

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



**Propuesta de mejora del proceso de pilado en la Compañía Arrocera
San Nicolás S.A.C. para incrementar su productividad**

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

AUTOR

Yahaira Anjelic Vargas Siesquen

ASESOR

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2025

**Propuesta de mejora del proceso de pilado en la Compañía
Arrocera San Nicolás S.A.C. para incrementar su
productividad**

PRESENTADA POR
Yahaira Anjelic Vargas Siesquen

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Marcos Gregorio Baca Lopez
PRESIDENTE

Rocio Del Carmen Leon Castro De Quispe
SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
VOCAL

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por permitir que sucedan todas las oportunidades que han forjado mi
toda mi vida.

A mis padres, por darme educación y los medios necesarios para poder lograr mis metas
personales y profesionales.

A mi abuela, por ser un pilar importante en mi vida.

Agradecimientos

Agradecimiento a Dios, por permitirme haber logrado mis metas.

A mis padres, por inculcarme valores que me hacen una mejor persona, por nunca dejarme
sola y ser mi fortaleza para seguir siendo perseverante

A mi hermano, por sus consejos brindados.

A mi asesor, Oscar Gervasi Vásquez, por su apoyo, paciencia, y acompañamiento brindado
durante todo el proceso.

Propuesta de mejora del proceso de pilado en la Compañía Arrocera San Nicolás S. A. C. para incrementar su productividad.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

20% INDICE DE SIMILITUD	19% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	5% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos.....	13
Resultados y discusión.....	14
Conclusiones.....	36
Recomendaciones.....	37
Referencias	38
Anexos.....	40

Resumen

La investigación se centra en mejorar el proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C. para aumentar su productividad. El objetivo general fue incrementar la capacidad productiva, lo que se logró mediante dos propuestas clave: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y el reemplazo de la máquina de secado. La metodología incluyó un diagnóstico del proceso de pilado basado en visitas a la empresa, entrevistas a los trabajadores y análisis de los tiempos de ciclo. Entre los principales resultados se identificaron una baja eficiencia física del 56.27% y 269 fallas en la maquinaria que generaron 1 146,2 horas de inactividad. Tras la implementación de las mejoras, la productividad diaria aumentó de 713 a 971 sacos de arroz pilado, mejorando la eficiencia al 63.08%. Asimismo, se proyecta un incremento anual del 18.45% en ingresos, con una ganancia de S/476,324.32 en el primer año. El proyecto es viable económicamente, con un Valor Actual Neto (VAN) de S/965,260.66 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 98.80%.

Palabras clave: Pilado de arroz, productividad, mantenimiento preventivo, optimización de procesos.

Abstract

The research focuses on improving the rice milling process at Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C. to increase its productivity. The general objective was to enhance production capacity, which was achieved through two key proposals: the implementation of a preventive maintenance plan and the replacement of the drying machine. The methodology included a diagnosis of the milling process based on company visits, interviews with workers, and cycle time analysis. Among the main results, a low physical efficiency of 56.27% and 269 machinery failures, leading to 1 146,2 hours of downtime, were identified. After the improvements were implemented, daily productivity increased from 713 to 971 sacks of milled rice, raising efficiency to 63.08%. Additionally, an annual income increase of 18.45% is projected, with a profit of S/476,324.32 in the first year. The project is economically viable, with a Net Present Value (NPV) of S/965,260.66 and an Internal Rate of Return (IRR) of 98.80%.

Keywords: Rice milling, productivity, preventive maintenance, process optimization.

Introducción

El arroz es el segundo cereal más consumido a nivel mundial, con los principales países productores y consumidores se encuentran aquellos que conforman el continente de Asia. Según la FAO, la producción mundial el último periodo 2023-2024 desde el mes de Julio se ha reducido en 500 000 toneladas, haciendo que solo se produzcan 523,2 millones de toneladas de arroz, estas cifras siguen siendo mayores en comparación a los niveles reducidos en el periodo anterior del 2022-2023. [1]

Con respecto a América tenemos que, los países como Colombia y Nicaragua pueden presentar hasta tres campañas de cosecha al año, mientras que Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela pueden hacer dos campañas de cosecha; y, por otro lado, los países como Argentina, Brasil, Chile y Ecuador poseen una sola campaña. [2]

De acuerdo con el USDA en agosto de 2022, Perú ocupó el puesto número veinte en el ranking mundial de producción de arroz pilado, con 2.5 millones de toneladas, a pesar de la baja en la producción nacional. [3] Pues, se produce arroz en dieciocho departamentos peruanos, de los cuales se destacan San Martín, Amazonas, Piura, La Libertad y Lambayeque con 24,1%, 14,6%, 12,4%, 10,3% y 10,2% respectivamente, estos resultados son porque en 2019 la producción de Lambayeque cae en un 32,6%. [4]

Según estadísticas del MIDAGRI, el cultivo de arroz en el Perú representa más del 4,5% del PIB agrícola, el 7,7% del PIB agrícola nacional y el 18,3% de la superficie agrícola total del país. La productividad es, por tanto, un factor fundamental, ya que cualquier problema relacionado a la productividad va a influir tanto en la empresa y el PBI. Por esta razón, es fundamental trabajar constantemente en la mejora de la productividad para incrementar la rentabilidad, ya que esta es el resultado de las acciones que se implementen para alcanzar dicho objetivo.

Como sabemos, el Perú es un gran productor de arroz a nivel nacional y la zona norte es la que destaca más, por esta razón, es que se pueden encontrar diversos molinos dedicados al pilado de arroz, uno de ellos es la Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C., con RUC 20606748028, y está ubicada en el kilómetro 778 Carretera Panamericana norte en región de Lambayeque. Esta planta tiene una capacidad de pilar 80 sacos de 50 kilogramos por hora.

Al realizar visitas a la planta, se evidencia distintas problemáticas tanto en el área administrativa y en especial en el área específica de producción, las cuales son, falta de mantenimiento de las máquinas, déficit en la distribución de las máquinas puesto que se encuentran juntas, provocando así difícil movilización de los operarios de la planta; también se

puede observar que los operarios cuentan con escaso material de seguridad para realizar su trabajo, dejando así gran posibilidad de accidentes.

Otra problemática importante es la falta de tecnología para evaluar el rendimiento del arroz blanco y sus subproductos durante el proceso de pilado, lo que obliga a esperar hasta la finalización del proceso para realizar ajustes en las máquinas de selección. Esto afecta negativamente la productividad de la empresa. Actualmente, la eficiencia de aprovechamiento de la materia prima es del 56.27%, un valor inferior al óptimo, por lo que es necesario implementar mejoras tecnológicas para optimizar el proceso y lograr mayores niveles de eficiencia. Según Barei y Mirzaei, la productividad es el resultado de aplicar eficientemente todos los recursos de la empresa en su proceso productivo, lo que permite alcanzar un rendimiento máximo.[5]

Es así como el presente trabajo de investigación tiene justificación económica porque al proponer mejoras para incrementar la productividad, permitirá a la empresa aumentar sus ingresos, debido a la mejora de su proceso también influirá en los indicadores actuales, también tiene justificación social ya que este contribuye a que los trabajadores obtengan mayor retribución económica y los clientes reciban un mejor producto. Y desde el punto de vista académico, será de gran ayuda para que quienes deseen revisarlo como antecedente académico y observen como se aplica el estudio de tiempos en la mejora de procesos productivos en una empresa real y contengan las variables de su interés de estudio.

Finalmente, teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado es que se plantea de siguiente interrogante ¿Cómo mejorar el proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C. para incrementar su productividad? A partir de esto se plantea como objetivo general mejorar el proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C. para incrementar su productividad. Por ellos, el primer objetivo específico es diagnosticar el proceso de pilado de arroz, el segundo es proponer mejora del proceso de pilado de arroz y finalmente evaluar económica y financieramente.

Revisión de literatura

En [6] Muñoz realiza su investigación en una empresa molinera, al realizar el diagnóstico, determinó indicadores de productividad de materia prima, mano de obra, eficiencia y capacidad, mediante el estudio de tiempos; a partir de ello un análisis encontró: baja eficiencia del proceso de pilado de arroz, tiempo ocioso y fallas en la maquinaria, debido a los problemas mencionados propuso adquirir nueva tecnología para la etapa de secado para reducir cuellos de botella, disminuir los tiempos ociosos y proteger la calidad de grano de manera controlada. Es así como la implementación de la propuesta aumenta la productividad de la empresa en 46,88%, pues la eficiencia de la etapa del secado incrementa en 12,78% y el tiempo de ciclo total se reduce en 66,64%.

En el artículo [7] A. Muñoz realizó los estudios en una fábrica, la cual presentó deficiencias como cuellos de botella, demora en áreas de despacho entre otras, por ello, como objetivo se plantearon la mejora continua. Se realizó registro de las actividades, examinaron los métodos empleados mediante la observación indirecta, revisión bibliográfica, entrevistas al personal encargado y hallaron indicadores como la eficiencia de sus equipos. Como resultados, se comprobó que, al disminuir los tiempos de operación, la productividad aumenta o viceversa, por otro lado, hay relación directa entre la productividad y el mantenimiento preventivo.

En su investigación, Najjar y Álvarez [8] se propusieron mejorar la eficiencia del proceso de producción de arroz mediante la implementación de nuevas tecnologías y una gestión más eficaz de la energía. Como resultado de estas medidas, lograron reducir significativamente el tiempo de producción en un 93,7% y el tiempo de secado en un 98,7%. Este logro subraya la efectividad de su enfoque metodológico en el diseño y aplicación del horno, permitiendo así una comparación clara de los tiempos de reducción alcanzados.

I. Nnanna y J.E. Arua [9] en su estudio realizado en un molino de arroz en Ikwo, estado de Ebonyi, se enfocaron en aumentar las ganancias a largo plazo mediante la reducción de operaciones sin valor agregado y la adopción de un nuevo proceso para una actividad específica. Para ello, comenzaron identificando y analizando los cuellos de botella en la producción, lo que permitió reducir el contenido de trabajo, como resultado, se logró disminuir el tiempo de producción, lo que derivó en una mejora del 14,29% en la productividad general de la empresa. Además, se redujo en un 25,41% el contenido de trabajo por tonelada de arroz, lo que evidenció un impacto positivo en la eficiencia operativa, mejorando tanto la productividad como la eficiencia global de la empresa.

Sheen, Saflor y Noroña [10] realizaron un estudio en Filipinas sobre las prácticas de mantenimiento en la producción mecanizada de arroz, con el objetivo de identificar las causas de los altos costos operativos y las frecuentes averías. Mediante encuestas, entrevistas, regresión y análisis factorial, determinaron que factores como la extensión de las tierras y el tamaño de los equipos influían en el mantenimiento. Los resultados mostraron que los costos operativos superaban los estándares gubernamentales, el desempeño de los equipos era deficiente y los gastos mensuales en mantenimiento oscilaban entre 1001 y 3000 pesos. Como conclusión, propusieron implementar estrategias basadas en el modelo TPM, lo que podría aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la adaptabilidad del sector agrícola.

Guillén y Depaz [11] analizaron la influencia del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la eficiencia productiva de empresas industriales, mediante una revisión sistemática de 30 artículos seleccionados con criterios específicos. El estudio demostró que el TPM mejora la operación de los equipos, la calidad del producto final y la productividad empresarial, aunque enfrenta desafíos como altos costos de implementación y resistencia cultural. Los resultados evidenciaron un aumento significativo en la productividad y una reducción de los tiempos muertos. Concluyeron que el TPM es una herramienta esencial para optimizar los procesos productivos e incrementar la competitividad de las empresas industriales.

Ventura y De la Cruz [12] llevaron a cabo un estudio con enfoque cuantitativo para evaluar y mejorar la productividad a través de un análisis preventivo estructurado antes y después de la implementación de mejoras. Utilizaron herramientas como el diagrama de causa y efecto, diagramas de flujo, estudio de procesos (DAP) y cuestionarios, además de observaciones directas y entrevistas con los trabajadores. Como resultado, la productividad aumentó un 19,90%, pasando de 0,31 en 2021 a 0,37 en 2022. Además, se redujeron las actividades no productivas del 56,25% al 27,27%, y se optimizaron los flujos de trabajo mediante ajustes en las técnicas de procedimiento y el diseño de las estaciones de trabajo. Concluyeron que los cambios organizados y planificados conducen a procesos más ágiles y tienen el potencial de seguir mejorando la productividad a largo plazo.

Cuzquen [13] se centró en diseñar un plan de mantenimiento para la maquinaria con el objetivo de reducir el tiempo perdido durante la producción. La investigación, de tipo aplicada-descriptiva con enfoque cuantitativo, combinó el plan de mantenimiento con la adquisición de equipos de secado. Los resultados mostraron un aumento del 1,28% en la productividad y una relación costo-beneficio de 1,1, destacando la importancia de realizar evaluaciones periódicas

de productividad y costos, así como de optimizar el uso de los equipos industriales. Además, se reconoce el aporte de las metodologías propuestas en este estudio.

Irigoin [14] llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo del proceso de apilamiento de arroz en Molinera Santa Fe S.A.C., identificando como principales causas de la baja productividad la carencia de equipos en la fase de secado y la ausencia de mantenimiento preventivo. A partir de este análisis, se propusieron mejoras que incluyeron la implementación de técnicas de secado y la creación de programas de mantenimiento preventivo. Estas acciones resultaron en un incremento significativo de la productividad total en un 65.52% anual, destacando un aumento del 13% en la productividad de las máquinas y una reducción del 43.38% en el tiempo de inactividad. Además, estas medidas incrementaron los ingresos por servicios de Duimi en un 18%. El análisis costo-beneficio confirmó la rentabilidad del proyecto, con un valor presente neto de S/. 1 159 650,84, una tasa interna de retorno del 94%, y un periodo de recuperación de cinco años, lo que resalta la viabilidad y efectividad de las mejoras propuestas

Pérez y Ugaz [15] realizaron un diagnóstico detallado de la productividad en Indupersa S.A.C., identificando áreas clave de mejora, como la subutilización de la capacidad disponible y la pérdida de tiempo causada por tiempos de inactividad. A partir de estos hallazgos, propusieron la implementación de programas de mantenimiento preventivo y predictivo, respaldados por simulaciones de procesos, y la estandarización de procedimientos mediante manuales operativos. Estas acciones generaron un aumento en la productividad de la materia prima y la mano de obra en un 6,96% y 15,87%, respectivamente, además de reducir las pérdidas de producto en un 90,77%. El incremento en la productividad se reflejó en un aumento promedio de 362,73 a 405,27 bolsas por jornada de trabajo. Asimismo, se logró una eficiencia de costos de 1,51 y un retorno de capital en 7 meses, lo que demuestra la viabilidad financiera y el éxito de las mejoras implementadas en Indupersa S.A.C.

Por otro lado, debemos tener conocimiento de los conceptos que se abarcan y son importantes en el presente trabajo de investigación, por ello se conoce que el proceso de pilado de arroz abarca desde que ingresa arroz cáscara y seco para ser descascarado, lo cual es remover los tegumentos, es decir separar la cáscara y el grano de arroz, luego pasa por un pulido para obtener arroz blanco con un mínimo de impurezas o de grano quebrado.[8]

La productividad es la relación de la producción de un bien o servicio entre los recursos utilizados de forma cuantitativa. [16] Esta es la relación de unidades producidas entre recursos utilizados, recursos logrados entre recursos empleados, o la productividad de materia prima es la relación de recursos logrados entre el tiempo logrado.

Tenemos a la productividad total que es la relación de lo obtenido entre todos los recursos utilizados y sirve para determinar si la producción se realiza de forma correcta. También debemos tener en cuenta la importancia de saber que se puede mejorar la productividad de tres maneras, estas son aumentar la producción, usando menos recursos, mantener la producción, con menos los insumos utilizados. Aumentar la producción, con menos los insumos utilizados

La eficiencia es la manera en que se emplean los recursos de la empresa, los cuales pueden ser los recursos humanos, materia prima, maquinaria, tecnología, entre otros. Se puede medir con los indicadores de desperdicio, tiempos muertos, porcentaje de utilización de la capacidad instalada.[17]. La capacidad usada se mide restando el tiempo muerto de la capacidad disponible, mientras que el porcentaje de la eficiencia es igual a la división de la capacidad usada entre la capacidad disponible y multiplicada por cien.

La eficiencia es el grado en que se cumplen las metas de manera objetiva, es decir cuando sus recursos son empleados de la mejor manera en un proceso productivo; como sus indicadores tenemos el grado de cumplimiento o demoras en la producción o ventas [17].

El mantenimiento preventivo es el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible para obtener la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento de la empresa.[6]

Materiales y métodos

El presente proyecto de investigación tiene como variable independiente al proceso de pilado de arroz y como variable dependiente a la productividad de la “Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C.” Además, esta tiene un alcance descriptivo, puesto que se recolecta información para poder conocer la situación de la empresa y también cuenta con un enfoque cuantitativo porque se usa la recolección de datos para el análisis respectivo de la empresa, de esta manera poder cumplir y medir los objetivos planteados de la investigación.

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, transversal porque se observa y analiza el proceso de pilado del arroz en la empresa. La población y muestra son las actividades que componen el proceso de pilado en la Compañía Arrocería San Nicolás. Estas abarcan desde la recepción de materia prima hasta el envasado de arroz blanco.

En cuanto al muestreo se va a aplicar por conveniencia para poder diagnosticar el proceso de pilado de arroz; para proponer las mejoras, puesto que, permite analizar los resultados de manera más precisa y a identificar las áreas del proceso que necesitan ser mejoradas; finalmente, también se aplicará muestreo de juicio en la evaluación económica y financieramente. Se ha decidido trabajar con toda la información brindada por la empresa, esta es conformada por la

información de los últimos doce meses, la cual abarca desde el mes de octubre 2022 al mes de marzo 2024, pues esta representa como ha sido la productividad de la empresa en el último año. Para la recolección de datos se emplean técnicas e instrumentos como la revisión documental para poder hacer las investigaciones afines al tema, también se realiza el análisis documental, este será de suma importancia para poder trabajar la información con la que se cuenta. Además, se ha realizado entrevistas a los trabajadores para recopilar información del proceso, y a la vez se realizó observación durante todas las visitas a la planta del proceso de pilado la empresa.

Para poder diagnosticar el proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería San Nicolás S.A.C, se hacen visitas a la empresa para visualizar el trabajo que se realiza, a la vez se entrevista a los trabajadores encargados de la planta para poder identificar las deficiencias en el proceso y realizar el estudio de tiempo para poder hallar indicadores de productividad. Además, se recopila información de la base de datos de la empresa del periodo octubre 2022 hasta septiembre 2023, estos datos serán trabajados y se aplican fórmulas de productividad y eficiencia con respecto a los ingresos a de materia prima y a los tiempos de ciclo que emplea la empresa para poder dar un diagnóstico. Después de la recolección de datos se procede a trabajar la información mediante tablas de Excel para poder obtener información más compacta y de esta manera poder aplicar fórmulas de productividad y eficiencia con los datos del proceso pilado. Además, se hace uso de diagrama de bloques, de operaciones, de análisis de procesos y también se realiza medición de tiempos para hallar el tiempo de ciclo.

En base al diagnóstico de la empresa, se va a proponer las mejoras del proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería San Nicolás S.A., todo esto haciendo uso de las herramientas necesarias para poder mejorar el área de secado y pilado reducir cuellos de botella y para incrementar su productividad

Finalmente se va a evaluar económica y financieramente las mejoras del proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocería y los beneficios que obtendrían al aplicarlas, con lo cual se va a usar indicadores de VAN, TIR, B/C en base a la propuesta brindada.

Resultados y discusión

Diagnóstico de situación actual de la empresa

La Compañía Arrocería San Nicolás S. A.C. su RUC es 20606748028, esta empresa se dedica al servicio de pilado de arroz cáscara, el cual es proveniente de distintas partes del país, para obtener como producto final arroz blanco en sacos. Esta se encuentra ubicada en el Km. 778 de la Carretera Panamericana No. Lambayeque, Perú.

Descripción del sistema productivo

a. Descripción del Producto

Este debe contar con características de granos enteros y con un color blanco uniforme, se tiene en cuenta el numeral 4.2.2 de la NTP 205.011:2021; este indica las características que debe poseer.

b. Subproductos

Los subproductos que se consiguen del proceso de pilado de la empresa son: arrocillo, ñelén, polvillo y descarte.

c. Desechos

La cascarilla se obtiene la cáscara que cubre el grano de arroz y la ceniza que sale del quemado de cascarillas que se usa en los hornos.

d. Desperdicios.

En pre limpia se obtiene como salidas en total hacen un 4% de toda la materia prima que ingresa: Piedras, polvo, pajas, palos, basura.

Recursos del proceso

Arroz cáscara: es el grano de arroz recubierto por una fina capa de cáscara, este llega directamente de la chacra a la empresa en sacos. Suele llegar en porcentajes de 21% a 26% de humedad aproximadamente.

Agua: Es de suma importancia para la etapa de pulido, pues la maquina pulidora realiza su trabajo con agua para pulirlo y darle brillo.

Aceite: Este se agrega para darle mejor aspecto al grano de arroz una vez que termina todo el proceso de pilado, en la mayoría de las veces se realiza de acuerdo con el pedido del cliente puesto que quiere una mejor apariencia para el producto final.

Materiales indirectos

Sacos de polipropileno: Son sacos tejidos, generalmente transparentes o con diseño de distintos colores, sus medidas son de 55cm x 96 cm y tienen una capacidad de 50 kg. Cumplen la función de proteger al arroz de la suciedad del exterior, evita que el arroz entre en contacto con la humedad de forma rápida y no transmiten sustancias que dañen la calidad del arroz.

Hilo pabilo: Se usa para coser los sacos una ya vez llenos y puedan ser movilizados y almacenados como se según corresponda.

Mano de obra

En el área administrativa de la Compañía Arrocería San Nicolás cuenta con cinco personas que son el gerente general, un administrador, una contadora, un jefe de ventas y un encargado de la caja; todos ellos cuentan con un horario de trabajo de ocho horas diarias.

La empresa cuenta con un total de 20 trabajadores, de los cuales 5 son encargados de la planta y 10 son operarios (anexo 1). Existe un área destinada específicamente al análisis de los granos de arroz, sin embargo, no hay personal capacitado a cargo, ya que esta labor es realizada por practicantes. Estos ejecutan un trabajo manual y visual sobre las diferentes muestras y variedades que ingresan al molino, y, además, cocinan el arroz en ollas arroceras para evaluar el grano cocido, determinando de forma empírica su calidad.

El personal encargado de la planta posee más de 10 años de experiencia en el sector, pero no reciben capacitaciones continuas. Con el tiempo, han adquirido un conocimiento práctico que les permite tomar decisiones basadas en su experiencia, lo cual contribuye a evitar errores. No obstante, estas decisiones podrían optimizarse mediante estudios actuales que favorezcan la mejora de la productividad de la planta.

El reducido número de trabajadores en la empresa implica que cada uno deba desempeñar más de una actividad según las necesidades diarias. Esto genera desorganización en las tareas, ya que no hay asignaciones de responsabilidades específicas, lo que afecta negativamente la organización y se convierte en un factor que limita la productividad. Además, como se observa en el anexo 2, los operarios no cuentan con los equipos de protección necesarios.

Máquinas para utilizar

La maquinaria y equipos para utilizar que la que cuenta la compañía arrocería en el proceso de pilado de arroz son 24 a continuación se muestran la lista el anexo 3. En la tabla del anexo 4 se muestra se muestra 159 fallas en total, de las cuales se especifica el número de fallas por cada máquina según las etapas especificadas, así mismo, el tiempo de horas que están paradas, es decir que no están trabajando. Finalmente se puede observar que todos los mantenimientos que se realizan en la compañía arrocería son de tipo correctivo, puesto que la empresa no cuenta con un plan para este tipo de ocasiones.

Tabla 1. Frecuencia acumulada de fallas por etapa

ETAPA	N DE FALLAS	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Pre limpia	21	7,81%	7,81%
Descascarado	71	26,39%	34,20%
Separación	26	9,67%	43,87%
Pulido	84	31,23%	75,09%
Clasificación	44	16,36%	91,45%
Selección	23	8,55%	100,00%
TOTAL	269	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observa que el número de fallas en la etapa de pre limpia es 21, para descascarado es 71, para separación es 26, para pulido es 84, para clasificación es 44 y para la selección es 23; siendo que están representados por 7,81%; 26,39%; 9,67%; 31,23%; 16,36% y 8,55% para cada etapa respectivamente mencionada. Del análisis realizado se puede identificar que el descascarado tiene clasificación vital, pulido es importante y el resto tiene importancia trivial para tener en cuenta para mejorar lo y contribuir a la productividad (Tabla 2). En el anexo 5 se presenta tiempo medio entre fallos, tiempo medio entre recuperación, tiempo medio sin averías y la disponibilidad.

Tabla 2. Clasificación de fallas

ETAPA	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	Pérdida económica	Porcentaje %	Clasificación
Descascarado	259	S/ 151 091,18	39,80%	Vital
Pulido	183,9	S/ 107 280,57	28,26%	Importante
Separación	83	S/ 48 419,18	12,75%	Triviales
Pre limpia	66	S/ 38 502,00	10,14%	
Clasificación	44,9	S/ 26 193,03	6,90%	
Selección	14	S/ 8 167,09	2,15%	
TOTAL	650,8	S/ 379 653,05	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Descripción del proceso

El proceso de recepción e inspección de la materia prima en la empresa comienza cuando el arroz cáscara llega en sacos de 50 kg a través de camiones. Posteriormente, se realiza una inspección para evaluar el nivel de humedad del grano.

Una vez recibido, el arroz se almacena temporalmente en el almacén de materia prima, a la espera de ser llevado a la etapa de secado. El secado industrial inicia con la introducción del

arroz cáscara en una tolva. Luego, un primer elevador transporta el grano hacia la máquina pre-limpia, donde se eliminan impurezas. Posteriormente, un segundo elevador lo lleva a los silos de almacenamiento, desde donde se transfiere a la secadora industrial. Simultáneamente, se introduce pajilla en las tolvas, la cual alimenta el horno que genera el calor necesario para secar el arroz hasta alcanzar la humedad requerida por el cliente.

Una vez seco, el arroz se transporta nuevamente a los silos para que su temperatura se estabilice a nivel ambiente, permitiendo su almacenamiento hasta que sea necesario. La etapa de pre-limpia emplea un tercer elevador para llevar el arroz cáscara desde la tolva de recepción hasta la máquina pre-limpiadora. Esta máquina separa impurezas como palos y tierra, utilizando dos mallas para garantizar una limpieza efectiva, tras lo cual los residuos se eliminan del molino.

En la etapa de descascarado, un cuarto elevador transporta el arroz a la descascaradora, que retira la cáscara del grano. Un quinto elevador lleva el arroz descascarado a la mesa paddy, donde se separa el arroz cáscara del arroz integral. Luego, el arroz integral se transporta con un sexto elevador hacia la pulidora de piedra, donde el grano es pulido, y más tarde, a la pulidora de agua para darle brillo y, finalmente, a la máquina lustradora que perfecciona el acabado.

A continuación, el séptimo elevador transporta el arroz a la zaranda para la clasificación por tamaño, separando el "ñelén" del producto principal. El arroz clasificado es envasado en sacos de 50 kg para su venta, y el arrocillo también se empaqueta para comercialización.

En la etapa de selección, un noveno elevador traslada el arroz a la máquina selectora, donde se separan los granos defectuosos y el arroz 3/4. Finalmente, un décimo elevador lleva el arroz hacia la operación de pesado y envasado, donde se llenan sacos de 49 o 50 kg, según las preferencias del cliente, y se cosen para su cierre.




El proceso concluye con el almacenamiento del producto final en pallets dentro del almacén, donde pueden permanecer entre dos y tres meses en condiciones de ambiente limpio antes de su distribución.

Análisis del proceso

Para realizar un análisis detallado del proceso de pilado de arroz, se llevará a cabo una medición de tiempos en cada etapa. Para esto, se considera el tamaño de muestra y se aplica el método de General Electric, que recomienda evaluar tres ciclos. A partir de estos, se obtiene un tiempo total de 665,17 minutos (Anexo 6). El diagrama de flujo del proceso se encuentra en el Anexo 7. En el cursograma incluye un total de 19 actividades, distribuidas en 8 operaciones, 1 inspección, 2 actividades que combinan operación e inspección, 6 transportes y 2 de almacenamiento. La realización de estas actividades toma un tiempo promedio de 665,17

minutos (Anexo 8). En el anexo 9 se visualiza el diagrama de operaciones, y en la tabla 3, se muestra el resumen, el cual contiene 11 pasos operativos que suman un tiempo total de 652,64 minutos, además de los tiempos para las inspecciones (3,23 minutos) y las actividades combinadas (29,76 minutos).

Tabla 3. Resumen de diagrama de operaciones

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	619,64
Inspección		1	3,23
Operación- Inspección		2	29,76
Total		11	652,64

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de análisis de procesos






En el anexo 10, se muestra el diagrama de análisis y en la tabla 4 muestra el resumen los tiempos normales requeridos para el proceso de pilado de arroz. En esta tabla se puede ver un total de 19 actividades, que incluyen 8 operaciones propiamente dichas, 1 inspección, 6 transportes, 2 operación-inspección y 2 actividades de almacenamiento. El tiempo total para completar todas estas actividades es de 665,2 minutos, como se muestra en la tabla resumen. A continuación, se presentará el porcentaje de actividades productivas e improductivas.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{619,3 + 3,2 + 29,8}{665,2} \times 100 = 98,1\%$$

$$\% \text{ de act. improductivas} = \frac{12,5}{665,2} \times 100 = 1,88\%$$

La compañía Arrocera San Nicolas cuenta con un 98,1% de actividades productivas y 1,88% de actividades improductivas en todo su proceso de pilado de arroz, el cual abarca desde la recepción de la materia prima hasta obtener sacos de 50 kg de arroz blanco cada uno.

Tabla 4. Resumen de Diagrama de análisis de procesos.

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	619,6
Inspección		1	3,2
Operación- Inspección		2	29,8
Transporte		6	12,5
Almacenamiento		2	0,0
Total		19	665,2

Fuente: Elaboración propia

Indicadores actuales de Producción y Productividad

La Compañía arrocera tiene turnos de trabajo de 11 horas diarias en el área de producción, a partir de ello se calcula el tiempo base

$$Tiempo\ base = 60 \frac{min}{hora} \times 11 \frac{horas}{día} = 726 \frac{min}{día}$$

El ciclo se encuentra en la operación de selección, el cual tiene un tiempo de 18,22 minutos, teniendo en cuenta que el peso de arroz obtenido finalmente disminuye a medida que avanza a las distintas etapas del proceso.

$$Ciclo = \frac{18,22\ min}{984,69\ kg\ de\ arroz\ pilado}$$

Es así como para la producción se tiene en cuenta el tiempo base entre el ciclo, por lo que nos da un resultado de 713 sacos de arroz pilado de 50 kg. cada uno

$$Producción = 713\ sacos\ pilados\ al\ día$$

Se realiza los cálculos de productividad para obtener la relación que existe entre la cantidad de producto terminado y la cantidad de recurso obtenidos. La cantidad de arroz cáscara que, procesada al día, obtenido mediante fórmula es de 63 391 kg.

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \frac{\text{min}}{\text{dia}}}{18,22 \text{ min}} \cdot 1750 \text{ kg de arroz pilado}$$

$$\text{Materia prima} = 63\,391,88 \text{ kg de arroz procesado}$$

La productividad de materia prima de la compañía arrocera es de 0,011 sacos de arroz pilado por cada kilogramo de arroz cáscara.; con respecto a la mano de obra, la productividad es de 47,56 sacos de arroz blanco por operario, y con respecto a la maquinaria, se obtiene 71,34 sacos de arroz blanco por máquina

$$P. \text{ de materia prima} = \frac{713 \text{ sacos de arroz blanco}}{63\,391,88 \text{ kg de arroz procesado}} = 0,011$$

$$P. \text{ de mano de obra} = \frac{713 \text{ sacos de arroz blanco}}{15 \text{ operarios}}$$

$$P. \text{ de mano de obra} = 47,56 \frac{\text{sacos de arroz}}{\text{operario}}$$

$$P. \text{ de maquinaria} = \frac{713 \text{ sacos de arroz blanco}}{10 \text{ máquinas}}$$

$$P. \text{ de maquinaria} = 71,34 \frac{\text{sacos de arroz blanco}}{\text{máquina}}$$

Productividad total

En cuanto a personal de planta, aquellos que tienen estudios superiores, gana 2 000 soles mensuales y los 10 operarios gana sueldo mínimo, es por ello que, el costo de personal de un año salió S/.243 000. Mientras que el costo anual de energía es de S/. 243 000 porque se tiene un rango entre S/. 7 000 y S/. 9 000. Finalmente en insumos gastan S/.2 514, 17 al año.

$$\text{Productividad total} = \frac{222\,567,88 \text{ kg de arroz}}{243\,000 + 96\,000 + 2\,514,17} = 0,65 \text{ kg de arroz / saco}$$

La relación entre cada sol invertido y cada kilogramo de arroz pilado es la productividad total, la cual tiene un valor de 0,65 kg de arroz/ sol.

Capacidad**Tabla 5. Resumen de indicadores actuales**

PRODUCCIÓN		
Producción diaria		713,387
PRODUTVIDAD	ANTES	
P. De materia prima	0,01	sacos de a. pilado / kg de a. Cáscara
P. M. de Obra	47,56	sacos de a. pilado / operario
P. de maquinaria	71,34	sacos de a. pilado / maquina
P. Total	0,65	sacos de a. pilado/ sol.
CAPACIDAD		
C. diseñada	1 100	sacos de arroz pilado 9 día
C. efectiva	713,39	sacos de arroz pilado 9 día
C. ociosa	386,61	sacos de arroz pilado 9 día
Utilización	0,65	
EFICIENCIA		
E. fi sica	56,27%	
CUELLO DE BOTELLA Y T. DE CICLO		
Cuello de botella	5 893,67	minutos
T. total de ciclo	665,17	minutos

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de diseño de la máquina selectora en el proceso de pilado de arroz es de 5 toneladas por hora, lo que permite producir hasta 1 100 sacos de arroz pilado al día en un turno de 11 horas. Sin embargo, la capacidad efectiva alcanza solo 713 sacos diarios, lo que deja una capacidad ociosa de 386,61 sacos. La utilización de la máquina, calculada como la relación entre la capacidad efectiva y la capacidad de diseño, es del 64,85%. En cuanto a la eficiencia, la eficiencia física, que mide la relación entre el producto terminado y la cantidad de materia prima, es del 56,27%. El cuello de botella en el proceso es de 5 893,67 minutos, mientras que el tiempo total de ciclo es de 665,17 minutos.

Todo lo mencionado se puede visualizar en el diagrama de Ishikawa que se encuentra en el anexo 11, además de su respectiva tabla de operacionalización (anexo 12) que acompaña a la misma.

Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

Análisis y evaluación de la información del proceso Eficiencia del proceso de pilado

Se observa que la eficiencia del arroz blanco que se obtuvo mediante la aplicación de la fórmula adecuada, se obtuvo una eficiencia física del 56,27%, por ello se debe tomar en cuenta que, en un pilado, el porcentaje ideal es del de arroz blanco es de 68% - 72%.[17] Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, al tener una baja eficiencia, hay una baja productividad, lo que causaría pérdidas para la empresa.

Análisis de cuello de botella

En tabla 10, se observa que el cuello de botella es de 589,67 minutos, tiempo que corresponde a la etapa de secado, si bien es cierto es un tiempo amplio por la cantidad de arroz cáscara que ingresa, también una de las causas es que, pese a que el operario tenga muchos años en el área, no se ha capitado constantemente, por lo que lo lleva a tomar decisiones empíricas para el proceso.

Eficiencia diaria

Se tiene que en el presente proceso estudiado se tiene que el porcentaje del promedio esperado es 69%, y el diagnóstico actual se encuentra con el 56,27%, siendo una diferencia de 12,73% que representa 9532 kg de arroz. Todo esto representa una pérdida económica mensual de S/. 44 609,98 y al año S/. 535 319,76. (anexo 13)

Capacidad utilizada

En toda empresa siempre se espera que las máquinas funcionen a su 100% o cercano a este, sin embargo, en la compañía arrocera se presenta 386,61, lo cual representa el 35,15%

Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

Problema Principal: Baja Productividad

Causa 1: Mantenimiento correctivo

En la compañía arrocera solo se realizan mantenimientos correctivos, puesto que no le dan importancia al mantenimiento preventivo. Se encuentra que el periodo estudiado hubo un total de 269 fallas en las maquinarias del proceso de pilado, estas representan 1146,2 horas perdidas por dicho motivo (Anexo 4). Se evidencia que la etapa de descascarado presenta el 39,8% (clasificación vital) de las paradas y la etapa de pulido con 28,26% (clasificación importante). Todo lo mencionado anteriormente conlleva a una baja productividad de la empresa y esta es

representada con una pérdida económica anual de S/ 379 653,05, de los cuales S/ 151 091,18 es debido a la etapa de descascarado y S/ 107 280,57 a la etapa de pulido.

Propuestas de Mejora:

Es por ello que, se va a realizar mantenimiento preventivo usando la técnica de RCM para reducir las paradas imprevistas en la etapa de descascarado y pulido, por ende, minimizar las pérdidas económicas.

Problema 2: Cuello de botella

Causas:

En el periodo octubre 2022 hasta septiembre 2023 se evidencio una baja eficiencia física en todo el proceso de la Compañía Arrocería., la cual es de 56,27%, Siendo así que se produce 13,73% menos que la eficiencia ideal para obtener mayor cantidad de producto principal. Puesto que según [17] la eficiencia física debes estar entre 68% a 72%, des los cuales se obtiene un promedio del 70% como se muestra en el anexo 13. Esto se debe a que no se tiene un control adecuado de la humedad del arroz que entra a la maquina de secado industrial, por ello al no obtener el indicador adecuado, la materia prima al ser procesada se genera mayor cantidad de subproductos. Es así que, se genera una pérdida económica diaria de S/ 1 715,77 por los sacos que se dejan de producir. Por lo tanto, la pérdida económica anual es de S/ 535 319,76

Propuestas de Mejora:

Para dar solución a esta problemática se plantea el cambio de máquina para el área de secado industrial para obtener mayor control para administrar las temperaturas adecuadas.

Problema 3: Baja eficiencia física

Causas:

En la etapa de secado, existe demora porque los trabajadores deciden empíricamente tiempo en que se pone en temperatura ambiente el arroz secado en silos para la espera de ser pilados.

Propuestas de Mejora:

Para dar solución a esta problemática se plantea el cambio de máquina para el área de secado industrial para obtener mayor control para administrar las temperaturas adecuadas y a la vez también se resuelve el cuello de botella. Finalmente se plantea un plan de capacitación que abarque todas las propuestas planteadas para tener personal apto.

Proponer mejorar para el proceso de pilado

Plan de mantenimiento preventivo de las maquinas descascaradora y pulidora

**PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
COMPANIA ARROCERA SAN NICOLAS S. A. C.**

1. OBJETIVO GENERAL:

Establecer un cronograma para realizar mantenimiento preventivo para e área de descascarado y de pulido para que en el proceso de pilado de arroz se encuentre en óptimo funcionamiento, y disponible para operar de manera eficiente y segura.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reducir paradas inesperadas.
- Establecer cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos.
- Reducir los costos de mantenimiento y pérdidas anuales.

3. UBICACIÓN:

La Compañía Arrocera San Nicolas S.A.C., con ruc 20606748028, y está ubicada en el kilómetro 778 Carretera Panamericana norte en región de Lambayeque.

4. ALCANCE:

Luego del diagnóstico se identificaron dos equipos que eran fundamentales para el mantenimiento preventivo. Las actividades de mantenimiento preventivo incluyen las siguientes máquinas:

- Descascaradora
- Pulidora de agua
- Pulidora de piedra

5. DESARROLLO

- Elaborar el cronograma anual y las horas que se les asignará a cada actividad que se realizará.
- El cronograma se aprobará por el jefe de planta y el administrador. Si en caso el cronograma no es aprobado, se vuelve a elaborar.

- Implementar un sistema de alerta por Google calendar, se programan los mantenimientos preventivos y se llena la hoja del programa de mantenimiento.
- Ejecutar el cronograma de mantenimiento preventivo.

6. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento, para la descascaradora y la pulidora, se realizarán en distintos periodos según la naturaleza de la actividad, pueden ser:

- Diarios.
- Semanal.
- Quincenal.
- Mensual.
- Trimestral.

El tiempo total anual que se empleará para la realización del mantenimiento preventivo es de 12988 minutos, que viene a ser 216,46 horas.

Tabla 6. Actividades de mantenimiento preventivo de descascaradora

Actividad de mantenimiento	Tiempo aproximado de trabajo	Periodo	N de veces al año	Tiempo Anual (min)
Revisar el funcionamiento del distribuidor	10	Semanal	52	520
Revisar el conector neumático	6	Semanal	52	312
Revisar las fajas.	15	Semanal	52	780
Cambiar fajas	30	Trimestral	4	120
Ajustar o tensar fajas.	20	Mensual	12	240
Revisar el tubo de aspiración de aire.	15	Mensual	12	180
Revisar la rampa.	10	Semanal	52	520
Revisar el funcionamiento de la descascaradora.	5	Diario	360	1800
Lubricar rodajes	60	Mensual	12	720
Revisar el funcionamiento del separador.	10	Semanal	50	500
Total				5692

Fuente: Elaboración propia

- **Actividades de mantenimiento preventivo de pulidoras (anexo 14)**
- **Tiempo empleado en propuesta de mantenimiento preventivo (15)**

7. Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo (anexo 16)

Mejora 2. Propuesta de cambio de maquina de secado industrial

Con la maquina actual de secado industrial con la que cuenta la empresa, se trabaja con energía de biomasa, la cual sirve para generar calor, y energía eléctrica para poder manipular el panel de control de temperatura. Cabe resaltar que la maquina actual tiene una capacidad de 30 toneladas, y la temperatura es regulada por el operario encargado según sus conocimientos empíricos. Es por ello que, se prone instalar una nueva máquina, por lo que se realiza una evaluación previa para elegir la más adecuada.

Para iniciar la evaluación se realiza una matriz de enfrentamiento para obtener la ponderación adecuada para cada uno de los criterios considerados, que son capacidad de producción, marca, consumo de energía y tipo de energía a utilizar, en los que encontramos que tienen una ponderación de 22,22%;11,11%; 33,33% y 33,33% respectivamente. Como se encuentra en la tabla 7

Tabla 7. Matriz de ponderados de criterios

CRITERIOS	Capacidad de producción	Marca	Consumo de energía	Tipo de energía a usar	Total	%
Capacidad de producción	1	1	0	0	2	22,22%
Marca	1	1	0	0	1	11,11%
Consumo de energía	1	1	1	0	3	33,33%
Tipo de energía a usar	1	1	1	1	3	33,33%
Total					9	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se muestra la tabla de selección de la máquina más adecuada, teniendo en cuenta los ponderados hallados, en este caso se analizaron secadoras industriales marca Speed modelo 35 ton/ Day y la segunda opción es de ZENVO 5HZ-30. Después de la evaluación la primera opción es la adecuada, el cual es un secador para todo tipo de granos, este cuenta con horno a carbón, electricidad, gas natural y cáscara de arroz.

A continuación, en el anexo 17 se presenta su imagen de esta, y su ficha técnica se encuentra en el anexo 18.

Mejora 3. Capacitación para personal

Para llevar a cabo de manera satisfactoria las propuestas anteriormente presentadas, es importante tener un plan de capacitación para el personal de la empresa, puesto que, de esta manera, se busca que ellos cuenten con los conocimientos necesarios para que puedan lograr sus actividades de manera eficiente, lo cual va a contribuir para lograr el objetivo de la mejora del proceso, por lo tanto, incrementar la productividad.

PROCEDIMIENTO PARA LAS CAPACITACIONES

1. OBJETIVO:

Establecer pasos para llevar a cabo la capacitación al personal de esta manera puedan obtener las competencias necesarias, de tal manera que sean más eficiente sus funciones y tengan el conocimiento necesario para llevar a cabo todas las propuestas presentadas.

2. UBICACIÓN:

Las actividades del mantenimiento preventivo se llevarán a cabo en la Compañía arrocera San Nicolas S.A.C., la cual está ubicada en el kilómetro 778 Carretera Panamericana norte en región de Lambayeque.

3. ALCANCE:

Tiene alcance a todos los colaboradores involucrados con el tema de capacitación.

4. DESARROLLO:

MODULO I: TECSUP.

- Mantenimiento de instalaciones y Máquinas eléctricas.
- Correcta Preparación de los Trabajos de Mantenimiento.
- Planificación y Programación del Mantenimiento.

MODULO II: UNMSM.

- Importancia de la Ingeniería de Métodos.
- Productividad y su importancia en la industria.

5. Cronograma de actividades






Capacitación	Receptor	Duración	Inicio
Mantenimiento de instalaciones y Máquinas eléctricas	Personal de producción	8 horas	03/02/2025
Correcta Preparación de los Trabajos de Mantenimiento	Personal de producción	4 horas	04/02/2025
Planificación y Programación del Mantenimiento.	Personal de producción y administración	4 horas	05/02/2025
Importancia de la Ingeniería de Métodos	Personal de producción y administración	4 horas	06/2/02/2025
Productividad y su importancia en la industria.	Personal de producción y administración	4 horas	07/02/2027

Tiempos después de la mejora

Después de realizar las propuestas de mejora se hallan los nuevos tiempos de los ciclos observados como se muestran el anexo 18. Estos tiempos se realizan con la misma cantidad de materia prima procesada, es decir con un ingreso de 1750 kg de arroz cáscara.

De acuerdo con los nuevos tiempos el diagrama de operaciones y el diagrama de análisis de procesos. Podemos observar que el tiempo de todas las actividades suman un total de 558,48 minutos, de los cuales este compuesto por 8 operaciones, 1 inspección, 2 actividades combinadas, 6 transportes y, cada uno de ellos con un tiempo de 517,3; 3,2; 26,3; 8,6 minutos respectivamente, todo esto también se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Resumen de tiempos actividades

Actividad	Símbol	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		8	517,3
Inspección		1	3,2
Operación- Inspección		2	26,3
Transporte		6	8,6
Almacenamiento		2	0,0
Total		19	555,5

Fuente: Elaboración propia

A partir de ello se obtiene que el porcentaje de actividades productivas es 98,45% y el porcentaje de actividades improductivas es de 1,5%, estos dos sumandos obtenemos el 100%

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{517,3 + 3,2 + 26,3}{555,5} = 98,45\%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{8,6}{555,5} = 1,5\%$$

Los nuevos indicadores según el número de fallas de las maquinas después de la propuesta son:

Tabla 9. Nuevos indicadores de falla de máquina.

Maquinaria	Nº Fallas	Tiempo total de operación (h)	Tiempo de parada	MTBF	MTTR	MTTF	Disponibilidad
Elevador 3	5	3432	15,00	683,40	3,00	680,40	99,56%
Pre limpia	9	3432	54,00	375,33	6,00	369,33	98,40%
Elevador 4	11	3432	38,50	308,50	3,50	305,00	98,87%
Descascaradora	8	3432	49,60	422,80	6,20	416,60	98,53%
Elevador 5	5	3432	15,00	683,40	3,00	680,40	99,56%
Mesa paddy	8	3432	40,00	424,00	5,00	419,00	98,82%
Elevador 6	5	3432	17,50	682,90	3,50	679,40	99,49%
Pulidora de piedra	11	3432	44,00	308,00	4,00	304,00	98,70%
Pulidora de agua	13	3432	62,40	259,20	4,80	254,40	98,15%
Elevador 7	5	3432	15,00	683,40	3,00	680,40	99,56%
Zaranda	5	3432	7,50	684,90	1,50	683,40	99,78%
Elevador 8	5	3432	7,00	685,00	1,40	683,60	99,80%
Clasificadora	6	3432	27,00	567,50	4,50	563,00	99,21%
Elevador 9	5	3432	10,00	684,40	2,00	682,40	99,71%
Selectora	9	3432	27,00	378,33	3,00	375,33	99,21%
Total	110	3432	429,50	27,30	3,90	23,39	85,70%

Elaboración propia

Nuevos Indicadores del Procesos

Producción

La Compañía arrocera tiene turnos de trabajo de 11 horas diarias en el área de producción, a partir de ello se calcula el tiempo base.

$$\text{Tiempo base} = 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \times 11 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 726 \frac{\text{min}}{\text{día}}$$

El ciclo se encuentra en la operación de selección, el cual tiene un tiempo de 15 minutos como se observa en la tabla 06.

$$\text{Ciclo} = \frac{15 \text{ min}}{1103,84 \text{ kg de arroz pilado}}$$

Es así como, para la producción se tiene lo que nos da un resultado de 971,38 sacos de arrozen cuenta el tiempo base entre el ciclo, por pilado de 50 kg. cada uno.

Produccion = 971 *sacos pilados al día*

Productividad

Se realiza los cálculos de productividad para obtener la relación que existe entre la cantidad de producto terminado y la cantidad de recuso obtenidos. La cantidad de arroz cáscara procesada al día, obtenido mediante formula es de 48 569,06 kg.

$$\text{Materia prima} = \frac{660 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{\frac{15 \text{ min}}{1\,750 \text{ kg de arroz procesado}}}$$

Materia prima = 48 569,06 kg de arroz procesado

La productividad de materia pima de la compañía arrocera es de 0,012sacos de arroz pilado por cada kilogramo de arroz cáscara.; con respecto a la mano de obra, la productividad d es de 64,75 sacos de arroz blanco por operario, y con respecto a la maquinaria, se obtiene 97,14 sacos de arroz blanco por máquina

$$P. \text{ de materia prima} = \frac{971 \text{ sacos de arroz blanco}}{48569,06 \text{ kg de arroz procesado}} = 0.012$$

$$P. \text{ de mano de obra} = \frac{971 \text{ sacos de arroz blanco}}{15 \text{ operarios}} =$$

$$P. \text{ de mano de obra} = 64,75 \frac{\text{sacos de arroz}}{\text{operario}}$$

$$P. \text{ de maquinaria} = \frac{971 \text{ sacos de arroz blanco}}{10 \text{ máquinas}} =$$

$$P. \text{ de maquinaria} = 97,14 \frac{\text{sacos de arroz blanco}}{\text{máquinas}}$$

Productividad total

En cuanto a personal de planta, aquellos que tienen estudios superiores, gana 2 000 soles mensuales y los 10 operarios gana sueldo mínimo, es por ello por lo que el costo de personal de un año salió S/.24 3000. Mientras que el costo anual de energía es de S/. 24 3000 porque se tiene un rango entre S/. 7 000 y S/. 9 000.Finalmente en insumos gastan S/.2 810,33 al año.

$$\text{P. Total} = \frac{3\,030,71 \text{ de arroz blanco}}{243\,000 + 96\,000 + 2\,810.33} = \mathbf{0,89 \text{ kg de arroz/sol}}$$

La relación entre cada sol invertido y cada kilogramo de arroz pilado es la productividad total, la cual tiene un valor de 0,89 kg de arroz/ sol

Capacidades

La máquina selectora del proceso de pilado de arroz tiene una capacidad de diseño de 5 toneladas por hora, lo que permite producir hasta 1 100 sacos de arroz pilado en un turno de 11 horas. Sin embargo, la capacidad efectiva es de 971 sacos diarios, lo que deja una capacidad ociosa de 128,62 sacos. La utilización de la máquina, calculada como la relación entre la capacidad efectiva y la de diseño, es del 88,31%. La eficiencia física, que relaciona el producto terminado con la materia prima ingresada, alcanza el 63,08%. El cuello de botella del proceso es de 491,39 minutos, mientras que el tiempo total de ciclo es de 555,48 minutos.

*Cuadro comparativo de indicadores***Tabla 10. Comparación de indicadores**

PRODUCCIÓN			
Producción diaria	713	971	sacos
PRODUTVIDAD	ANTES	DESPUES	
P. De materia prima	0,01	0,01	sacos de a. pilado / kg de a. Cáscara
P. M. de Obra	47,56	64,76	sacos de a. pilado / operario
P. de maquinaria	71,34	97,14	sacos de a. pilado / maquina
P. Total	0,65	0,89	sacos de a. pilado/ sol.
CAPACIDAD			
C. diseñada	1 100,00	1 100,00	sacos de arroz pilado/ día
C. efectiva	713,39	971,38	sacos de arroz pilado/ día
C. ociosa	386,61	128,62	sacos de arroz pilado/ día
Utilización	0,65	0,88	
EFICIENCIA			
E. fi sica	56,27%	63,08%	
CUELLO DE BOTELLA Y T. DE CICLO			
Cuello de botella	5 893,67	491,39	minutos
T. total de ciclo	665,17	555,48	minutos

Fuente: Elaboración propia*Evaluar económica y financieramente.***Análisis costo beneficio**

Se realiza la demanda proyectada de arroz cáscara del periodo 2024-2028, pues se hizo uso de regresión lineal, el cual os da un R2 de 1, por lo que nos indica que es factible cuento a las cantidades de los próximos cinco años. (Anexo 20). En anexo 21 se evidencia la cantidad de arroz que se puede llegar a producir sin aplicar la mejora y si se aplican las propuestas planteadas, teniendo un incremento de 62 839 sacos anuales en 2028. A partir de la tabla anterior se halla el incremento de los ingresos por el servicio de pilado, se tiene que en el primer año las ganancias incrementan en S/. 476 324.32, el cual representa el 18,45% como se observa

en el anexo 22. Los costos de inversión para las propuestas planteadas se dividen en tangibles e intangibles, con un costo de S/. 125 020 y S/. 3 9675 respectivamente, haciendo un total de S/. 164 695. Anexo 23.

En la tabla 11 se observan los gastos financieros que se realizan en un periodo de 5 años, con una tasa del 7,5%, teniendo en cuenta la amortización de S/. 32 939 anuales. Finalmente, en el flujo de caja (tabla 24) obtenemos un VAN de S/. 965 260,66; un TIR de 98,80 % y costo beneficio de S/. 2,11.

Tabla 11. Gastos financieros

Inversión de empresa	S/	164 695,00						
Monto financiado	S/	164 695,00	Interés		7,50%	Tiempo		
Año	Preoperativo	Año 1	Año 2	Año 3				
Préstamo a largo plazo	S/	164 695,00	S/	131 756,00	S/	98 817,00	S/	65 878,00
Intereses			S/	12 352,13	S/	9 881,70	S/	7 411,28
Amortización			S/	32 939,00	S/	32 939,00	S/	32 939,00
Gastos Financieros			S/	45 291,13	S/	42 820,70	S/	40 350,28

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realizó el análisis de sensibilidad del proyecto considerando tres escenarios, con el objetivo de determinar el nivel máximo de reducción admisible en la producción estimada, debido a que esta variable impacta directamente en los ingresos y, por ende, en la rentabilidad del proyecto. Como se observa en el Anexo 23, en el primer escenario se evaluó una disminución del 15% en los ingresos, obteniéndose una TIR de 41%, valor que se mantiene por encima de la TMAR (14%), lo que indica que el proyecto continúa siendo rentable. En el segundo escenario, al reducir los ingresos en 20%, la TIR disminuye a 25%, manteniéndose aún viable. Sin embargo, en el tercer escenario, con una reducción del 23.5%, la TIR desciende a 13%, ubicándose por debajo de la TMAR, lo que implica que el proyecto deja de ser financieramente atractivo. Por tanto, la propuesta se mantiene viable siempre que la disminución en la producción no supere aproximadamente el 20%; es decir, para garantizar los resultados esperados, el proyecto debe operar al 80% o más de su nivel estimado.

Discusión

En la presente investigación el diagnóstico de la Compañía arrocera San Nicolas S. A. C. se encuentra que el proceso de pilado presenta diversas deficiencias como por ejemplo, la falta de mantenimiento preventivo, la distribución ineficiente de la maquinaria, lo cual afecta directamente la productividad, además, el estudio de tiempo indica que existe un cuello de botella en la etapa de secado con un tiempo de 491,39 minutos, el cual ralentiza el proceso y afecta la productividad obteniendo una eficiencia del 56,27%. Todo lo mencionado anteriormente, es comparado con la investigación de Najjar y Álvarez [8] hallaron una eficiencia del 55% del proceso, debido a falta de control de calidad y maquinaria antigua, también en el estudio de Irigoín [14] halló una productividad del 52% porque en el área de secado no estaba implementado con los equipos adecuados y solo se realizaba mantenimiento correctivo a toda la maquinaria que se involucra en el proceso.

El investigador Cuzquen [13] implementó plan de mantenimiento para reducir tiempos muertos que se pueden ocasionar por fallas inesperadas, además con la adquisición de maquinaria para la etapa de secado, logró aumentar la productividad en 1,28%, por otro lado, [14] Irigoín implementó un plan de mantenimiento preventivo y mejoró las técnicas de secado, lo cual aumentó su productividad a 78,52%, de igual forma I. Nnanna y J.E. Arua [14] aumentaron la productividad en un 14,29%. Es así como las propuestas de mejora presentadas en la presente investigación se centran en la implementación de un mantenimiento preventivo regular para reducir las paradas inesperadas y mejorar la eficiencia de las máquinas. También se propone el cambio de la máquina de secado industrial, dado que la actual depende del juicio empírico del operario, lo que ocasiona demoras y genera pérdidas económicas significativas; con esto se logra obtener una eficiencia del 63,08% y una productividad de 89%.

Finalmente los resultados obtenidos, indica que la propuesta presente es viable, pues la tasa interna de retorno es de 98,80% y un beneficio costo de S/.2,11, teniendo en cuenta que en el primer año se recupera la inversión y el valor neto actual es de de S/ 965 260,66, Todo lo mencionado anteriormente se contrasta con la investigación de Irigoín [14] puesto que los resultados que obtuvo con relación al análisis económico de su investigación demuestra la rentabilidad del proyecto con un valor presente neto de S/. 1 159 650,84, la tasa interna de retorno es del 94% y el periodo de recuperación es de 5 años, destacando la efectividad y viabilidad de las propuestas de mejora. Por otro lado, Pérez y Ugaz [15] obtuvieron una eficiencia de costos de 1,51, por lo cual se obtuvieron una propuesta viable con un periodo de retorno de capital de 7 meses.

Conclusiones

El objetivo general de mejorar el proceso de pilado de arroz en la Compañía Arrocera San Nicolás S.A.C. para incrementar su productividad ha sido alcanzado con éxito. Las propuestas de mejora, que incluyeron la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y el reemplazo de la máquina de secado, generaron un aumento significativo en la producción diaria, pasando de 713 a 971 sacos de arroz pilado. Este incremento del 36,2% en la capacidad productiva ha permitido mejorar la eficiencia física del proceso, elevándola del 56,27% al 63,08%. Estas mejoras no solo optimizan el uso de la maquinaria y los recursos humanos, sino que también proyectan un incremento en los ingresos anuales del 18,45%, con una ganancia de S/ 476 324,32 en el primer año.

El diagnóstico realizado en la Compañía Arrocera San Nicolás S.A.C. evidenció una eficiencia física del 56,27%, considerablemente inferior al estándar ideal (68%-72%). Este bajo rendimiento se tradujo en una pérdida anual de aproximadamente S/ 535 319,76. Además, se detectaron un total de 269 fallas en la maquinaria, generando 650,8 horas de inactividad. La etapa del descascarado representó el 39,8% de las paradas, mientras que la etapa de pulido contribuyó con el 28,26%, lo cual afectó severamente la productividad del proceso.

Se propone cambiar la máquina de secado, acompañado de capacitación al personal y un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas de pulido y descascarado como mejoras, a partir de ellos, si la propuesta es ejecutada, los estudios realizados indican que la productividad diaria de incrementará de 713 sacos de arroz pilado a 971 sacos. Por lo tanto, la eficiencia física mejora de 56,27% al 63,08%.

La inversión en nuevas tecnologías y un plan de mantenimiento preventivo es económicamente viable. El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto es de S/ 965 260,66, mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanzó un 98,80%, lo que demuestra la rentabilidad del proyecto. Estos resultados validan la eficacia de las mejoras implementadas, asegurando un retorno financiero positivo dentro de los primeros cinco años, con un beneficio costo de S/. 2,11 por cada sol invertido. Finalmente, el análisis de sensibilidad determinó que la propuesta mantiene su viabilidad siempre y cuando que la reducción en la producción no exceda el 20%.

Recomendaciones

Estudiar nuevas tecnologías emergentes para proponer nueva maquinaria de secado industrial que permita controlar de manera precisa las temperaturas, lo cual ayudará a reducir las pérdidas de subproductos y mejorar el rendimiento

Analizar otras herramientas de mejora continua como lean manufacturing para el rediseño del proceso productivo que se requiera, de manera que se utilice y se obtengan mayores beneficios.

Los investigadores deben enfocarse en el análisis de la sostenibilidad en los procesos productivos. Se recomienda considerar la reducción de residuos y la implementación de prácticas más eficientes en el uso de recurso.

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, “Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales,” 2023. Available: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/#:~:text=En%20cuanto%20al%20arroz%20el,nivel%20reducido%20de%202022%2F23..>
- [2] M. Camila et al, “Modelación del arroz en Latinoamérica Estado del arte y base de datos para parametrización Series de Estudios Temáticos EUROCLIMA Acción de Modelación Biofísica de Cultivos Autores,” 2018, Available: https://agritrop.cirad.fr/589664/1/JRC110177_modelaci%C3%B3n_del_arroz_en_latinoamerica_online_20180416.pdf
- [3] César Armando Romero, “Observatorio de Comodities Arroz - Boletín trimestral 2,” 2022, Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3705028/Commodities%20Arroz%3A%20abr-jun%202022.pdf>
- [4] Ministerio de Agricultura y riego, “Marco orientador de cultivos 2020-2011,” 2020, Available: <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/Procesos/Marco-Orientador-Cultivos/Presentacion/Analisis-economico-por-cultivo-priorizado/Arroz-en-cascara.aspx>
- [5] Esmaeil Kakeh Baraei and Mohammadhossein Mirzaei, “Identification of factors affecting on organizational agility and its impact on productivity,” 2020, Available: <https://journals.researchhub.org/index.php/JMAS/article/view/1065>
- [6] J. J. F. Muñoz Zulueta, “Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa molino Chiclayo s.a.c. para incrementar su productividad”.
- [7] A. M. Muñoz Choque, “Estudio de tiempos y su relación con la productividad,” *Revista Enfoques*, vol. 5, no. 17, pp. 40–54, Jan. 2021, doi: 10.33996/revistaenfoques.v5i17.104
- [8] C. Najjar A. and J. Alvarez Merino, “Mejoras en el proceso productivo de modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz”.
- [9] I. Nnanna and J. E. Arua, “Productivity Improvement through Work Study Techniques: A Case of a Modern Rice Mill in Ikwo, Ebonyi State,” *Journal of Engineering Research and Reports*, pp. 193–203, Dec. 2022, doi: 10.9734/jerr/2022/v23i12777
- [10] C. Sheena, R. Saflor, and M. I. Noroña, “Mantenimiento Productivo Total en la Sector de producción de arroz en Filipinas.” Available: www.onlinedoctranslator.com

- [11] J. Stayce Guillén-Sánchez and Ángela Depaz-Paucar, “Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales”, doi: 10.15332/24631140. Available: <https://doi.org/10.15332/24631140>
- [12] E. J. De la Cruz Escobedo and F. A. Ventura Felipe, “Incremento de la productividad de Manantial’s Tito EIRL, perfeccionando los métodos de trabajo y la eficacia en su proceso productivo,” *Impulso, Revista de Administración*, vol. 3, no. 5, pp. 45–59, Jul. 2023, doi: 10.59659/impulso.v.3i4.24
- [13] E. A. Cuzquen Tafur, “Plan de mejora en el proceso de producción para incrementar la productividad de la piladora ‘El marañón Chilayo 2019.’”
- [14] M. M. Irigoín Alarcon, “Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz para incrementar la productividad de empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC.” Available: <https://orcid.org/000-002-3893-0516>
- [15] A. W. Perez Linares and A. Wilfredo Ugás Montoya, “Mejoras en el proceso de pilado de arroz para incrementar la productividad de la empresa Indupersa SAC Trujillo 2023,” 2023.
- [16] J. Heizer, *Dirección de la producción y de operaciones : decisiones estratégicas*. Pearson Educación, 2015.
- [17] R. García Criollo, “Estudio del trabajo”.

Anexos
Anexo 1. Personal de planta de producción.

Área	Personal	Cantidad
Área de producción	Encargado de almacén.	1
	Jefe de planta	1
	Analista de calidad	1
	Maquinista	2
	Operario	10

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Operarios laborando sin uso de EPP.



Anexo 3. Máquinas/Equipos de Compañía arrocera San Nicolas

Nº	Máquina y/o equipo	Cantidad
01	Tolva	3
02	Pre-limpiadora	2
03	Faja transportadora	3
04	Secadora	1
05	Silo	3
06	Horno	1
07	Descascaradora	1
08	Mesa paddy	1
09	Pulidora de piedra	1
10	Pulidora de agua	1
11	Lustradora	1
12	Zaranda	1
13	Clasificadora	1
14	Selectora	1
15	Elevadores	1
16	Balanza	1
17	Máquina de coser	1

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Numero de fallas y horas paradas de

ETAPA	MAQUINARIA	N DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	TIPO DE MANTENIMIENTO
Pre limpia	Elevador 3	11	33	Correctivo
	Pre limpia	10	60	Correctivo
Descascarado	Elevador 4	11	38,5	Correctivo
	Descascaradora	60	372	Correctivo
Separación	Elevador 5	10	30	Correctivo
	Mesa paddy	16	80	Correctivo
Pulido de piedra	Elevador 6	10	35	Correctivo
	Pulidora de piedra	35	140	Correctivo
Pulido de Agua	Pulidora de Agua	39	187,2	Correctivo
Clasificación	Elevador 7	11	33	Correctivo
	Zaranda	13	19,5	Correctivo
	Elevador 8	10	14	Correctivo
	Clasificadora	10	45	Correctivo
Selección	Elevador 9	10	20	Correctivo
	Selectora	13	39	Correctivo
TOTAL		269	1146,2	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Indicadores de las maquinas

Maquinaria	N° Fallas	Tiempo total de operación (h)	Tiempo de parada	MTBF	MTTR	MTTF	Disponibilidad
Elevador 3	11	3432	33,00	309,00	3,00	306,00	99,03%
Pre limpia	10	3432	60,00	337,20	6,00	331,20	98,22%
Elevador 4	11	3432	38,50	308,50	3,50	305,00	98,87%
Descascaradora	60	3432	372,00	51,00	6,20	44,80	87,84%
Elevador 5	10	3432	30,00	340,20	3,00	337,20	99,12%
Mesa paddy	16	3432	80,00	209,50	5,00	204,50	97,61%
Elevador 6	10	3432	35,00	339,70	3,50	336,20	98,97%
Pulidora de piedra	35	3432	140,00	94,06	4,00	90,06	95,75%
Pulidora de agua	39	3432	187,20	83,20	4,80	78,40	94,23%
Elevador 7	11	3432	33,00	309,00	3,00	306,00	99,03%
Zaranda	13	3432	19,50	262,50	1,50	261,00	99,43%
Elevador 8	10	3432	14,00	341,80	1,40	340,40	99,59%
Clasificadora	10	3432	45,00	338,70	4,50	334,20	98,67%
Elevador 9	10	3432	20,00	341,20	2,00	339,20	99,41%
Selectora	13	3432	39,00	261,00	3,00	258,00	98,85%
TOTAL	269	3432	1146,20	8,50	4,26	4,24	49,86%

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 6. Tiempo del proceso de pilado en una observación en la Compañía arrocera
San Nicolas**

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos
	N1
Recepción de materia prima	14,26
Almacenamiento de sacos	
Transporte de sacos a tolva	4,93
Inspección de % de humedad	3,23
Pre- limpia 1	1,06
Secado	589,67
Transporte a pre limpia	0,50
Pre- limpia 2	2,03
Transporte a descascarado	0,50
Descascarado	1,63
Separado de cáscara	4,17
Pulido de piedra	1,45
Pulido de agua	1,41
Trasporte a selección	0,50
Selección	18,22
Transporte a pesado	0,50
Pesado y envasado	15,50
Transporte a almacén	5,60
Almacenado final	
TOTAL	665,17

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PILADO DE ARROZ

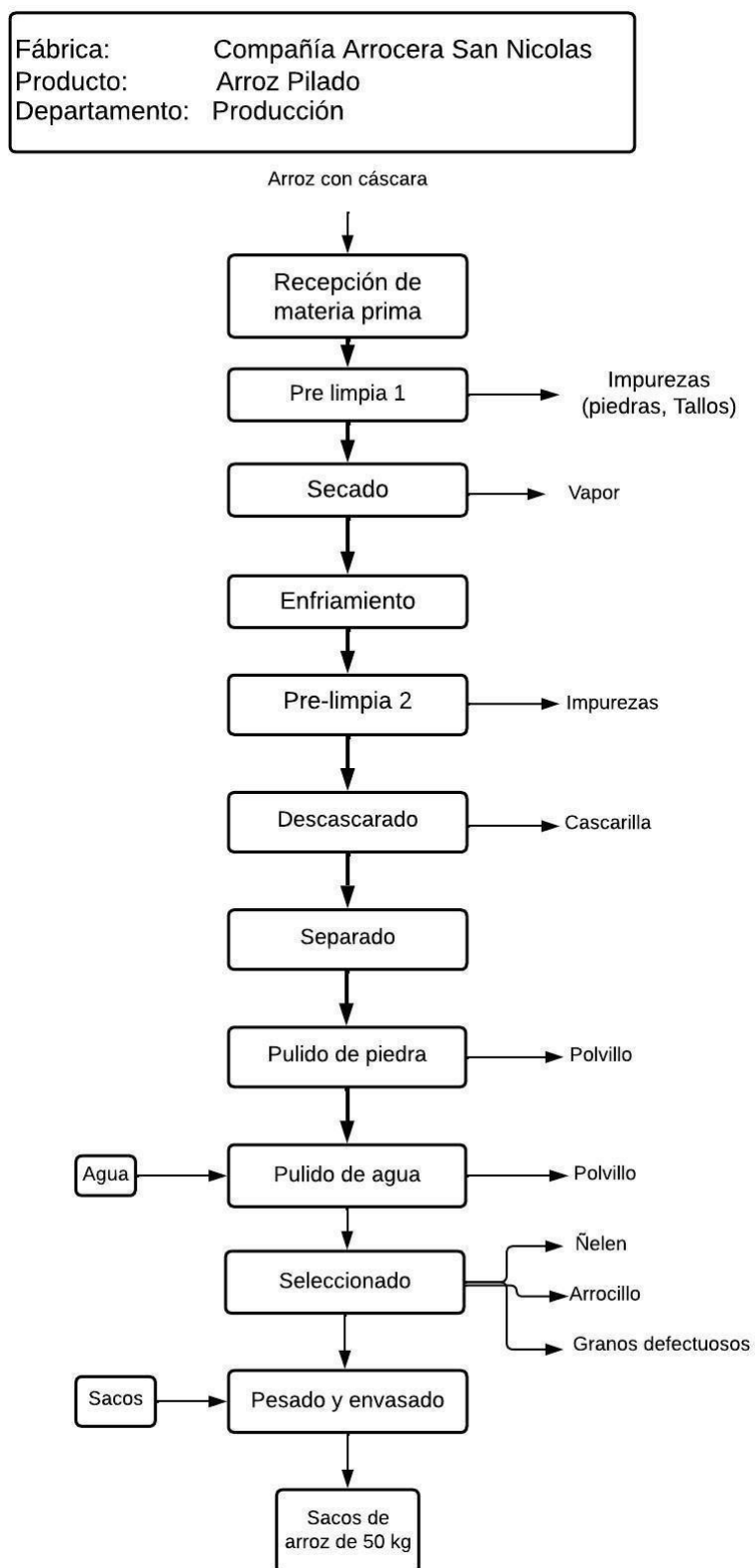


Ilustración 1- Diagrama de flujo de proceso productivo

Fuente: Elaboración propia en base a Compañía Arroceras San Nicolas

**Anexo 8. Curso grama analítico del proceso de producción en la Compañía arrocera
San Nicolas**

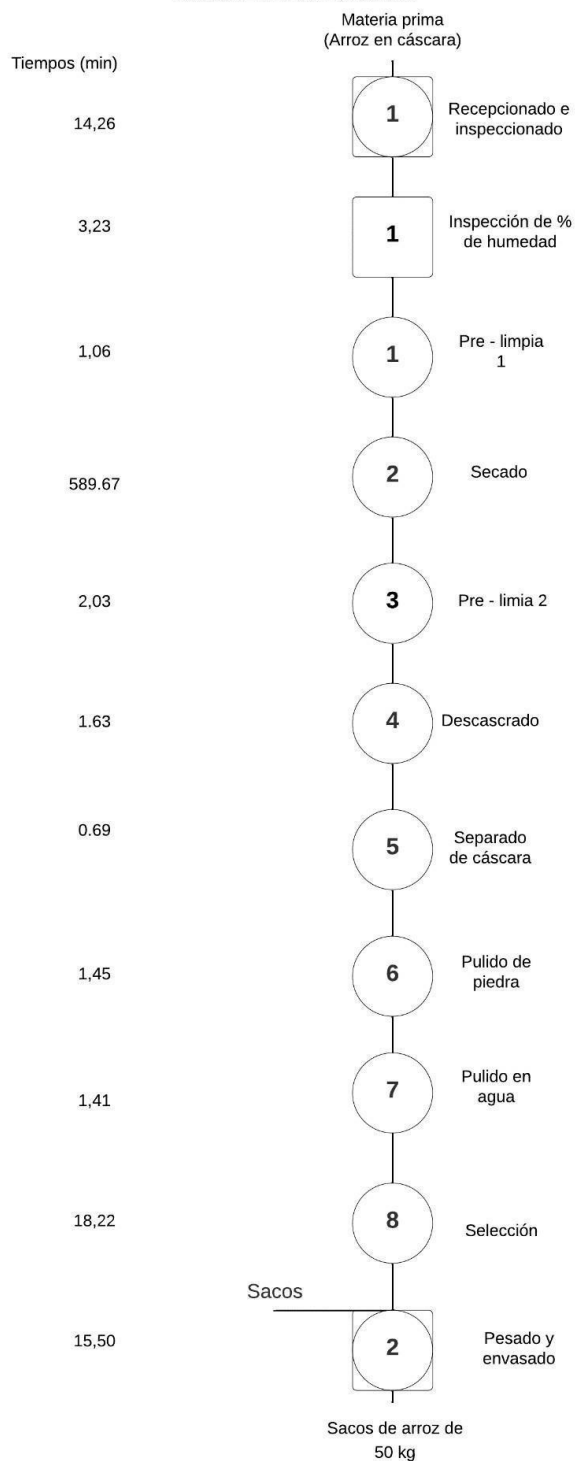
ACTIVIDADES	○	□	◻	⇒	△	Tiempo de actividades en min			
						1	2	3	Promedio
Recepción de materia prima			X			14,03	15,36	13,40	14,26
Almacenamiento de sacos					X				
Transporte de sacos a tolva				X		5,00	4,80	5,00	4,93
Inspección de % de humedad		X				3,50	2,90	3,30	3,23
Pre-limpia 1	X					1,08	1,05	1,05	1,06
Secado	X					591,00	593,00	585,00	589,67
Transporte a pre limpia				X		0,50	0,50	0,50	0,50
Pre-limpia 2	X					2,00	1,80	2,30	2,03
Transporte a descascarado				X		0,50	0,50	0,50	0,50
Descascarado	X					1,30	1,70	1,90	1,63
Separado de cáscara	X					3,70	4,50	4,30	4,17
Pulido de piedra	X					1,50	1,49	1,37	1,45
Pulido de agua	X					1,45	1,38	1,40	1,41
Trasporte a selección				X		0,50	0,50	0,50	0,50
Selección	X					17,90	18,00	18,75	18,22
Transporte a pesado				X		0,50	0,50	0,50	0,50
Pesado y envasado			X			15,50	15,30	15,70	15,50
Transporte a almacén				X		5,50	5,30	6,00	5,60
Almacenado final					X				
TOTAL	8	1	2	6	2	665,46	668,58	661,47	665,17

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Diagrama de operaciones del proceso

Fábrica:	Compañía Arroceras San Nicolas
Producto:	Arroz Pilado
Departamento:	Producción

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE PILADO DE LA COMPAÑÍA ARROCERA SAN NICOLAS

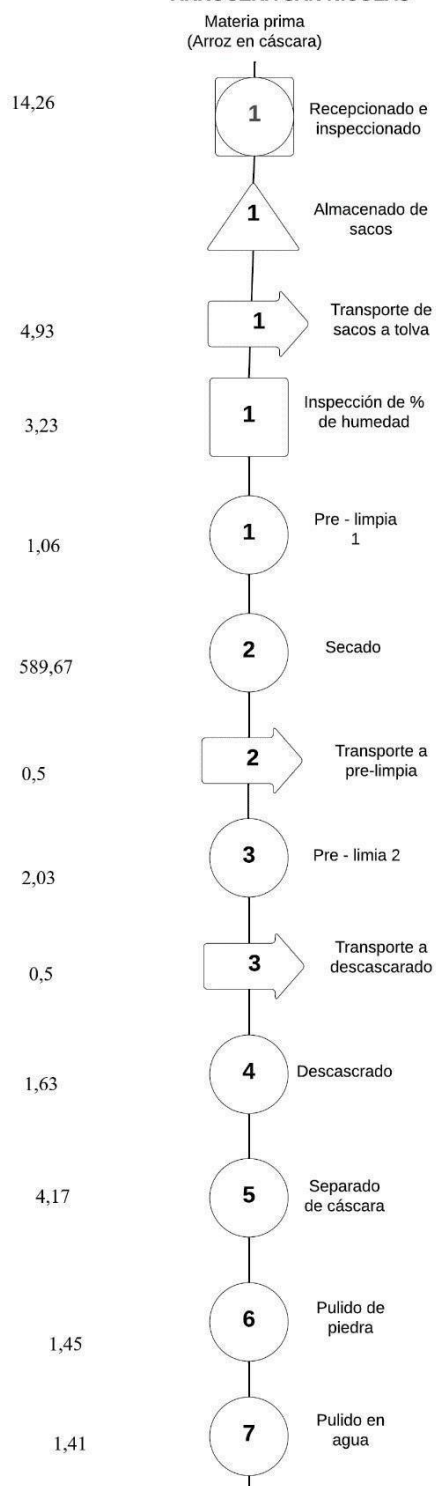


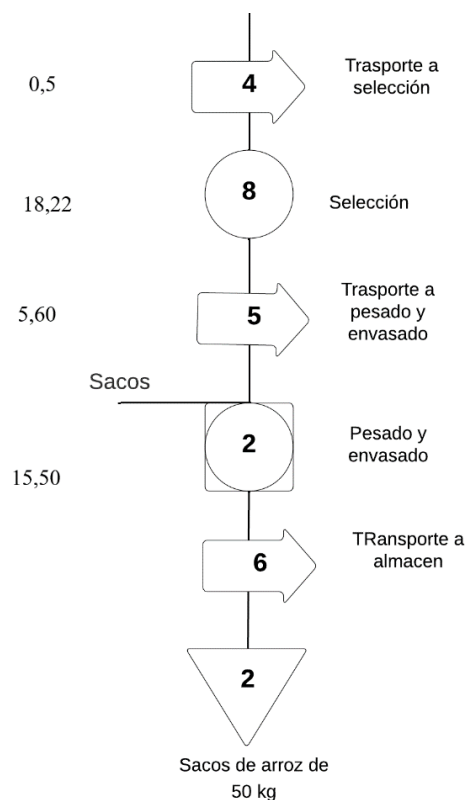
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. DAP

Fábrica:	Compañía Arroceras San Nicolas
Producto:	Arroz Pilado
Departamento:	Producción

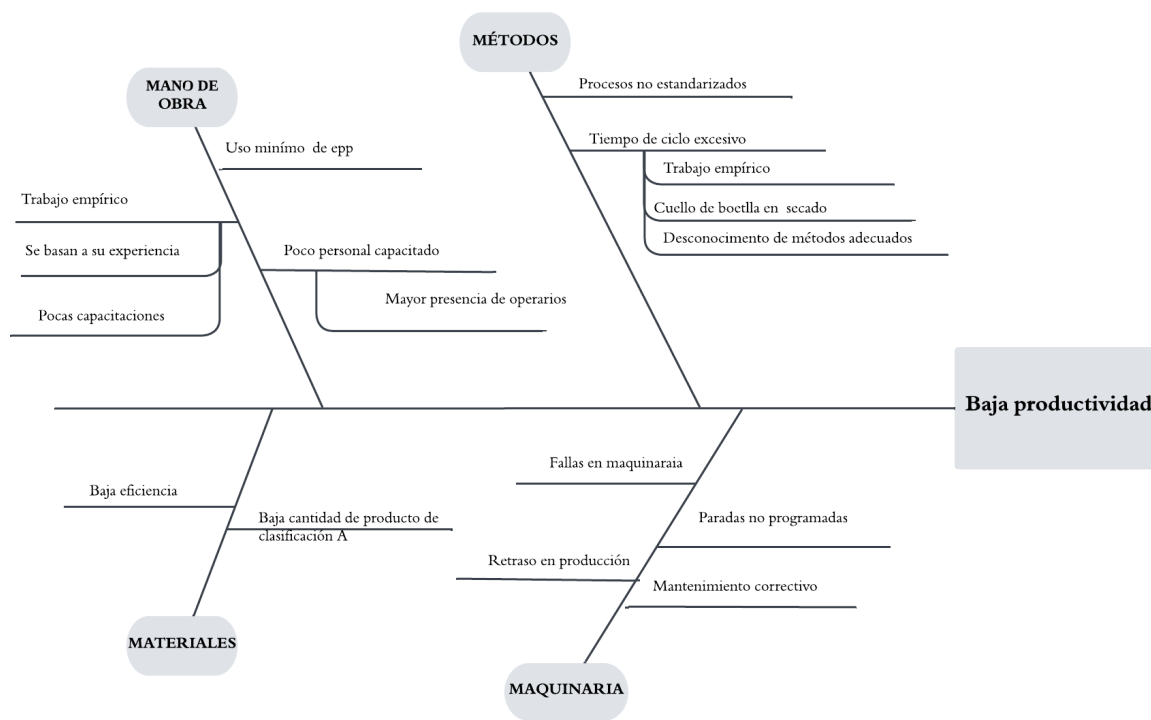
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE PILADO DE LA COMPAÑIA ARROCERA SAN NICOLAS





Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
VI: Proceso de pilado de arroz	Abarca desde la recepción de la materia prima, secado industrial hasta la obtención de arroz blanco en sacos de 50 kilos cada uno.	Etapas del proceso	Tiempo de ciclo	Análisis documental	Análisis de contenido
			Horas empleadas	Observación	Medición en unidades de minutos y horas
			Numero de fallas	Medición de tiempo	Medición en unidades de minutos y horas
			Eficiencia del proceso: (ingresos/egresos)	Observación	Registro de fallas
VD: Productividad	Es la cantidad de sacos de arroz pilado que se obtienen a partir de arroz cascara de la compañía arrocera.	Resultados obtenidos	Producción diaria		Análisis de contenido
			Productividad de materia prima	Análisis cuantitativo	
			Productividad Total		Análisis y cálculos de contenido
			Eficiencia de materia prima: (Recursos logrados) / (recursos empleados) *1000	Análisis y cálculos	Fichas de registro Análisis de contenido

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Eficiencia y pérdidas económicas

Ingreso de materia prima

Materia prima diaria	69 424,96
----------------------	-----------

Eficiencia diaria

	Porcentual	Kg
Promedio esperado	69%	48 597,47
Diagnostico	56,27%	39 065,42
Diferencia	12,73%	9 532,05

Pérdidas económicas

Diaria	S/ 1 715,77
Mensual	S/ 44 609,98
Anual	S/ 535 319,76

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Actividades de mantenimiento preventivo de pulidoras

Actividad de mantenimiento	Tiempo aproximado de trabajo	Periodo	N de veces al año	Tiempo Anual (min)
Revisar el funcionamiento de las pulidoras.	15	Diario	360	5400
Revisar la estructura metálica	10	Trimestral	12	120
Calibración de las pulidoras	15	Mensual	52	780
Limpieza superficial	8	Mensual	12	96
Lubricación	60	Mensual	12	720
Cambiar el cilindro pulidor y las rejillas de criba.	45	Trimestral	4	180
Total				7296

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Tiempo empleado en propuesta de mantenimiento preventivo

Tiempo total en mantenimiento		
	Min	Horas
Descascarado	5692	95
Pulido	7296	122
Total	12988	216

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo

Actividad de mantenimiento descascaradora	MES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Revisar el funcionamiento del distribuidor	[Yellow]											
Revisar el conector neumático	[Yellow]											
Revisar las fajas.	[Yellow]											
Cambiar fajas	[Red]			[Red]			[Red]			[Red]		
Ajustar o tensar fajas.	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Revisar el tubo de aspiración de aire.	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Revisar la rampa.	[Yellow]											
Revisar el funcionamiento de la descascaradora.	[Blue]											
Lubricar rodajes	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Revisar el funcionamiento del separador.	[Yellow]											

Actividad de mantenimiento pulidoras	MES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Revisar el funcionamiento de las pulidoras.	[Blue]											
Revisar la estructura metálica	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Calibración de las pulidoras	[Yellow]											
Limpieza superficial	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Lubricación	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]
Cambiar el cilindro pulidor y las rejillas de criba.	[Red]			[Red]			[Red]			[Red]		

Anexo 19. Tiempo de ciclos después de la propuesta.

ACTIVIDADES	Ciclo observado en minutos
	N1
Recepción de materia prima	12,50
Almacenamiento de sacos	
Transporte de sacos a tolva	2,30
Inspección de % de humedad	3,23
Pre- limpia 1	1,06
Secado	491,39
Transporte a pre limpia	0,50
Pre- limpia 2	2,03
Transporte a descascarado	0,50
Descascarado	1,20
Separado de cáscara	3,80
Pulido de piedra	1,45
Pulido de agua	1,41
Trasporte a selección	0,50
Selección	15,00
Transporte a pesado	0,50
Pesado y envasado	13,80
Transporte a almacén	4,30
Almacenado final	
TOTAL	555,48

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20. Demanda proyectada

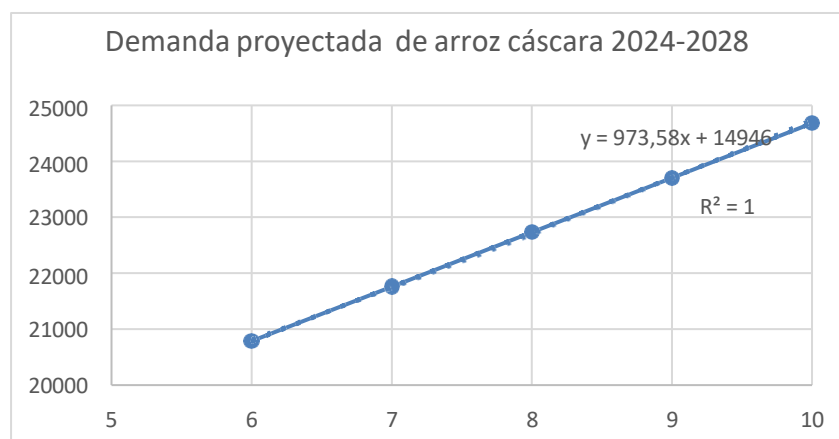


Ilustración 1- Demanda proyectada de arroz cáscara

Anexo 21. Proyección de sacos pilados

PERIODO	Antes de mejora	Después de mejora	Incremento de sacos
2024	233 942,30	286 867,22	52 924,92
2025	244 898,97	300 302,63	55 403,66
2026	255 855,64	313 738,03	57 882,39
2027	266 812,31	327 173,44	60 361,13
2028	277 768,98	340 608,84	62 839,86

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Ingresos por sacos de arroz pilados

PERIODO	Antes de mejora	Después de mejora	Incremento de ingresos	%
2024	2 105 480,70	2 581 805,02	476 324,32	18,45%
2025	2 204 090,72	2 702 723,65	498 632,93	18,45%
2026	2 302 700,75	2 823 642,29	520 941,54	18,45%
2027	2 401 310,77	2 944 560,92	543 250,15	18,45%
2028	2 499 920,79	3 065 479,56	565 558,77	18,45%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23. Costos de inversión

Ítem	Marca	Costo unitario	Cantidad	Costo total
<u>Tangible</u>				
Secadora	Speed	S/ 125 020,00	1	S/ 125 020,00
<u>Intangible</u>				
Instalación	-	S/ 32 300,00	1	S/ 32 300,00
Costo de capacitaciones				
Módulo I		S/ 400,00	4	S/ 1 600,00
Módulo II		S/ 385,00	15	S/ 5 775,00
Total				S/ 164 695,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Flujo de Caja.

ITE M	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>Inversión</u>						
Total inversión	S/ 164 695,00					
Préstamo	S/ 164 695,00					
<u>Ingresos</u>						
Ingresos por servicio de pilado		S/ 476 324,32	S/ 498 632,93	S/ 520 941,54	S/ 543 250,15	S/ 565 558,77
Total ingresos		S/ 476 324,32	S/ 498 632,93	S/ 520 941,54	S/ 543 250,15	S/ 565 558,77
<u>Egresos</u>						
Mantenimiento preventivo		S/ 79 800,00	S/ 7 800,00	S/ 7 800,00	S/ 7 800,00	S/ 7 800,00
Parada por mantenimiento		S/ 172 396,64	S/ 172 396,64	S/ 172 396,64	S/ 172 396,64	S/ 172 396,64
Gastos financieros		S/ 45 291,13	S/ 42 820,70	S/ 40 350,28	S/ 37 879,85	S/ 35 409,43
Depreciación		S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00
Total egresos		S/ 309 989,76	S/ 235 519,34	S/ 233 048,91	S/ 230 578,49	S/ 228 108,06
Saldo		S/ 166 334,56	S/ 263 113,59	S/ 287 892,63	S/ 312 671,67	S/ 337 450,70
Impuestos (30%)		S/ 49 900,37	S/ 78 934,08	S/ 86 367,79	S/ 93 801,50	S/ 101 235,21
<u>Saldos después impuestos</u>						
Depreciación		S/ 116 434,19	S/ 184 179,51	S/ 201 524,84	S/ 218 870,17	S/ 236 215,49
Depreciación		S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00	S/ 12 502,00
Saldo Final	-S/ 164 695,00	S/ 128 936,19	S/ 196 681,51	S/ 214 026,84	S/ 231 372,17	S/ 248 717,49
Utilidad Acumulada	-S/ 164 695,00	-S/ 35 758,81	S/ 160 922,70	S/ 374 949,54	S/ 606 321,71	S/ 855 039,20
VAN	S/ 965 260,66					
TMAR	14%					
TIR	98,80%					
B/C	2,11					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25. Análisis de sensibilidad.

	Año-0	Año-1	Año-2	Año-3	Año-4	Año-5
E INGRESOS		476 324,32	498 632,93	520 941,54	543 250,15	565 558,77
1 15,0%		40 4875,67	423 837,99	442 800,31	461 762,63	480 724,95
2 20,0%		381 059,45	398 906,34	416 753,23	434 600,12	452 447,01
3 23,5%		364 388,10	381 454,19	398 520,28	415 586,37	432 652,46
EGRESOS		347388,13	301951,41	306914,70	311877,99	316841,27
SALDO FINAL (FNE)	-164 695,00	128 936,19	196 681,51	214 026,84	231 372,17	248 717,49
SALDO FINAL 1	-16 4695,00	57 487,54	76 449,86	95 412,18	114 374,50	133 336,82
SALDO FINAL 2	-16 4695,00	33 671,33	51 518,22	69 365,10	87 211,99	105 058,88
SALDO FINAL 3	-16 4695,00	16 999,97	34 066,06	51 132,15	68 198,24	85 264,33
	TIR	99%				
	TIR 1	41%				
	TIR 2	25%				
	TIR 3	13%				

Fuente: Elaboración propia