

Improvement plan to reduce the operating costs of an agro-industrial milling company

Caroline De la Cruz¹, Amy Jara¹, Mickey Jave¹, Xiomara Portilla¹, Nathaly Ricardo¹ Jessy Talledo¹, y Teodoro Geldres-Marchena², Maestro en Ingeniería Industrial

¹Students of Industrial Engineering of Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, n00010573@upn.pe, n00096063@upn.pe, n00096400@upn.pe, n00125973@upn.pe, n00132670@upn.pe, n00149077@upn.pe

²Ingeniero Docente de la Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, teodoro.geldres@upn.edu.pe

Abstract— This study was performed in an agro-industrial milling company with the aim of reducing operative costs over the production and maintenance areas. The company's data was obtained through an interview and documentary analysis. Initial diagnosis was made using the following methods: SWOT analysis, Porter's five forces, PESTLE analysis, IFE and EFE Matrix, Ishikawa diagram and Pareto chart. An improvement plan was designed including tools related to Production Management and Maintenance Management: Demand Forecasting, MRP, Preventing Maintenance Plan, Transport network optimization, SRM and Process Standardizing. The improvement plan was simulated in ProModel 2016 software, using projected production data from the development of the proposed tools. Results obtained were: removal of rate of unscheduled plant shutdown, 14% decreased of the production rate not achieved by the machine "Table Paddy" and 9% decreased of the rate of unused capacity; obtaining 54.65% total reduction of the operating costs analyzed. The profitability of the improvement plan was demonstrated with a NPV of S/ 87,052.97 and an IRR of 69%.

Keywords—Maintenance; Production; Costs; ProModel

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.116>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Plan de mejora para reducir los costos operativos de una empresa agroindustrial molinera

Caroline De la Cruz¹, Amy Jara¹, Mickey Jave¹, Xiomara Portilla¹, Nathaly Ricardo¹ Jessy Talledo¹, y Teodoro Geldres-Marchena², Maestro en Ingeniería Industrial

¹Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, n00010573@upn.pe, n00096063@upn.pe, n00096400@upn.pe, n00125973@upn.pe, n00132670@upn.pe, n00149077@upn.pe

²Ingeniero Docente de la Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, teodoro.geldres@upn.edu.pe

Resumen— *El presente estudio se desarrolló en una empresa agroindustrial molinera con el objetivo de reducir los costos operativos en las áreas de producción y mantenimiento. Los datos de la empresa se obtuvieron a través de la entrevista y el análisis documental. Se realizó el diagnóstico inicial mediante las metodologías: Análisis FODA, 5 Fuerzas de Porter, Análisis PESTEL, Matrices EFE-EFI, Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto. Se diseñó el plan de mejora incluyendo las herramientas relacionadas a la Gestión de la producción y Gestión del mantenimiento: Pronóstico de la demanda, MRP, Plan de Mantenimiento Preventivo, Optimización de redes de transporte, SRM y Estandarización de Procesos. Se simuló el plan de mejora en el software ProModel 2016, usando datos de producción proyectados derivados del desarrollo de las herramientas propuestas. Los resultados obtenidos fueron: eliminación de la tasa de horas de parada de planta no programadas, disminución en 14% y 9% de la tasa de producción no alcanzada por la máquina "Mesa Paddy" y de la tasa de capacidad no utilizada respectivamente; obteniendo una reducción total del 54.65% de los costos operativos analizados. Se demostró la rentabilidad del plan de mejora con un VAN de S/87,052.97 y una TIR de 69%.*

Palabras Clave—Mantenimiento; Producción; Costos; ProModel

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cereales más importantes para el consumo humano a nivel mundial, su producción en todo el mundo se ha visto en aumento durante los últimos años, proyectando una producción de hasta 769.9 millones de toneladas anuales y considerando el crecimiento constante del precio del arroz desde 2016 [1]. Además, el arroz provee el 27% del aporte energético y el 20% de la proteína requerida en la dieta diaria, siendo la razón de su alto consumo per cápita en Latinoamérica; sin embargo, en los últimos años ha dado un desabastecimiento de cerca de un millón de toneladas de arroz blanco anual [2], por eso es necesario incurrir en herramientas que permitan a las molineras trabajar a su máxima capacidad para evitar los productos no vendidos a causa de la capacidad ociosa y la relación con los proveedores [3].

En Perú, la producción de arroz con cascara creció en un 3.1% anual desde el 2001 al 2016, siendo Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas. Asimismo, la región Cajamarca produce el 6,77% del arroz nacional, mientras que Loreto y San Martín son las regiones con mayor producción de este grano con el 14.71% y 14.95% respectivamente. Al 2016, se produjo 3.17 millones de toneladas de arroz, mostrando un crecimiento a comparación del año anterior y representando el 8 y 13.4% del Valor Bruto de la Producción (VBP) agropecuario y agrícola respectivamente; convirtiéndose el arroz en el cultivo más importante a nivel nacional [4].

En la presente investigación se propone el uso de distintas herramientas de mejora en la gestión de la producción. Sobre el Pronóstico de la demanda, en la Referencia [5] se indica que es el arte y la ciencia de predecir la demanda futura para un producto o servicio en base a datos históricos, estimaciones de mercadeo u otros métodos. Al pronosticar una demanda se debe tener en cuenta el horizonte de planeación, siendo recomendable proyecciones entre seis meses a dos años para realizar una correcta planeación agregada, siempre considerando las variables que podrían afectar a la organización. En cuanto a la herramienta Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP), en la Referencia [6] se afirma que es una de las técnicas de planificación de la producción y gestión de stock más empleadas en la actualidad. Considerando que es parte de un sistema de tipo "push". El MRP deduce cuándo se deben emitir los pedidos y programar las necesidades de producción, como también permite el balance de material para no incurrir en costos de almacenamiento ni en desabastecimiento de materia prima.

De la misma manera, se desarrolló herramientas para la gestión de proveedores como la Optimización de Redes, que por medio de la ramificación y el acotamiento se basa en un algoritmo con una variedad de estrategias de participación para resolver modelos de optimización global y tiene como fin encontrar el valor óptimo de la función objetivo manteniendo un valor inferior y superior; el problema de optimización de rutas de transporte de los proveedores se puede dividir en dos: el proceso de ramificación donde se encontrarán las soluciones al problema y el proceso de acotación que se da cuando una

solución no es factible entonces se acota esa rama [7]. Asimismo, la Gestión de la Relación con los Proveedores (SRM) es de importancia vital en el proceso productivo porque permite gestionar apropiadamente el aprovisionamiento; tomando en cuenta que muchas empresas tienen un alto índice de rotación y cambios de proveedores como resultado de su modelo de negocio, esta herramienta permitirá gestionar el desempeño, los procesos de compraventa y la capacidad de los proveedores [8].

Para la gestión del mantenimiento se consideró el desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual engloba un conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, equipos y maquinarias de una planta de producción antes de que se produzca un fallo, con el objetivo de evitar paradas en el proceso productivo; esta herramienta incluye un control programado sistemáticamente [9]. Sin embargo, para que una mejora sea sostenible en el tiempo debe aplicarse la Estandarización de Procesos, esta es una herramienta que requiere del involucramiento de todo el personal responsable y su aplicación permitirá que los procesos establecidos a nivel global o en un área específica de una empresa puedan mantenerse, de manera que los resultados que se obtengan sean homogéneos [10].

En la Referencia [11], se evidenció que la empresa en estudio generó un costo de \$17,695.17 por paradas de maquinaria, por lo cual elaboró un Plan de Mantenimiento Preventivo y logró reducir el porcentaje de parada de maquina a un 4,77% con un costo anual de \$7,462.95, alcanzando un ahorro de \$10,232.00. Además, en la Referencia [12] se afirmó que inicialmente la empresa en estudio presentó una tasa de eficiencia de 82,57% y 74.77% en dos de sus líneas de producción, no obstante, luego de la implementación de la Estandarización de Procesos la eficiencia en sus líneas de producción aumentó a 94.95% y 85.46% respectivamente. Asimismo, en la Referencia [13] se afirmó que después de la implementación de la mejora por medio de la herramienta de producción MRP, se redujo los tiempos por espera de repuesto, se obtuvo un beneficio económico de S/17,000.00 y la productividad H-H aumentó de 0.018 unidades/H-H a 0.025 unidades/H-H.

La presente investigación se desarrolló en la empresa Molino Paquito E.I.R.L., esta registró una pérdida de S/299,545.40 ocasionada principalmente a las paradas inesperadas de máquinas y a los productos no vendidos; la primera causa se debió a los mantenimientos correctivos y a la manipulación incorrecta por parte de los operarios, lo cual generó paradas de planta, mientras que la segunda causa se debió a la capacidad ociosa de planta por falta de materia prima, dejando de producir el arroz blanco pilado y generando una notable utilidad no percibida. Por tal motivo, se propuso la implementación de un plan de mejora en base a las herramientas para la gestión de la producción y del mantenimiento: Plan de Mantenimiento Preventivo, Estandarización de Procesos, Pronóstico de la Demanda, MRP, SRM y Optimización de redes

de transporte. El objetivo principal de la investigación fue determinar en qué medida el plan de mejora en las áreas de producción y mantenimiento reduce los costos operativos de la empresa Molino Paquito E.I.R.L., a través del diagnóstico del estado actual de dichas áreas, para desarrollar las herramientas de gestión incluidas del plan de mejora y simular su implementación en las áreas de estudio con el software ProModel 2016. Finalmente, se evaluó económica y financieramente el plan de mejora.

II. METODOLOGÍA

El diseño de la investigación fue de tipo pre experimental, debido a que se predijo lo que ocurriría al implementar el plan de mejora, considerando que se trabajó con la variable dependiente “costos operativos” y la variable independiente “plan de mejora”. El estudio tiene una orientación del tipo aplicada, porque se puso en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica y la investigación de fuentes confiables, con la finalidad de que su aplicación brinde beneficios a las organizaciones y/o a la sociedad en general [14].

A. Diagnóstico Inicial

El desarrollo del presente estudio fue en la empresa Molino Paquito E.I.R.L, de la cual se recolectó datos a través de las técnicas: entrevista al Gerente General y análisis documental. En base a los datos obtenidos, se elaboró un diagnóstico inicial para identificar la situación actual de la empresa a nivel global, para lo cual se desarrolló las metodologías: Análisis FODA, 5 Fuerzas de Porter, Análisis PESTEL y Matrices EFE-EFI, las cuales permitieron analizar el contexto en el que se desenvuelve la empresa, así como los factores internos y externos que la afectan. Posteriormente, se focalizó la investigación en las áreas de producción y mantenimiento al ser consideradas las más críticas; a través de un Diagrama de Ishikawa se identificó los problemas y sus causas raíz, estos se costearon y finalmente se elaboró un Diagrama de Pareto para analizar su influencia y priorizarlos en base a los costos operativos que generaron. Según el diagnóstico inicial, se decidió enfocar el plan de mejora en la solución de los problemas “Productos no vendidos” y “Paradas inesperadas de máquina”, puesto que representaron los mayores costos operativos con S/3,294,492.00 y S/296,275.44 respectivamente.

B. Selección de la alternativa de solución

En la Tabla I, se planteó tres alternativas de solución para los problemas identificados. Se evaluó las restricciones que estas podrían tener con respecto a: sistema de trabajo, financiamiento, capacidad de maquinaria, avance tecnológico, mercadeo, proveedores e impactos ambientales. Se seleccionó la alternativa de solución que obtuvo el mayor puntaje en la Matriz de Evaluación donde se consideró un rango de puntuación del 1 al 5, y los criterios de calificación fueron: inversión requerida (A), beneficio (B), afectación de restricciones (C), efectividad de la propuesta (D) y tiempo de desarrollo (E).

TABLA I
MATRIZ DE EVALUACIÓN

Nº	Herramientas	Puntaje
Alternativa 1	CRP, Estudio de mercado, 5S, MOF, Análisis de costo de ciclo de vida, pronóstico de la demanda y PERT.CPM.	12
Alternativa 2	Pronóstico de la demanda, MRP, SRM, Plan de Mantenimiento Preventivo, Estandarización de Procesos, Optimización de Redes	17
Alternativa 3	Estudio de tiempos, VSM, Plan de Mantenimiento Predictivo, Análisis de costo de ciclo de vida	9

C. Diseño de la alternativa de solución

La alternativa de solución propuesta incluyó para el área de Mantenimiento, la herramienta Plan de Mantenimiento Preventivo, que constituyó en el inventario y codificación de maquinaria, la clasificación por niveles de criticidad, la lista de verificación, las plantillas para las órdenes y rutas de trabajo; asimismo, se creó el historial, cronograma de mantenimiento y manual de procedimientos. Para el área de producción, se consideró las herramientas: Pronóstico de la Demanda, Plan Maestro de la Producción, MRP, plantillas de trabajo para el SRM y Optimización de redes de transporte, las cuales se desarrollaron en base a la data histórica de demanda, ventas, utilización de material, listas de materiales y proveedores.

Todo el procedimiento descrito fue plasmado en un diagrama de flujo y se estableció un cronograma de desarrollo de la alternativa de solución en un Diagrama de Gantt mediante el software Ms Project.

D. Identificación y selección de estándares de ingeniería

Se realizó la búsqueda de estándares nacionales e internacionales identificados como normas, reglamentos y decretos, que estuvieran relacionados a las herramientas ingeniería incluidas en el plan de mejora. Se elaboró una base de datos con veintinueve estándares, en la que se especificó: descripción, dirección web y fuentes de origen y/o intermedias.

Para la selección de los estándares se delimitó criterios de priorización en una escala del 1 al 3, siendo 1 la calificación poco importante, 2 la calificación importante y 3 la más importante. El criterio de asignación de puntajes que se estableció estuvo relacionado tanto al nivel de importancia del estándar, como también a su impacto en el sistema de gestión de la producción y del mantenimiento de la empresa. Se asignó puntuación 3 a aquellos estándares internacionales de accesible implementación para la empresa y a las leyes nacionales de cumplimiento obligatorio; mientras que la puntuación 2 y 1 a aquellos estándares que mostraban un costo de implementación elevado y funcionaban de manera complementaria a otros estándares. Se seleccionó doce estándares de los cuales cinco fueron nacionales y siete internacionales.

Posteriormente, se realizó la comparación de los estándares con las herramientas del plan de mejora y se describió el nivel de impacto sobre el desarrollo de dichas herramientas, determinando si conllevarían un cambio del diseño a nivel estructural, a nivel de detalle o que den especificaciones complementarias.

E. Formulación y cálculo de indicadores

La formulación de los indicadores se realizó en relación con las dos problemáticas identificadas: paradas inesperadas de máquina y productos no vendidos. Ante ello, el primer indicador delimitado fue el porcentaje de horas de paradas de planta originadas por mantenimientos correctivos y mala manipulación de la maquinaria, entre el tiempo total disponible como se muestra en (1).

$$\frac{\text{Horas de parada de planta}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100 \quad (1)$$

Se obtuvo un total 176 horas perdidas anuales entre el tiempo disponible anual de 1152 horas. Se determinó que el 15.28% del tiempo disponible no fue empleado en la producción de sacos de arroz durante el periodo analizado. Asimismo, se identificó la pérdida monetaria de este indicador en base a los 8800 sacos de arroz que se dejaron de producir, dando como resultado una utilidad no percibida de S/65,296.00 anuales.

El segundo indicador fue el porcentaje de producción no alcanzada por la máquina “Mesa Paddy”, en el cual se consideró la tasa de producción no alcanzada entre la tasa de producción proyectada como se muestra en (2).

$$\frac{\text{Tasa de producción no alcanzada Mesa Paddy}}{\text{Tasa de producción proyectada Mesa Paddy}} \times 100 \quad (2)$$

La máquina “Mesa Paddy” tiene una tasa de producción proyectada de 50 sacos por hora, sin embargo, presentó un déficit de 10 sacos por hora, por lo tanto, no se encontró produciendo el 20% de su capacidad, lo que generó una utilidad no percibida de S/85,478.40.

El tercer indicador se elaboró en relación con el porcentaje de capacidad no utilizada de la planta, debido al desabastecimiento de materia prima, entre la capacidad total de la planta indicado en (3).

$$\frac{\text{Capacidad no utilizada}}{\text{Capacidad Total}} \times 100 \quad (3)$$

La capacidad de planta no utilizada fue de 20050 sacos al año entre la capacidad de planta total de 59600 sacos al año, dando como resultado que no se empleó el 34% de la capacidad de producción y se identificó una utilidad no percibida que ascendió a S/148,771.00.

F. Diseño del modelo de simulación

Para evidenciar las mejoras que se lograrían con el desarrollo del plan de mejora, se realizó un listado de simuladores conformado por los softwares: Arena, ProModel, Montecarlo, FlexSim y LabView. Se analizó y evaluó el listado de simuladores con criterios como: bajo costo, conocimiento del simulador, calidad, facilidad de manejo y aplicación al proyecto, mediante una escala de calificación que fue elaborada de manera ascendente del 1 al 4, siendo 1 el menos importante y 4 el de mayor importancia; a partir de ello, la calificación se multiplicó con los respectivos valores de cada criterio para obtener el valor ponderado y se obtuvo que el programa

ProModel fue el más acertado para la simulación de la alternativa de solución.

Para diseñar el modelo de simulación en ProModel, se elaboró un diagrama de flujo para un mejor entendimiento del proceso de construcción del modelo de simulación y de su funcionamiento como se muestra en la Fig. 1.

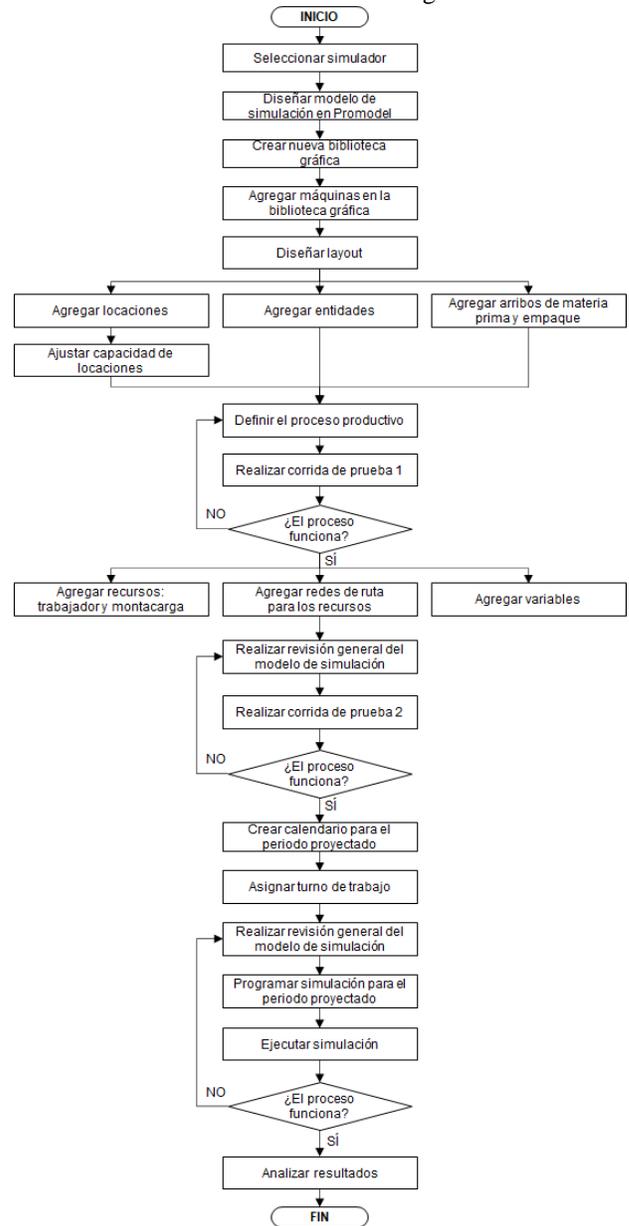


Fig. 1 Flujograma de simulación

III. RESULTADOS

A. Simulación del plan de mejora

Al comparar los estándares de ingeniería con el plan de mejora propuesto, se determinó las modificaciones a realizar para adecuarla a los estándares, obteniendo como resultado cambios estructurales y de detalle. En relación con el área de mantenimiento se adicionaron las actividades de la codificación

de máquinas, elaboración de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), registro de fallas según catálogo y llenado de Ficha de evaluación del informe de mantenimiento preventivo. En el área de producción se adicionó las actividades de desarrollo de: Checklist de aplicación de estándares de higiene e inocuidad y Desarrollo de Checklist de aplicación de estándares de transporte.

Mediante el software de simulación ProModel 2016 se ejecutó la simulación con un calendario programado de 251 días laborales (descartando feriados y domingos) del periodo 2021, considerando que la empresa asigna una jornada laboral efectiva de 4 horas diarias de lunes a sábado para la producción propia de arroz, y el tiempo restante es utilizado para la tercerización de servicios. Los indicadores establecidos dentro de la simulación se relacionaron a la tasa de producción de sacos terminados y a la tasa de kg de arroz procesados en la máquina “Mesa Paddy”, además que las actividades del cronograma de mantenimiento preventivo se consideraron fuera de las horas de funcionamiento de la planta para producción propia.

Al correr la simulación, se consideró la toma de datos inicial de una hora, de 8 a 9 am, para determinar la mejora en la tasa de producción, por lo cual se obtuvo un incremento la tasa de producción de 5 sacos por hora. Es decir, considerando que la tasa histórica es de 50 sacos por hora, se logró aumentar a 55 sacos por hora como se aprecia en la Fig. 2.

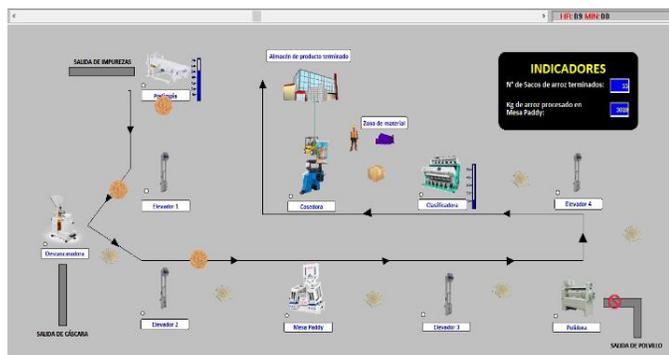


Fig. 2 Simulación en ProModel 2016

Por medio de la simulación del Plan de mejora donde se desarrollaron las herramientas: Pronóstico de la demanda, MRP, SRM y Optimización de redes de transporte, se logró reducir el % de capacidad no utilizada de 34% a 25% generando la reducción de la utilidad no percibida de S/34,584.00 nuevos soles.

Por otro lado, en la “Mesa Paddy”, con una producción inicial de 40 sacos por hora, aumentó su producción a 47 sacos por hora, se logró disminuir el porcentaje de la tasa de producción no alcanzada de 20% a 6% obteniendo una reducción de la pérdida a S/ 25,643.52 nuevos soles.

Con respecto a las paradas de planta no programadas se encontró que antes del Plan de Mejora, el 34% del tiempo disponible se vio perjudicado por las paradas inesperadas debido a mantenimientos correctivos o paradas inesperadas por

mala manipulación de la maquinaria. Este porcentaje se logró eliminar con el plan de mejora a 0%, donde se aplicó el Plan de Mantenimiento preventivo y la estandarización de procesos con una reducción de la pérdida a S/ 0.00 soles.

Los datos mencionados anteriormente se pueden encontrar en la Tabla II.

TABLA II
INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

Indicador	Antes de la Mejora		Después de la Mejora	
	%	Pérdida	%	Pérdida
% de hrs de parada de planta	15.28%	S/65,296.00	0%	S/0.00
% tasa de producción no alcanzada Mesa Paddy	20%	S/85,478.40	6%	S/25,643.52
% de capacidad no utilizada	34%	S/148,771.00	25%	S/110,187.00

B. Costos de implementación

Los costos asociados a la implementación del plan de mejora en la empresa Molino Paquito E.I.R.L. se proyectaron trimestralmente para un periodo de un año, resultando S/5,516.90, S/2,550.08, S/877.40 y S/2,550.08 por trimestre respectivamente.

En la Tabla III se detalla la proyección del Estado de Resultados trimestral para el periodo de un año considerando los ingresos del plan de mejora, los cuales fueron calculados en base a los resultados de la simulación en el software ProModel 3016; la depreciación de los equipos adquiridos fue calculada en base al 25% anual máximo de depreciación para equipos de procesamiento de datos y el Impuesto a la Renta de 29.5%, ambos datos definidos por la SUNAT.

TABLA III
RESUMEN DE ESTADO DE RESULTADOS EN TRIMESTRES

Meses	1	2	3	4
Ingresos	S/40,928	S/40,928	S/40,928	S/40,928
Costos operativos	S/5,515	S/2,550	S/877	S/2,550
Depreciación	S/168	S/168	S/168	S/168
Utilidad antes de los impuestos	S/35,243	S/38,209	S/39,882	S/38,209
Impuestos	S/10,396	S/11,271	S/11,765	S/11,271
Utilidad después de impuestos	S/24,846	S/26,938	S/28,117	S/26,938

Se proyectó un flujo de caja trimestral, como se muestra en la Tabla IV, para el periodo de un año, considerando un flujo neto negativo total para el periodo 0 de S/11,494.46.

TABLA IV
RESUMEN DE FLUJO DE CAJA EN TRIMESTRES

Meses	1	2	3	4
Utilidad después de impuestos	S/ 24,846	S/26,938	S/28,117	S/26,938
Más depreciación	S/0	S/0	S/0	S/0
Flujo neto efectivo	S/24,846	S/26,938	S/28,117	S/26,938

B. Evaluación económica-financiera

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) se consideró un Costo de Oportunidad (COK) de 16% anual. En la Referencia [15], para establecer un

COK en un proyecto de inversión se deben considerar las tasas de 16% y 30% para determinar la sensibilidad del proyecto en base a estas tasas, considerando que la primera es la versión optimista, y la segunda, es la que genera un menor VAN; en contraste a este planteamiento, en la Referencia [16] se mencionó que el COK alto es considerado para entidades de consumo minorista.

El plan de mejora generó un VAN de S/87,052.97 soles, asimismo, una TIR de 69%, superior al COK propuesto de 1.24% mensual. Por otro lado, el periodo de recuperación de la inversión es de 8 meses y el índice de beneficio/costo es 2.90, lo que indica que por cada sol invertido se genera un beneficio económico de S/1.90 soles.

IV. DISCUSIÓN

En primer lugar, a causa de las paradas de las máquinas por falta de un mantenimiento se tuvo un 15.28% de tasa de horas de parada de planta ocasionando un costo anual a la empresa de S/ 65,296, por lo que se planteó la implementación de un Plan de Mantenimiento, para evitar cualquier tipo de falla o parada de planta inesperada. Es así como luego de la simulación de implementación del programa de mantenimiento preventivo, se prevé un 0% de paradas de máquinas ahorrando los S/ 65.296 anualmente. En contraste, en la Referencia [11] se afirmó que la empresa en estudio tenía un 11.31% promedio mensual de paradas de máquina, lo que ocasionó un costo promedio de \$17,695.17; a través del desarrollo de programas de mantenimiento, incluyendo actividades periódicas preventivas, predictivas y defectivas con el objetivo de mejorar la efectividad de las máquinas, se redujo el porcentaje de paradas de máquina a un 4,77% con un costo anual de \$7,462.95, ahorrando \$10,232.

El segundo indicador analizado fue la tasa de producción no alcanzada de una máquina que no se encuentra en estado óptimo, considerando la tasa de producción histórica de 50 sacos/hora como base, se identificó que durante el periodo analizado hubo un 20% de producción no alcanzada por la máquina Mesa Paddy ocasionando una pérdida de S/.85,478.00; aplicando el Plan de Mantenimiento Preventivo y la Estandarización de procesos, se mejoró la tasa de producción de la máquina a un 94% minimizando tasa de producción no alcanzada a un 6%, lo que generó un ahorro de S/. 59,834.88. De la misma manera, en la Referencia [12] se mencionó que de manera inicial los procesos analizados tenían una tasa de eficiencia de 82,57% y 74.77%, pero luego de la implementación de estandarización de procesos se llegó a obtener una eficiencia de 94.95% y 85,46% respectivamente.

El último indicador analizado fue la tasa de capacidad no utilizada que se dio debido a una mala planificación recursos, ventas y gestión con los proveedores, ocasionando un 34% de capacidad de planta no utilizada, ocasionando una pérdida por utilidad no percibida de S/.148,771.00; luego de simulación de implementación de las herramientas de gestión de la producción: Pronóstico de la demanda, MRP, SRM y optimización de redes, se redujo la tasa de capacidad no

utilizada a un 25%, generando un ahorro de S/.110,187.00. En contraste, en la Referencia [13] se indicó que al comparar el antes y después de la implementación, se demostró que la herramienta MRP mejoró la eficiencia de la empresa pues obtuvieron los materiales en el tiempo que se necesitaron, se redujeron las paradas de producción por falta de material y se mejoró la calidad, traduciéndose en una mejora de la eficiencia de 84% a 91% y siendo el beneficio económico de S/ 17,000.00.

IV. CONCLUSIONES

Se determinó que la implementación del plan de mejora en las áreas de producción y mantenimiento reduce los costos operativos de la empresa Molino Paquito E.I.R.L. en un 54.65%, generando un beneficio económico de S/163,687.88 soles.

Se diagnosticó el estado actual de las áreas de producción y mantenimiento de la empresa Molino Paquito E.I.R.L., identificando las paradas inesperadas de máquina y los productos no vendidos como las principales problemáticas de la empresa.

Se desarrolló el plan de mejora en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa Molino Paquito E.I.R.L., para lo cual se empleó herramientas de Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento: Plan de Mantenimiento Preventivo, Estandarización de procesos, Pronóstico de demanda, MRP, SRM y Optimización de redes de transporte.

Se simuló la implementación del proyecto de mejora con el software ProModel, obteniendo: la eliminación de las paradas de planta por mantenimientos correctivos y manipulación incorrecta; un incremento en la tasa de producción de 5 sacos por hora y en la tasa de producción de la máquina "Mesa Paddy" de 7 sacos por hora.

Se evaluó económica y financieramente el proyecto de mejora en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa Molino Paquito E.I.R.L., determinando que la implementación del proyecto es rentable debido a que presenta un VAN de S/87,052.97, una TIR de 69% mayor al COK de 1.24% mensual y un B/C de 2.90 por lo que por cada sol invertido se retornará la inversión en S/1.90; el periodo de retorno de la inversión será de 8 meses.

REFERENCIAS

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations, "Seguimiento del mercado del arroz de la FAO", *Newsletters from the Decentralized Offices*, vol. 21, no. 1, pp. 1–10, Abril 2018.
- [2] V. Degiovanni, C. Martínez y F. Motta, "Producción eco-eficiente del arroz en América Latina", *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, vol 1, no. 1, pp. 7, Septiembre 2010.
- [3] M. Coronado, *Plan estratégico para la empresa Molinerías Grupo Ram S.A.C. para el período 2017-2019*, Universidad San Ignacio de Loyola, 2019.
- [4] Informe del Arroz, Ministerio de Agricultura y Riego. <https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-de-arroz/arroz-2019>
- [5] R. Schroeder, S. Goldstein y M. Rungtusanatham, *Administración de operaciones*, 5th ed., México: The McGraw-Hill Companies, 2011, pp. 237-238.
- [6] G. Miño, E. Saumell, A. Toledo, A. Roldan, y R. Moreno, "Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP", *Tecnología Química*, vol. 35, no. 2, pp. 248–260, Agosto 2015.

- [7] E. Bermeo, y J. Calderón. “Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte”, *El Hombre y La Máquina*, vol. 32, pp. 52–67, Junio 2009.
- [8] R. Farfán, “La gestión de relación con los proveedores en la cadena de abastecimiento”, *Sinergia e Innovación*, vol. 2, no. 2, pp. 118–122, Diciembre 2014.
- [9] F. Rey. *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*, 1st ed., España: FC Editorial, 2003.
- [10] J. Gallo, *Propuesta de un modelo de Estandarización de procesos productivos a una asociación de Mypes del sector calzado en Lima para poder abastecer pedidos de grandes volúmenes logrando la mejora de la competitividad a través de la aplicación de la Gestión por procesos*, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013.
- [11] C. Vásquez, *Análisis para la elaboración de un plan de mantenimiento, para reducir las paradas por falla mecánicas en el área de enchufe*. Universidad de Guayaquil, 2018.
- [12] A. Alfaro, *Estandarización de los procesos de mix y batido para mejorar la eficiencia de una planta de producción de helados*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020.
- [13] J. Aparicio, *Aplicación de la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) para mejorar la productividad en el área servicio de mantenimiento de la empresa Autoclass SAC, Surquillo, 2018.*, Universidad César Vallejo, 2018.
- [14] Z. Cordero, “La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica”, *Revista Educación*, vol. 33, no. 1, pp. 155-165, Junio 2009.
- [15] H. Molina, y J. Del Carpio, “La tasa de descuento en la evaluación de proyectos y negocios empresariales”, *Industrial Data*, vol. 7, no. 1, pp. 042-054, Julio 2004.
- [16] J. Lladó y M. Concha, “¿Cuál es el retorno mínimo exigido por el inversionista por invertir en una entidad financiera peruana?”, *Revista Moneda*, vol. 151, pp. 9-22, Julio 2012.