

Maintenance management proposal based on reliability to reduce machinery failures of the broiler line in a poultry company de Perú

(Propuesta de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad para reducir las fallas de la maquinaria de la línea de pollo de engorde en una empresa avícola de Perú)

Cruz Salinas Luis Edgardo¹, Mendoza Ocaña Carlos Enrique², Villena Mendieta Karina³, Cueva Ramos Cesar Abraham⁴

¹Universidad Privada del Norte, Perú, luis.salinas@upn.pe

²Universidad Privada del Norte, Perú, carlos.mendoza@upn.edu.pe

³Universidad Privada del Norte, Perú, N00161693@upn.pe

⁴Universidad Privada del Norte, Perú, N00072760@upn.pe

Abstract– *The main objective of the research is to propose maintenance management based on reliability to reduce failures of the machinery of the broiler line of a poultry company. For this reason, maintenance management techniques were applied: criticality analysis of machines or processes, fault tree, mode effect analysis and failures (AMEF). For this reason, the objective of this thesis was to develop a preventive maintenance management plan based on Reliability (RCM), which yielded the following results: failures were reduced by 66%, as a result, availability increased from 86% to 96%, in the AMEF the NPR decreased by 65% with the application of the maintenance strategies proposed for each potential failure mode, the implementation of the reliability-based maintenance management plan resulted in annual savings of 75,799.17 soles due to the reduction of machinery failures.*

Keywords: *maintenance management, reliability, RCM.*

Resumen- *La investigación tiene como objetivo principal proponer gestión de mantenimiento basado en la fiabilidad para reducir fallas de la maquinaria de la línea de pollo de engorde de una empresa avícola. Por esta razón se aplicó las técnicas de gestión de mantenimiento: Análisis de criticidad de máquinas o procesos, árbol de fallas, Análisis de efecto de modo y fallas (AMEF). Por esta razón el objetivo de la presente tesis fue elaborar un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en la Confiabilidad (RCM), el cual arrojó los siguientes resultados: las fallas se redujeron en un 66%, producto de ello, la disponibilidad se incrementó de 86% a 96%, en el AMEF el NPR disminuyó en un 65% con la aplicación de las estrategias de mantenimiento planteadas para cada modo de falla potencial, la implementación del plan de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad trajo como consecuencia un ahorro anual de 75,799.17 soles debido a la reducción de fallas de la maquinaria.*

Palabras clave: *gestión de mantenimiento, confiabilidad, RCM.*

I. INTRODUCCIÓN

Para la Organización de las Naciones Unidas y para la Alimentación y Agricultura (FAO), las avícolas están destinadas a la producción de huevos y carne. Éstas se encuentran en casi todo el mundo y proporcionan una aceptable forma de proteína animal a la mayoría de las personas. Durante la última década muchos países en desarrollo han adoptado la producción avícola intensiva para cubrir, de esta forma, la demanda de proteína animal.

la avicultura nacional, concentrada principalmente en la costa y cercana a los centros de consumo más importantes del país, tiene una significativa participación dentro del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria y viene constituyéndose como una actividad económica en continuo crecimiento y enfrenta nuevos desafíos a los productores debido a los requerimientos nutricionales de la población. El sector avícola, orientada a la producción de carne y huevos comerciales, en enero 2020 participó con el 29,2% dentro del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (ave 24,6% y huevo, 4,7%) y se está posicionando como la primera fuente de proteína animal a nivel nacional y regional, garantizando la seguridad alimentaria.

Según el informe de la Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia (2006), en los últimos años, el área de mantenimiento ha sufrido grandes cambios en este periodo de transición, empezando desde un mantenimiento correctivo, es decir, la reparación del equipo averiado, hasta la implementación de mecanismos de mantenimiento preventivo, aquel que está destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y confiabilidad. Una empresa está constituida por diversos componentes y/o equipos mediante el

cual se pueden producir, con el paso del tiempo estos componentes van sufriendo una serie de degradaciones algunas causadas por el hombre y otras por el mismo ambiente, afectando a la disponibilidad de los equipos, ante este problema los planes de mantenimiento preventivos se han transformado en un elemento clave para mejorar la disponibilidad, trayendo consigo grandes ventajas a las empresas que decidan adoptar un plan de mantenimiento.

En búsqueda de mejoras sobre la gestión de mantenimiento, se han creado técnicas y metodologías, entre ellas encontramos al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), que tiene como objetivo principal en una planta industrial, aumentar la disponibilidad del activo físico y disminuir costos de mantenimiento, identificando los modos y causas de fallas.

García [1], indica que El RCM o Reliability Centered Maintenance es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basada en el análisis de fallos de la instalación. También es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. De algunas metodologías dedicadas a la elaboración de planes de mantenimiento, basar este plan de mantenimiento en un exhaustivo análisis de fallos es sin duda la que mejores resultados puede dar, pues estará orientado a evitar los fallos que pueda tener.

el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad fue desarrollado en un principio por la industria de la aviación comercial de los Estados Unidos, en cooperación con entidades gubernamentales como la NASA y privadas como la Boeing (constructor de aviones). Desde 1974, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ha usado el RCM, como la filosofía de mantenimiento de sus sistemas militares aéreos. El éxito del RCM en el sector de la aviación, ha permitido que otros sectores tales como el de generación de energía (plantas nucleares y centrales termoeléctricas), petroleros, químicos, gas, refinación y la industria de manufactura, se interesen en implantar esta filosofía de gestión del mantenimiento, adecuándola a sus necesidades de operaciones.

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir los objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación. Al disminuir las fallas de un equipo o máquina se reducen los tiempos muertos de parada en los diferentes procesos de producción.

El presente estudio se realiza en una Empresa Avícola dedicada a la producción de pollo de engorde, garantizando el bienestar sanitario, la inocuidad y calidad de las aves.

Desde el año 2015, la empresa viene incrementando su capacidad de producción en un 20% promedio anual, en el año 2019 logró producir 101,640 toneladas de carne de pollo en pie con las granjas automatizadas en un 100%; sin embargo, se han producido numerosas fallas en la maquinaria

principalmente en los sistemas de calefacción, alimentación y ventilación, los cuales afectan directamente la calidad del producto final. Es importante resaltar que la empresa pasó por varios cambios tecnológicos en su línea de producción, desde el año 2015 hasta el año 2018, pasando de una operación manual a sistemas automatizados, sin embargo, durante el año 2019 se registraron 1442 fallas en las diferentes máquinas de 14 centros de producción de pollo carne (granjas), las cuales generaron 5417 horas de parada. Por esta razón el presente proyecto de tesis tiene por objetivo proponer un plan de Gestión de Mantenimiento utilizando las herramientas de confiabilidad como: Análisis de criticidad, La elaboración del árbol de fallas, la elaboración del AMEF (Análisis de modo y efecto de fallas) de tal manera que todos los equipos y máquinas del proceso que generen más fallas puedan ser identificados y de esta manera a través del plan de Gestión de Mantenimiento puedan reducirse.

La pregunta de investigación planteada fue ¿Cuál es el efecto de la Propuesta de Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad sobre las fallas en la maquinaria en la línea de pollo de engorde en una Empresa Avícola?, buscando responder a la hipótesis Si se implementara una Propuesta de Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad, entonces se reduciría las fallas de la maquinaria de la línea de pollo de engorde en una Empresa Avícola.

Esta investigación se realiza con el propósito de reducir las fallas de la maquinaria a través del RCM y sus herramientas de análisis de criticidad para detectar las máquinas que requieren un mantenimiento urgente y el diagrama de árbol para ubicar cuales son las fallas potenciales de la maquinaria y con esta información elaborar el AMEF para finalmente elaborar el plan de gestión. Además, este estudio se justifica teóricamente porque utiliza conocimientos de la Ingeniería Industrial y con la aplicación de la metodología del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad identificaremos todos los tipos de fallas que se presenten en los equipos y se tendrá disponible todas las soluciones preventivas para cada uno de ellos, con esta metodología evitaremos las paradas imprevistas y consecuentemente mejorar la disponibilidad de los equipos durante la operación.

Esta investigación se realizó porque al implementarla en la empresa se reducirán las fallas a través de las acciones correctivas, fechas de mantenimiento, modos funcionales y el Número de prioridad de riesgo (NPR), tomando las precauciones del caso el NPR debe disminuir y de esta manera la maquinaria tendrá una mejor disponibilidad, disminución de fallas, lo cual permitirá aumentar la producción y aumentar la utilidad no percibida.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación tiene este enfoque descriptivo con diseño propositivo por que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de

investigación en el proceso de interpretación de los registros de los operarios de las maquinarias.

Esta investigación es descriptiva por que trabaja sobre realidades y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta de las variables: Propuesta de Gestión de Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) y Fallas de la Maquinaria.

La población y la muestra estuvieron formadas por las fallas de la maquinaria en la línea de pollo de engorde de la empresa avícola.

Para el recojo de la información, en el presente estudio se utilizará: observación directa al funcionamiento de cada máquina, entrevista a los operarios de la maquinaria que operan, registros de las fallas en la maquinaria, registros de los tiempos de reparación de la maquinaria, registros de repuestos utilizados, fotos y videos de evidencia de cada intervención a la maquinaria. Después de haber aplicado el instrumento, se procederá a organizar la información en Excel y se elaboró el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) que describen los resultados finales de las variables y dimensiones, para la redacción del informe se utilizó el paquete office 2020.

Para la realización de la siguiente investigación se procederá a ejecutar los siguientes pasos. Identificar cual es el problema que tiene el área de mantenimiento. Elaborar la problemática en base a un resumen, formulación del problema, determinar los objetivos de la investigación y plantear la hipótesis. Revisión bibliográfica sobre el contexto técnico de las variables de estudio. Procesamiento de datos mediante la elaboración de tablas de sistematización de las variables. Procesamiento de datos mediante el estudio y análisis de los datos e información obtenida de análisis documental mediante herramientas digitales y observación. Diagnóstico de situación actual, identificar el estado de la maquinaria involucrada en el proceso de la línea de engorde, recopilar información técnica. Aplicación de mantenimiento basado en la confiabilidad, nivel de criticidad, elaboración del análisis de modo y efecto de falla (AMEF), evaluación del número de riesgo (NPR) y elaboración de la propuesta del plan de gestión de mantenimiento. Análisis y discusión de los resultados obtenidos del plan de gestión de mantenimiento. Elaboración de las conclusiones. Finalmente documentar la investigación y presentar el informe final.

III. RESULTADOS

FIGURA I
CANTIDAD DE FALLAS POR MES PRESENTADAS EN EL AÑO 2019 EN LA LÍNEA DE POLLO DE ENGORDE

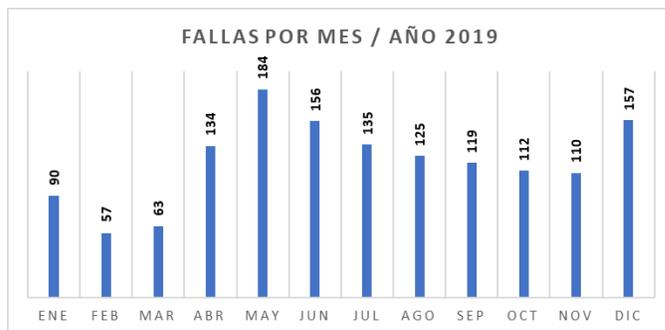


FIGURA II
COSTO DE FALLAS POR EQUIPO MANTENIBLE DE LA LÍNEA DE POLLO DE ENGORDE.

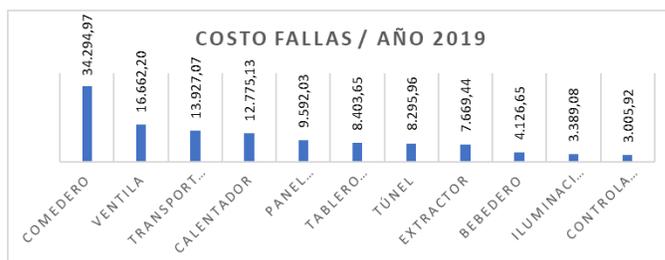


FIGURA III
CANTIDAD DE FALLAS POR EQUIPO PRESENTADAS EN EL AÑO 2019 EN LA LÍNEA DE POLLO DE ENGORDE



TABLA I
PONDERACIÓN PARA EL FACTOR DE FRECUENCIA Y
CONSECUENCIA PARA CALCULAR LA CRITICIDAD

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

TABLA II
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Equipo	Ff	Io	Fo	Cm	Is	Ima	Co	Ct
Comedero	5	3	4	3	1	4	15	75
Extractor	5	3	3	3	1	4	14	70
Calentador	5	3	4	2	1	2	12	60
Transportador de silo	5	3	3	3	1	2	12	60
Controlador	5	3	3	2	1	1	10	50
Bebedero	5	2	3	2	1	2	10	50
Túnel	5	2	2	2	1	1	8	40
Ventilas	5	2	2	2	1	1	8	40
Iluminación	5	1	3	1	1	1	7	35
Tablero eléctrico	4	1	2	2	1	1	7	28
Panel evaporativo	4	1	1	1	1	1	5	20

Como se aprecia en la tabla II, los equipos de mayor criticidad en la línea de pollo de engorde en la Empresa Avícola son los comederos, extractores, calentadores, transportador de Silo, Controlador y los bebederos, este grupo de equipos interviene en cada etapa clave de la crianza del pollo. Se continuará con el análisis de este grupo de equipos con criticidad alta para desarrollar las estrategias de mantenimiento a efectuar, las cuales se relacionan más adelante en la parte del análisis de la herramienta AMEF.

FIGURA IV
AMEF COMEDERO

Equipo Padre / Item mantenible	Función	Modo/s potencial(es) de fallo	Efecto/s potencial(es) de fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutor	Resultado de las acciones			
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Comedero / Motorreductor	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica para hacer girar el helicoides	Incapaz de convertir energía eléctrica en energía mecánica para girar el helicoides	Piso de la máquina	6	Corriente elevada	5	Inspección visual	5	150	Checklist: toma de lectura de corriente	Inspector de Mantto	4	4	3	48
				6	Desequilibrio entre fases	5	Inspección visual	5	150	Checklist: toma de lectura de voltaje por fase	Inspector de Mantto	4	2	8	64
Comedero / Helicoides	Distribuir el alimento a razón de 480 kg/h sobre los platos comederos en automatico	Incapaz de distribuir alimento a razón de 480 kg/h	Platos de comedero vacíos	5	Aforo de helicoides	5	Inspección visual	4	100	Verificar correcta posición del filtro de malla en la tolva	Técnico de Producción	4	2	3	24
				5	Soltura mecánica del helicoides	5	Inspección visual	5	125	Revisión y ajuste de acople	Electromecánico de Mantto	5	3	2	30

FIGURA V
AMEF BEBEDERO

Equipo Padre / Item mantenible	Función	Modo/s potencial(es) de fallo	Efecto/s potencial(es) de fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutor	Resultado de las acciones			
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Bebedero / Regulador de presión de agua	Regular la presión de agua en las tuberías de niples a 1,5 PSI	No regula la presión de agua en la salida de los niples	Goteo excesivo de agua por los niples, lo cual provoca incremento de humedad en la cama	6	Desgaste de diafragma	7	Inspección visual	5	210	Checklist: Rev. Detección de componentes internos	Electromecánico de Mantto	4	5	3	60
				7	Mala regulación de la válvula	6	Inspección visual	5	210	Capacitar al personal de producción	Supervisor de Mantto	5	2	8	80
Bebedero / Tubería de Niples con recuperador de agua	Distribuye el agua a lo largo del galpón para que las aves puedan beber durante la alimentación	No distribuye el agua al galpón	No hay salida de agua por los niples, se incrementa el estribo de las aves	6	Presión de agua menor a 1 PSI	3	Inspección visual	6	108	Verificar la presión de salida de los reguladores	Técnico de Producción	4	2	3	24
				7	Tubería obstruida	5	Inspección visual	5	175	Aplicación de desincrustante en tubería de niples	Electromecánico de Mantto	6	3	2	36

FIGURA V
AMEF EXTRACTOR

Equipo Padre / Item susceptible	Función	Modo's potenciales de fallo	Efecto's potenciales de fallo	Severidad	Causa(s) potenciales del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutar	Resultado de las acciones			
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Extractor/Motor principal	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica para hacer girar la hélice del extractor	Incapar de hacer girar la hélice de extractor	Puro de la máquina	7	Corriente elevada	6	Inspección visual	5	210	Checklist: toma de lectura de corriente	Inspector de Manto	4	4	3	48
				6	Desbalance entre fases	4	Inspección visual	4	96	Checklist: toma de lectura de voltaje por fase		Inspector de Manto	5	1	3

FIGURA VI
AMEF CALENTADOR DE GLP

Equipo Padre / Item susceptible	Función	Modo's potenciales de fallo	Efecto's potenciales de fallo	Severidad	Causa(s) potenciales del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutar	Resultado de las acciones			
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Calentador/ Motor principal	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica para hacer girar el ventilador y distribuir el calor en el galpón	Incapar de hacer girar el ventilador	Puro de la máquina	8	Bajo Anilamiento	6	Inspección visual	5	240	Checklist: Rev. Y toma de lectura de aislamiento	Electromecánico de Manto	5	4	4	80
				3	Electroavulva obstruida	5	Inspección visual	5	175	Checklist: Rev. Y limpieza de electroavulva		Electromecánico de Manto	5	4	4
Calentador/ Unidad de válvula de gas	Convertir la presión del GLP que ingresa a los equipos, de 40 a 8 mmHg	Incapar de convertir la presión del GLP de 40 a 8 mmHg	Puro de la máquina	7	Mala calibración de la presión de trabajo	4	Inspección visual	5	140	Calibrar los equipos con el Micromanómetro	Electromecánico de Manto	5	3	4	60
				7											

FIGURA VII
AMEF TRANSPORTADOR DE SILO

Equipo Padre / Item susceptible	Función	Modo's potenciales de fallo	Efecto's potenciales de fallo	Severidad	Causa(s) potenciales del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutar	Resultado de las acciones			
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Transportador de Silo / Motorsductor	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica para hacer girar el helicoides	Incapar de convertir energía eléctrica en energía mecánica para hacer girar el helicoides	Puro de la máquina	6	Corriente elevada	5	Inspección visual	5	150	Checklist: toma de lectura de corriente	Inspector de Manto	4	4	3	48
				6	Desbalance entre fases	5	Inspección visual	5	150	Checklist: toma de lectura de voltaje por fase		Inspector de Manto	5	2	8
Transportador de Silo / Helicoides	Distribuir el alimento a razón de 65 kg/min sobre las tobas de los comederos	Incapar de distribuir alimento a razón de 65 kg/min	Tobas de comederos vacías	7	Degaste de tubería de PVC	5	Inspección visual	5	175	Checklist: medición de espesor de tubería	Electromecánico de Manto	4	2	3	24
				7	Soltura mecánica del helicoides	5	Inspección visual	6	210	Revisión y ajuste de acople		Electromecánico de Manto	5	3	2

FIGURA VIII
AMEF CONTROLADOR DE AMBIENTE

Equipo Padre / Item susceptible	Función	Modo's potenciales de fallo	Efecto's potenciales de fallo	Severidad	Causa(s) potenciales del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual (es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Ejecutar	Resultado de las acciones				
												Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Controlador / Tablero de Controlador	Controlar la operación de los equipos en base a las variables del proceso	No controla las variables del proceso	Puro de la máquina	6	Mala programación del controlador	5		4	120	Revisión de las variables de programación del controlador.	Instrumentista de Manto	4	4	3	48	
				6	Protector de sobrecarga quemado	2	Inspección visual	5	60	Checklist: Rev. Cambio de Varistor (en caso se encuentre quemado).		Instrumentista de Manto	4	2	4	32
				6	Falla de la tarjeta ACCION	5		4	120	Capacitar al personal de producción.		Supervisor de campo	5	2	3	30

Evaluación económica de Propuesta de Gestión de Mantenimiento

TABLA III
COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Equipos críticos	Horas de parada	Importe (soles)
Bebedero	183	S/ 4,126.65
Calentador	833	S/ 12,775.13
Comedero	1,964	S/ 34,294.97
Controlador	133	S/ 3,005.92
Extractor	429	S/ 7,669.44
Transportador de silo	706	S/ 13,927.07
Total	4,248	S/ 75,799.17

TABLA IV
COMPARATIVO DE DISPONIBILIDAD SITUACIÓN ACTUAL (2019) VS PLAN DE GESTIÓN

Ítem	Año 2019	Plan de Gestión
Horas de operación	30240	30240
Horas de parada	4248	1168
Disponibilidad	86%	96%

TABLA V
CUADRO DE AHORRO ANUAL

Ítem	Importe (soles)
Costo correctivo año 2019	122,142.08
Costo correctivo con Plan de Gestión	46,342.91
Ahorro Anual	75,799.17

Con la propuesta de Gestión de mantenimiento basado en confiabilidad las horas de parada en los equipos críticos se redujeron, pudiendo incrementar la disponibilidad total de los equipos hasta un 96%, generando un beneficio para la empresa de S/ 75,799.17 soles por reducción de costos por avería en los equipos críticos.

Las limitaciones en el estudio fue la falta de instrumentación para tener una detección y predicción del estado de la maquinaria, lo cual se debió a dos factores: la empresa no cuenta con los mismos y ciertas áreas trabajan parcialmente debido a la pandemia.

En la presente investigación se logró aumentar la disponibilidad en 10% mejorando el trabajo de Reaño[2] quien en su investigación logró aumentar la misma en 7,5% y Casas [3] quien mejoró diferentes máquinas en un rango de 2 a 5%. También se mejoró la frecuencia de fallas en 65% comparado con el trabajo de Chuquimango y Cotrina [4] quienes las redujeron en 40%. En comparación con la presente investigación, se realizó un estudio basándose en un mantenimiento centrado en confiabilidad como análisis de criticidad; análisis de modos y efectos de falla; y NPR permitiendo una reducción de 75,799.17 soles. Del mismo modo, el presente estudio, determina la situación actual de la maquinaria de la línea de engorde en una Empresa Avícola durante un periodo de trabajo de un año, donde se identificó tanto la cantidad de intervenciones correctivas, así como los costos que esto conlleva, diagnosticando un total de 1442 fallas correspondiente a 5417 horas de parada y un costo de mantenimiento correctivo de 122, 142.08 soles.

Las implicancias prácticas son que la implementación de la gestión de mantenimiento basada en RCM (confiabilidad) reduce las fallas, ahorra costos de mantenimiento y permite tener un programa maestro anual para alargar la vida útil de la maquinaria.

IV. CONCLUSIONES

A través del análisis de criticidad, se evaluaron las 11 máquinas del proceso y se detectó que 6 de ellas se encuentran en condición crítica los cuales varían entre 50 y 75. El diagrama de árbol sustentó lo anterior pues detectó las fallas potenciales de cada máquina crítica, lo cual significa que el plan de gestión de mantenimiento actual tiene deficiencias.

Se construyó el AMEF o FMEA por sus siglas en inglés, utilizando los datos del diagnóstico inicial. Las máquinas que arrojaron puntaje crítico alto también tuvieron un NPR (Número de Prioridad de Riesgo) elevado, por esta razón se tomaron acciones y/o recomendaciones de mantenimiento para que la Severidad, Ocurrencia y Detección disminuyan logrando aumentar la disponibilidad en 10% y de esta manera el nuevo NPR disminuyó en 65% y esto permitió que el estado de la maquinaria se encuentre dentro del rango permisible.

La inversión de la implementación del plan de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad fue de 46,342.91 soles, lo cual permitió ahorrar en costos de mantenimiento la cantidad de 75,799.17 soles debido a la reducción de fallas en los equipos críticos.

REFERENCES

[1] García Garrido, S. (sf). *Indicadores En Mantenimiento*. [Publicación de blog]. <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

[2] Reaño L. (2019). Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías. [archivo PDF]. Chiclayo. Escuela de Ingeniería Industrial – Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2058>

[3] Casas R. (2017). Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa terminales portuarios peruanos S.A.C. en el año 2017. Lima. Escuela de Ingeniería Industrial – Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12420>

[4] Chuquimango M., Cotrina R. (2017). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la flota de excavadoras hidráulicas 336DL para reducir costos de reparación en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C. Cajamarca 2017. Cajamarca. Escuela de Ingeniería Industrial – Universidad Privada del Norte. <http://hdl.handle.net/11537/12706>