que ya se haya	
Esperar hasta que montacarquista desocupe			0:11:00			X			
Ensacada de arroz		53,5	0:24:00	2	X				
Pesar derivados			0:04:00	5	X				
Pozo desocupado			1:11:00			X		Se fueron a almorzar el equipo de afuera e hicieron un despacho con	
Colocar arroz del túnel 3 para 5ta pilada		106	0:26:00	23			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		106	2:11:00	20	X				
Ensacada de arroz		159,9	1:52:00	2	X				

APÉNDICE C

Cursograma Analítico día 3: 25 de junio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 3		Hoja 3 de 10		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge		Distancia (m)				Pilada del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de arroz/Demoras/espera			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 25-06- 25		Costo					
				- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones
					O	□	D	→	V
Colocar arroz del túnel 2 para		226	0:34:00	13				X	UN SOLO DUEÑO
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		226	5:16:00	20	X				
Ensacada de arroz		362	4:37:00	2	X				RESTADA HORA DE ALMUERZO
Pesar derivados			0:30:00	5	X				
Repaso de arroz (limpieza de impurezas)		62	1:00:00	20				X	Arroz almacenado desde mayo tenía plaga por lo que el cliente solicitó que se lo limpiaran para poder comercializar
Ensacada de arroz repasado		61	0:53:00	2				X	
			0:00:00						

APÉNDICE D

Cursograma Analítico día 4: 26 de junio del 2025

Formato cursograma analítico										
Diagrama Num: Hoja 4 de 10		Resumen								
Objeto:		Actividad			Actual					
		Operación								
Actividad: Pracera pilada de arroz		Transporte								
		Espera								
Lugar: Galpón de piladora		Inspección								
Operarios dentro del galpón: Grupo Jarque Operarios fuera: Grupo Moran		Almacenamiento								
		Distancia (m)			Pilada del mismo dueño					
		Tiempo (min-hombre)			Repracera de arroz/Demorar al repara					
Elaborado por: Evelyn Cartra - Mayeli Pereira		Fecha: 26-06- 25		* Cantidad respecta a actividad de enracada en cuenta en quintales (100lb) * Cantidad respecta a arroz colocada en paza y el pracera de piladora encuentra en racar bruto (225 lb)						
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
Colocar arroz del túnel 1		87	0:15:00	5					X	
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talva relectada)		87	1:49:00	20	X					alar 8:18 empieza a caer arroz en talva
Enracada de arroz		131,92	0:56:00	2	X					empiezan 10 minutos después de que haya terminada de caer arroz porque estaban
Parar derivadar			0:04:00	5	X					
Colocar arroz del túnel 1 para 2Da pilada		91	0:21:00	5				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talva relectada)		91	1:01:00	20	X					desde las 11:25 cae arroz en talva
Enracada de arroz		136,61	1:23:00	2	X					se fueran a comer y luego regresarán a terminar de racar arroz
Parar derivadar			0:09:00	5	X					primero se fueran a comer y no dejarán paradar las derivadar
Paza de dracupada			0:41:00				X			
Colocar arroz del túnel 2 para 3era pilada		114	0:34:00	10				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talva relectada)		114	2:33:00	20	X					14:50 empezó a caer arroz en talva
Enracada de arroz		172,22	2:30:00	2	X					
Parar derivadar			0:04:00	5	X					

APÉNDICE E

Cursograma Analítico día 5: 27 de junio del 2025

Formato cursograma analítico							
Diagrama Num:	Hoja 5 de 10	Resumen					
Objeto:	Actividad		Actual				
	Operación						
Actividad: Proceso pilado de arroz	Transporte						
	Espera						
Lugar: Galpon de piladora	Inspección						
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge	Almacenamiento						
	Distancia (m)		Pilada del mismo dueño				
	Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera				
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira	Fecha: 27-06- 25	* Cantidad respecto a actividad de ensacado se encuentra en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocado en pozo y el proceso de pilado se encuentra en sacas brutas (225 lb)					
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones
Colocar arroz del tunel 3	130	0:35:00	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado) Primer corte mezclo he hizo	130	1:50:00	20	X			empezó media hora tarde porque no se contactaba
Ensacada de arroz	132	1:30:00	2	X			a las 9am empezo a caer el tolva el arroz pilado
Pesar derivados		0:05:00	3	X			
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado) segundo corte mezclo he		0:22:00	20	X			
Ensacada de arroz	136	0:51:00	2	X			
Pesar derivados		0:06:00	5	X			
Colocar arroz del tunel 3	60	0:25:00	15			X	
Pilado de arroz	60	1:36:00	20	X			
Ensacar arroz	90	0:49:00	2	X			empiezan 1 hora después porque se fueron a almorzar
Pesar derivados		0:05:00	5	X			
Repasar arroz	100	1:17:00	20		X		
Ensacar arroz	100	0:49:00	2	X			
Pesar derivados		0:03:00	5	X			

APÉNDICE F

Cursograma Analítico día 6: 30 de junio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num:	Hoja 6 de 10	Resumen							
Objeto:	Actividad		Actual						
	Operación								
Actividad: Proceso pilado de arroz	Transporte								
	Espera								
Lugar: Galpón de piladora	Inspección								
Operar en: dentro del galpón: Grupo Marañ Operar en: fuera: Grupo Jarque	Almacenamiento								
	Distancia (m)		Pilado del mismo dueño						
	Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demorar en forpora						
Elaborado por: Evelyn Cartra - Mayeli Pereira	Fecha: 30-06- 25	* Cantidad respecto a actividad de enracadura en cuenta en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocada en paza y el proceso de pilado en cuenta en sacos brutos (225lb)							
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones
Colocar arroz del tunel 2 para 1ra pilada		50,00	0:10:00	10				X	
Pilado de arroz (desde elevar 1harta que cae en tolva relectada)		50	2:20:00	20	X				YA SE RESTARON LOS 22 MINUTOS DEL RETRASO
Se dañaron las mangueras del pulchador de agua			0:22:00				X		
Enracada de arroz		82	0:57:00	2	X				9:27 EMPEZO A CAER ARROZ A TOLVA
Colocar arroz del tunel 2 para 2da pilada		32	0:08:00	10				X	
Pilado de arroz (desde elevar 1harta que cae en tolva relectada)		32	1:00:00	20	X				11:45 EMPEZO A CAER EL SIGUIENTE ARROZ
Enracada de arroz		48,52	1:04:00	2	X				10 MIN DESPACHARON
Forar derivador			0:03:00	5	X				
Colocar arroz del tunel 2 para 3ra pilada		109	0:19:00	12				X	
Pilado de arroz (desde elevar 1harta que cae en tolva relectada)		109	2:00:00	20	X				12:06 EMPIEZA A CAER ARROZ
Enracada de arroz		154	1:21:00	2	X				RESTADA HORA DE COMIDA
Forar derivador			0:25:00	5	X				
Paza de racupada			0:37:00				X		PERSONAL SE FUE A ALMOZAR
Colocar arroz del tunel 2 para 4ta pilada		32	0:08:00	14				X	
Pilado de arroz (desde elevar 1harta que cae en tolva relectada)		32	0:57:00	20	X				15:04 CAYO ARROZ TOLVA
Enracada de arroz		44,1	0:24:00	2	X				
Forar derivador			0:08:00	5	X				
Colocar arroz del tunel 2 para 5ta pilada		72	0:14:00	16				X	
Pilado de arroz (desde elevar 1harta que cae en tolva relectada)		72	1:14:00	20	X				
Enracada de arroz		75	0:42:00	2	X				NO DESOCUPARON TODA LA TOLVA

APÉNDICE G

Cursograma Analítico día 7: 1 de julio del 2025

Formato cursograma analítico								
Diagrama Num:		Hoj 7 de 10		Resumen				
Objeto:		Actividad		Actual				
		Operación						
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte						
		Espera						
Lugar: Galpon de piladora		Inspección						
		Almacenamiento						
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)		Pilada del mismo dueño				
		Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera				
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 01-07- 25		* Cantidad respecto a actividad de ensacado se encuentra en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocado en pozo y el proceso de pilado se encuentra en sacas brutas (225 lb)				
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones
					○	□	▷	▽
Retrado por mala coordinación			1:10:00				X	El dueño no llegaba ni autorizaba tirar arroz a pozo
Colocar arroz del tunel 1 para 1ERA pilada		98	0:23:00	5			X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		98	3:03:00	20	X			10:16 EMPEZO A CAER ARROZ A TOLVA
Ensacada de arroz		145	1:55:00	2	X			ARROZ FERON
Pesar derivados			0:05:00	5	X			
Colocar arroz del tunel 1 para 2DA pilada		30	0:11:00	7			X	
Retraso en pilada			0:33:00			X		cliente llego tarde
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		30	0:51:00	20	X			
Ensacada de arroz		46,3	0:22:00	2	X			
Pesar derivados			0:04:00	5	X			
Colocar arroz del tunel 3 para 3ERA pilada		50	0:20:00	15			X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		50	1:50:00	20	X			
Ensacada de arroz		75	0:50:00	2	X			
Pesar derivados			0:05:00	5	X			

APÉNDICE H

Cursograma Analítico día 8: 2 de julio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num:		Hoja 8 de 10		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge		Distancia (m)				Pilado del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de arroz/Demoras/espera			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 02-07-25		* Cantidad respecto a actividad de ensacado se encuentra en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocado en pozo y el proceso de pilado se encuentra en sacas brutas (225 lb)					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones
Colocar arroz del tunel 3 para 1era pilada		32	####	15				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		32	1:13:00		X				Pilador llevo atrasado
Ensacado de arroz		45	####		X				9:17 empezó a caer el arroz
Pesar derivados			####		X				
Colocar arroz del tunel 3 para 2da pilada		51	####	17				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		51	1:28:00		X				10:02 cae arroz a tolva
Ensacado de arroz		76,5	1:21:00		X				
Pesar derivados			####		X				
Colocar arroz del tunel 3 para 3ERA pilada		107	####	19				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		107	1:40:00		X				11:56 EMPIEZA A CAER ARROZ EN TOLVA
Ensacado de arroz		147	1:04:00		X				RESTADA LA HORA DE ALMUERZO
Pesar derivados			####		X				
Repaso de arroz		200	####				X		LIMPIEZA DE ARROZ PARA VENTA
Ensacado de arroz		136	2:15:00		X				
Pesar derivados			####		X				


APÉNDICE I

Cursograma Analítico día 9: 3 de julio del 2025


Formato cursograma analítico								
Diagrama Num:		Hoja 3 de 10		Resumen				
Objeto:		Actividad		Actual				
		Operación						
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte						
		Espera						
Lugar: Galpon de piladora		Inspección						
		Almacenamiento						
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)		Pilada del mismo dueño				
		Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera				
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 03-07- 25		* Cantidad respecto a actividad de ensacado se encuentra en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocado en pozo y el proceso de pilado se encuentra en sacos brutos (225 lb)				
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones
Colocar arroz del tunel 2 en el pozo para 1era pilada		230	0:40:00				X	
Colocar arroz del tunel 2 en el pozo para 2da pilada		130	0:25:00	X				
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		360,00	5:35:00	X				RESTADO ATRASO
Demora porque se atora elevador			0:20:00			X		Se debe dejar salir el arroz que se acumuló y para para que no siga pasando más arroz y se riegue, luego se debe recoger con pala y volver a poner en el pozo lo que se ha regado
Ensacado de arroz		529,2	7:45:00	X				RESTADA HORA DE ALMUERZO
Pesar derivados			0:20:00	X				

APÉNDICE J

Cursograma Analítico día 10: 4 de julio del 2025

Formato cursograma analítico								
Diagrama Num:	Hoja 10 de 10	Resumen						
Objeto:	Actividad			Actual				
	Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz	Transporte							
	Espera							
Lugar: Galpon de piladora	Inspección							
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge	Almacenamiento							
	Distancia (m)			Pilada del mismo dueño				
	Tiempo (min-hombre)			Reproceso de arroz/Demoras/espera				
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira	Fecha: 04/07/2025	* Cantidad respecto a actividad de ensacado se encuentra en quintales (100lb) * Cantidad respecto a arroz colocado en pozo y el proceso de pilado se encuentra en sacas brutas (225 lb)						
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo 				Observaciones
Colocar arroz del tunel 1 al pozo para 1era pilada	72	0:10:00	5				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	72	2:26:00	20	X				9:10 empezo a caer arroz a tolva
Ensacada de arroz	115	1:20:00	2	X				
Pesar derivados		0:05:00	5	X				
Colocar arroz del tunel 1 al pozo para 2da pilada	50	0:05:00	6				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	50	0:48:00	20	X				10:35 empezó a caer el arroz
Ensacada de arroz	75	0:45:00	2	X				
Pesar derivados		0:05:00	5	X				
Colocar arroz del tunel 3 al pozo para 3era pilada	124	0:23:00	15				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	124	1:50:00	20	X				
Ensacada de arroz	181	1:40:00	2	X				
Pesar derivados		0:08:00	5	X				

APÉNDICE K

Contrato de maquinaria de piladora


CONTRATO

A : SR. JULIO CASTRO BARZOLA
CI 0917465932
PUENTE LUCIA

QUE HACE : IMPORTADORA CCW
KM 42.5 VIA DAULE

DE : EQUIPOS PARA PILADORA 800Q/HORA

FECHA : 12 ABRIL DEL 2022

De mis consideraciones:
En relación a su requerimiento realizado a nuestra empresa, tenemos el agrado de cotizar lo siguiente:

CANT	NOMBRE	MODELO	CAPACIDAD	HP	PRECIO	TOTAL
1	PRELIMPIA VIBRATORIA MARCA HEXI	TQLZ 125X2	6-8t/h	2	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
1	SACAPIEDRA MARCA CLI	TQLZ 125A	7-8	1.5	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
	DESCASCARADOR NEUMATICO MARCA CLI	MSLQ25	3-4t/h	10	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
1	MESA PADDY MARCA CLI	MGC214C	3.8-5.	3	\$ 9.000,00	\$ 9.000,00
2	PULIDOR HORIZONTAL CLI	MMSW21.5F	3-4.5	50	\$ 10.000,00	\$ 20.000,00
1	POLICHADOR 19X2 MARCA CLI	MPGH19X2	2-4	75	\$ 17.000,00	\$ 17.000,00
1	CHOCOLATERA - PLASIFTER 4 PISOS	MMFX125X4	4.4	8	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
					TOTAL 1	\$ 82.000,00
	GASTOS EXTRAS INSTALACION:					
1	ELEVADOR DE 13 METROS	TDTG2018	6t/h	2	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
3	ELEVADORES 8 METROS	TDTG2018	6t/h	2	\$ 2.300,00	\$ 6.900,00
4	ELEVADORES 8 METROS	MS-6T	6t/h	1.5	\$ 2.300,00	\$ 9.200,00
2	VALVULAS (AIR LOCK)	12L		1	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
1	TURBINAS 20HP (POLVO-SACAPIEDRA)	4-72-4C	20HP	10	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	TURBINA POLVILLO 30HP	4-72-4C	30HP	30	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
					TOTAL 2	\$ 29.100,00
1	SELECTORA MEYER 6	GLOBAL 6	30		\$ 60.000,00	\$ 60.000,00

APÉNDICE L

*Plan de mantenimiento y limpieza***PLAN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Actividad	Equipo	Frecuencia	Responsable	Herramientas/Materiales	Observaciones
Limpieza interna y externa	Todos	Semanal	Operador y 3 cuadrilla (a los que le toque adentro)	Aire comprimido, cepillos	Durante los sábados
Verificar tensión de bandas y estado de cangilones	Elevadores	Trimestral	Operador	Caja de herramientas	Prioridad: ELEV-8 y ELEV-9
Cambio de bandas	Elevadores	Depende de anterior actividad ¹	Operador y 3 cuadrilla (a los que le toque adentro)	Bandas, espátulas, taladro atornillador	Depende del diagnóstico de la tensión de bandas
Mantenimiento de selectora	Selectora	Anual	Especialista en selectoras electrónica	Por contrato	Evitar obstrucciones
Alineación de poleas	Elevadores	Trimestral	Operador	Nivel	Reduce desgaste prematuro
Mantenimiento de motores	Todos	Anual	Electricista / operador	Por contrato ²	Planificar para sábados y domingos
Revisión de zaranda y cribas	Zaranda, plansifter	Mensual	Operador	Caja de herramientas	Cambiar si hay perforaciones

¹ El cambio en las bandas se realizará solo si el diagnóstico de las bandas indica que los templadores llegaron a su máximo de tensión.

² En la ficha técnica se encuentran especificadas las actividades que son rutinarias y que puede realizarlas el operador por su cuenta.

APÉNDICE M

Ficha técnica de mantenimiento de motores

FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO - MOTORES

DATOS GENERALES

Nombre del equipo: Motor eléctrico

Ubicación: _____

Potencia: _____ HP

Fecha de instalación: mayo 2023

Responsable asignado: Operador

FUNCIÓN DEL EQUIPO

Proporcionar energía mecánica para el funcionamiento de equipos de la línea de pilado.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

N.º	Actividad	Frecuencia	Método	Responsable
1	Limpieza externa del motor	Anual	Visual / Manual	Electricista
2	Inspección de conexiones eléctricas	Anual	Visual / Manual	Electricista
3	Cambio de rodamiento	Anual	Visual / Manual	Electricista
4	Verificación de ruidos o vibraciones	Diario	Visual / Manual	Operador
5	Medición de temperatura operativa	Solo si jornada >8h	Visual / Manual	Operador
6	Lubricación de chumacera	Bimestral	Visual / Manual	Operador
7	Mantenimiento de caja reductora	Anual	Manual	Electricista

REGISTRO DE MANTENIMIENTOS

Fecha	Actividad Realizada	Firma Responsable	Observaciones

REPUESTOS Y MATERIALES CRÍTICOS

- Pistola engrasadora
- Multímetro

- Grasa de temperatura SKF
- Herramientas de ajuste

- Cepillos o trapos de limpieza

APÉNDICE N

*Ficha técnica de limpieza interna y externa***FICHA TÉCNICA: LIMPIEZA INTERNA Y EXTERNA**

Equipo	Todos
Frecuencia	Semanal (sábados)
Responsable	Operador y 3 cuadrilla (a los que le toque adentro)
Herramientas/Materiales	Aire comprimido, cepillos

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Máquina	Responsable	Status (señalar cuando finalice)	Fecha
Elevadores			
Zaranda			
Sacapedras			
Descascarador			
Mesa Paddy			
Pulidor			
Polichador			
Plansifter			
Clasificadora de grano			
Cilindros			
Selectora Electrónica			

Observaciones:

APÉNDICE Ñ

Ficha técnica: verificar tensión de bandas y estado de cangilones

FICHA TÉCNICA: VERIFICAR TENSIÓN DE BANDAS Y ESTADO DE CANGILONES

Equipo	Elevadores
Frecuencia	Trimestral
Responsable	Operador
Herramientas/Materiales	Caja de herramientas
Observaciones	Prioridad: ELEV-8 y ELEV-9

Elemento	Responsable	Status	Fecha
Banda	Operador		
Cangilón	Operador		

Observaciones (indiciar el número de elevador en el que se encuentra desgastada la banda): _____

APÉNDICE O

Ficha técnica: Cambio de bandas

FICHA TÉCNICA: CAMBIO DE BANDAS

Equipo	Elevadores
Frecuencia	Según diagnóstico de tensión
Responsable	Operador y 3 cuadrilla (a los que le toque adentro)
Herramientas/Materiales	Bandas, espátulas, taladro atornillador
Observaciones	Depende del diagnóstico de la tensión de bandas

Elemento	Responsable	Status	Fecha
Banda	Operador		
Cangilón	Operador		

Observaciones: _____

APÉNDICE P

Alineación de poleas

FICHA TÉCNICA: ALINEACIÓN DE POLEAS

Equipo	Elevadores
Frecuencia	Trimestral
Responsable	Operador
Herramientas/Materiales	Nivel
Observaciones	Reduce desgaste prematuro

Número de elevador	Responsable	Status	Fecha
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Observaciones: _____

APÉNDICE Q

Ficha técnica para revisión de zaranda y cribas

FICHA TÉCNICA: REVISIÓN DE ZARANDA Y CRIBAS

Equipo	Zaranda, plansifter
Frecuencia	Mensual
Responsable	Operador
Herramientas/Materiales	Caja de herramientas
Observaciones	Cambiar si hay perforaciones

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Máquina	Responsable	Status (señalar cuando finalice)	Fecha
Plansifter	Operador		
Zaranda	Operador		

Observaciones: _____

APÉNDICE R

Formato de agendamiento de turnos para pilado

AGROINDUSTRIA ARROCERA XXX – AGENDA DE TURNOS DE PILADO

Fecha: 14/07/25

Responsable de agendamiento: Nancy C

Hora del Turno	Nombre del Agricultor	Teléfono de Contacto	Cantidad (qq)	Tipo de Arroz	Confirmado (✓/X)	Observaciones
8:00	César Robles	984593882	120	09	✓	llegó a las 8:30
10:00	Berto Romero	0994412220	50	011	✓	Dijo que podían ir juntos
11:00	Jorge Tutuam	097008257	100	011	✓	
13:00	Hector Vallejo	0979006373	100	09	✓	
16:00	Eulogio Herrera	0960233138	100	impacto	X	No calumbró

APÉNDICE S

Cursograma analítico muestra 2 día 1: 14 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico

Diagrama Num:1	Hoja Núm:1 de 1	Resumen							
Objeto:		Actividad			Actual				
		Operación							
		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpón de piladora		Inspección							
Operar en dentro del galpón: Grupo Moran Operar en fuera: Grupo Jarque		Almacenamiento							
		Distancia (m)			Pilada del mismo dueño				
		Tiempo (min-hombre)			Reprocesa de arroz/Demorar en espera				
Elaborada por: Evelyn Cartra - Nayeli Pereira	Fecha: 14-07- 25	Corta							
		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo				Observaciones
Espera por cliente que no llegaba			0:35:00			X			cuando lo avisaron dije que iría a la hora
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada		120	0:40:00	15			X		Este tiempo toma en abrir la puerta del túnel, etc
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talvarelectada)		120	1:55:00	20	X				
Enracada de arroz		168	1:40:00	2	X				
Parar derivador			0:08:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 3 para 2da pilada		50	0:10:00	17			X		NOLLEGO A TIEMPO PERO AUTORIZÓ IR AVANZANDO
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talvarelectada)		50	1:02:00	20	X				
Enracada de arroz		75	0:55:00	2	X				
Parar derivador			0:05:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 3 para 3era pilada		100	0:25:00	19			X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talvarelectada)		100	1:38:00	20	X				
Enracada de arroz		155	1:20:00	2	X				
Parar derivador			0:06:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 1 para 4ta pilada		100	0:16:00	5			X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en talvarelectada)		100	1:35:00	20	X				
Enracada de arroz		145	1:12:00	2	X				
Parar derivador			0:07:00	5	X				

APÉNDICE V

Cursograma analítico muestra 2 día 4: 17 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 4 de		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)				Pilada del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 17-07- 25		Costo					
				- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo ○ □ ▢ ▹ ▸ ▽				Observaciones
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		240	5:17:00	20	X				Arroz se dejo puesto en pozo el miercoles
Ensacada de arroz		360	5:30:00	2	X				
Pesar derivados			0:30:00	5	X				
Colocar en pozo arroz túnel 2 (de los dueños)		130	0:25:00	15			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		130	2:20:00	20	X				
Ensacada de arroz		185	1:05:00	2	X				
Pesar derivados			0:05:00	5	X				

APÉNDICE W

Cursograma analítico muestra 2 día 5: 18 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico										
Diagrama Num: 1		Hoja N°m 5 de		Resumen						
Objeto:		Actividad			Actual					
		Operación								
Actividad: Proceso pilada de arroz		Transporte								
		Espera								
Lugar: Galpón de piladora		Inspección								
		Almacenamiento								
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jarque		Distancia (m)			Pilada del mismo dueño					
		Tiempo (min-hombre)			Reproceso de arroz/ Demorar/ espera					
Elaborado por: Evelyn Cartra - Mayeli Porcira		Fecha: 18-07- 25		Carta						
				- Mano de obra						
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
					○	□	▢	△	▽	
Llegar tarde cliente			0:35:00				X			
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada		25	0:08:00	15				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva recolectada)		37	0:49:00	20	X					
Enracada de arroz		37	0:30:00	2	X					
Parar derivador			0:05:00	5	X					
Colocar arroz de túnel 3 para 2da pilada		77	0:13:00	16				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva recolectada)		77	1:12:00	20	X					
Enracada de arroz		130	0:45:00	2	X					
Parar derivador			0:09:00	5	X					
Colocar arroz de túnel 3 para 3era pilada		72	0:12:00	18				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva recolectada)		72	1:07:00	20	X					
Enracada de arroz		108	1:00:00	2	X					
Parar derivador			0:08:00	5	X					
DEMORA PORQUE TARDO CLIENTE			0:40:00				X			MÁQUINA ENCENDIDA SIN HACER NADA
Colocar arroz de túnel 3 para 4ta pilada		64	0:15:00	20				X		
Pilada de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva recolectada)		64	0:55:00	20	X					
Enracada de arroz		93	0:42:00	2	X					
Parar derivador			0:06:00	5	X					

APÉNDICE X

*Acuerdo de compromiso entre cliente y empresa para cumplimiento de turnos***ACUERDO DE COMPROMISO OPERATIVO PARA EL PILADO DE ARROZ**

Fecha de emisión: ____ / ____ / ____

DATOS DEL CLIENTE:

- Nombre completo: _____
- Cédula o RUC: _____
- Teléfono de contacto: _____
- Nombre del producto (tipo de arroz): _____
- Cantidad (sacas/quintales): _____

COMPROMISO DE CUMPLIMIENTO DE TURNO

Yo, _____, identificado con cédula/RUC N.º _____, me comprometo a cumplir estrictamente con el horario previamente acordado para el proceso de pilado del arroz en las instalaciones de la agroindustria.

Declaro haber sido informado/a de que:

1. El proceso de pilado se realiza mediante programación de turnos, los cuales deben respetarse rigurosamente para garantizar la eficiencia operativa.
2. En caso de **no presentarme puntualmente** en el turno asignado o no autorizar el inicio del proceso en el tiempo acordado, el personal de la agroindustria **intentará contactarme inmediatamente**.
3. Si en un plazo prudente no se logra ubicarme, la agroindustria **se reserva el derecho de contactar al siguiente cliente en turno** para proceder con su pilado, a fin de no generar interrupciones en la producción.
4. En caso de no encontrarse disponible ningún otro cliente y a fin de **no detener el proceso**, se procederá con la pilada del arroz que esté disponible en las tolvas o áreas de carga, según criterio operativo del responsable de planta.
5. Acepto que este mecanismo es necesario para evitar tiempos muertos que afecten la operatividad general y el cumplimiento con otros clientes.

FIRMA DE CONFORMIDAD

Declaro haber leído, comprendido y aceptado los términos de este acuerdo.

Firma del cliente: _____

Nombre completo: _____

Firma responsable de la agroindustria: _____

Nombre: _____

Cargo: _____

APÉNDICE Y

Cursograma analítico muestra 3 día 1: 21 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de		Resumen					
Objeto:		Actividad			Actual				
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)			Pilada del mismo dueño				
		Tiempo (min-hombre)			Reproceso de				
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 21-07- 25		Costo					
				- Mano de obra - Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Simbolo ○ □ ▽ ▽ ▽ ▽ ▽				Observaciones
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada		150	0:40:00	15				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		250	5:33:00	20	X				
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada (continuaci		100	0:30:00	18	X				
Ensacada de arroz		380	4:50:00	2	X				
Pesar derivados			0:20:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 1 para 2da pilada		77	0:15:00	7				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)		77	1:15:00	20	X				
Ensacada de arroz		123,5	0:45:00	2	X				
Pesar derivados			0:04:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 1 para 3era pilada		36	0:08:00	8				X	
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que		36	0:45:00	20	X				
Ensacada de arroz		54	0:22:00	2	X				
Pesar derivados			0:03:00	5	X				

APÉNDICE Z

Cursograma analítico muestra 3 día 2: 22 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico

Diagrama Num: 1	Hoja Núm 2 de 5	Resumen				
Objeto:		Actividad		Actual		
		Operación				
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte				
		Espera				
Lugar: Galpon de piladora		Inspección				
		Almacenamiento				
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge		Distancia (m)		Pilada del mismo dueño		
		Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera		
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira	Fecha: 22-07- 25	Costo				
		- Mano de obra				
		- Material				
		Total				
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones
Colocar arroz de túnel 1 para 1era pilada	108	0:20:00	9	○ □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	108	1:11:00	20	X		
Ensacada de arroz	156,5	1:03:00	2	X		
Pesar derivados	84	0:04:00	5	X		
Colocar arroz túnel 2 para 2da pilada	84	0:15:00	10	X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	84	0:40:00	20	X		
Ensacada de arroz	126	0:45:00	2	X		
Pesar derivados		0:03:00	5	X		
Colocar arroz túnel 2 para 3era pilada	150	0:25:00	12	X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	150	1:40:00	20	X		
Ensacada de arroz	214,5	1:35:00	2	X		
Pesar derivados		0:05:00	5	X		
Repaso de arroz	150	2:20:00		X		

APÉNDICE AA

Cursograma analítico muestra 3 día 3: 23 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico

Diagrama Num: 1	Hoja Núm 3 de 5	Resumen				
Objeto:		Actividad		Actual		
		Operación				
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte				
		Espera				
Lugar: Galpon de piladora		Inspección				
		Almacenamiento				
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)		Pilada del mismo dueño		
		Tiempo (min-hombre)		Reproceso de arroz/Demoras/espera		
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira	Fecha: 23-07- 25	Costo				
		- Mano de obra				
		- Material				
		Total				
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones
Colocar arroz de túnel 3 para 1era pilada	234	0:08:00		○ □ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	234	5:15:00		X		
Ensacada de arroz	356	5:05:00		X		
Pesar derivados		0:04:00		X		
Colocar arroz de pared al pozo	35	0:15:00		X		DEJARON EN PARED
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	35	0:35:00		X		
Ensacada de arroz	52	0:28:00		X		
Pesar derivados		0:03:00		X		
Colocar arroz de túnel 1 para 1era pilada	135	0:15:00	5	X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae en tolva selectado)	135	1:10:00		X		
Ensacada de arroz	210,6	1:06:00		X		
Pesar derivados		0:07:00		X		

APÉNDICE AB

Cursograma analítico muestra 3 día 4: 24 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 4 de 5		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Moran Operarios fuera: Grupo Jorge		Distancia (m)				Pilada del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de arroz/Demoras/espera			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 24-07- 25		Costo					
				- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Colocar arroz de túnel 1 para 1era pilada		108	0:10:00	7					
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae		108	1:55:00	20	X				
Ensacada de arroz		169	0:55:00	2	X				
Pesar derivados			0:05:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 2 para 2da pilada		250	0:40:00	10			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae		250	5:20:00	20	X				
en tolva selectado)		396	5:00:00	2	X				
Ensacada de arroz			0:30:00	5	X				
Pesar derivados									

APÉNDICE AC

Cursograma analítico muestra 3 día 5: 25 de Julio del 2025

Formato cursograma analítico									
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 5 de 5		Resumen					
Objeto:		Actividad				Actual			
		Operación							
Actividad: Proceso pilado de arroz		Transporte							
		Espera							
Lugar: Galpon de piladora		Inspección							
		Almacenamiento							
Operarios dentro del galpón: Grupo Jorge Operarios fuera: Grupo Moran		Distancia (m)				Pilada del mismo dueño			
		Tiempo (min-hombre)				Reproceso de arroz/Demoras/espera			
Elaborado por: Evelyn Castro - Nayeli Pereira		Fecha: 25-07- 25		Costo					
				- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
Colocar arroz de túnel 1 para 1era pilada		110	0:15:00	8					
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae		110	2:05:00	20	X				
Ensacada de arroz		176	1:35:00	2	X				
Pesar derivados			0:05:00	5	X				
Colocar arroz de túnel 3 para 2DA pilada		270	0:30:00	18			X		
Pilado de arroz (desde elevador 1 hasta que cae		270	5:52:00	20	X				
en tolva selectado)		432	4:50:00	2	X				
Ensacada de arroz			0:15:00	5	X				
Pesar derivados									