

Impact of the implementation of an RCM on the Angelus 60L seamer of Promopesca S.A.

Impacto de la implementación de un RCM en la cerradora Angelus 60L de Promopesca S.A.

Autores:

Moreira-Calle, Edison Javier
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Estudiante de la Maestría en mantenimiento industrial con mención en gestión eficiente del mantenimiento
Facultad de Posgrado
Portoviejo – Ecuador



javi2694@hotmail.com



<https://orcid.org/0000-0003-3969-05738>

Ing. Velepucha Sánchez, Jorge Milton
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Magister en Mantenimiento Industrial, Mención en Gestión Eficiente del Mantenimiento
Portoviejo–Ecuador



jorge.velepucha@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-3600-5896>

Fechas de recepción: 25-AGOS-2024 aceptación: 03-OCT-2024 publicación: 15-DIC-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La cerradora Angelus 60L representa una gran importancia para la producción de Promopesca S.A., sin embargo, se evidencian ciertas falencias en el mantenimiento de esta máquina, dicho esto, en el presente proyecto se procedió a elaborar una metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para disminuir las paradas no planificadas en la producción debido a fallas en la máquina y disminuir los costos de mantenimiento. Para ello fue necesario identificar los componentes críticos de la máquina y elaborar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para después poder determinar el impacto de la implementación del RCM en la cerradora.

La presente investigación tuvo una duración de un año y tres meses, se logró identificar los componentes críticos de la cerradora Angelus 60 L, analizando minuciosamente los cuatro sistemas que componen el equipo objeto de estudio, posteriormente se elaboró un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la cerradora de Tapas Angelus 60 L, el cual consta de 21 tareas de mantenimiento, el cual fue implementado durante un periodo de cuatro meses, finalmente, luego de dicha implementación se evaluaron nuevamente los subsistemas de la máquina y se demostró que la implementación del RCM en la cerradora de tapas Angelus 60L generó un impacto positivo en la confiabilidad del equipo, pues disminuyeron considerablemente las fallas en los subsistemas y los NPR de cada uno de ellos; por otra parte los índices de correlación de Pearson fueron mayores a 0.80, indicando que existe una buena correlación entre las variables de estudio.

Palabras clave: Mantenimiento; Confiabilidad; Fallas; Prioridad; Criticidad



Abstract

The Angelus 60L seamer is of great importance to the production of Promopesca S.A., however, certain deficiencies are evident in the maintenance of this machine. That said, in this project, a Reliability-Centered Maintenance methodology was developed to reduce unplanned production stops due to machine failures and reduce maintenance costs. To do this, it was necessary to identify the critical components of the machine and develop a reliability-centered maintenance plan in order to then determine the impact of implementing RCM on the seamer.

This research lasted one year and three months, it was possible to identify the critical components of the Angelus 60 L cap closer, carefully analyzing the four systems that make up the equipment under study, subsequently a maintenance plan focused on the reliability of the Angelus 60 L cap closer was developed, which consists of 21 maintenance tasks, which was implemented over a period of four months, finally, after said implementation the machine's subsystems were evaluated again and it was shown that the implementation of the RCM in the Angelus 60L cap closer generated a positive impact on the reliability of the equipment, since the failures in the subsystems and the NPR of each of them were considerably reduced; on the other hand, the Pearson correlation indices were greater than 0.80, indicating that there is a good correlation between the study variables.

Keywords: Maintenance; Reliability; Failures; Priority; Criticality

Introducción

La preparación de las conservas es un procedimiento largo, en el caso del atún, se comienza con su pesca, luego se continúa con la congelación para ser transportado a la fábrica, donde será descargado en las plantas y clasificado según su especie y tamaño, en este punto, el pescado clasificado e identificado será colocado en cámaras frigoríficas, posteriormente, el atún tendrá que ser descongelado, colocándolo en unas tinas especiales con agua caliente, dando paso al eviscerado, cortado en trozos pequeños y cocinado al vapor, después de su cocción, se colocan los lomos en la lata con un líquido de cobertura, ya sea agua o aceite, siendo sellado herméticamente, las latas deberán ser esterilizadas a altas temperaturas para su empaque y distribución (Macías et al., 2021).

Este tipo de preparación se lleva a cabo en distintas empresas de Sudamérica; por ejemplo, en Perú existe la empresa Campomar, enfocada en el atún, que realiza su pesca en el litoral peruano para luego ser trasladada a su planta de procesamiento ubicada en Coishco, por otro lado, en Ecuador, Eurofish S.A., es una empresa que comercializa conservas de pescado en lata en diferentes presentaciones, también Promopesca S.A., es una planta procesadora de atún, por último, en Colombia, la fábrica Gralco S.A., bajo la marca Alamar, ha formado parte del mercado colombiano durante 20 años (Tintaya et al., 2022).

Desde su invención hasta el día de hoy, la lata sigue siendo uno de los métodos preferidos para la conservación de alimentos y por ello se suelen ver en las estanterías de todas las tiendas y supermercados del país y del mundo, gran parte de esta aceptación de parte de los consumidores, se debe a que las latas evitan la contaminación de los productos, los protegen de la luz solar, económicamente son más asequibles que otros tipos de envases, además de que son considerablemente más resistentes y fáciles de transportar.

Así mismo, el mercado actual ofrece una gran versatilidad en estos productos, que en su gran mayoría están fabricados de hojalata, aluminio o de materiales compuestos y se ofrecen al público en diversos tamaños y formas. También son versátiles en cuanto a los productos que se pueden conservar en estos insumos como por ejemplo carnes de diferentes especies, pescado, frutas, verduras, bebidas, cremas, productos lácteos e incluso en la actualidad se está popularizando la venta de encebollados enlatados (Guillen, 2022)

En este contexto, la cerradora de latas es la máquina utilizada para el sellado hermético de la tapa al cuerpo de la lata antes de proceder a la esterilización, aunque también, dependiendo del producto, la esterilización también puede hacerse antes del llenado del producto en el envase.

Debido a la gran variedad de latas que existe actualmente en el mercado, se encuentran diferentes tipos de cerradoras, las cuales van desde las más sencillas (manuales) para servir a pequeñas producciones artesanales hasta otras más complejas (automáticas) incorporadas en las líneas de producción de los mayores fabricantes, sin embargo, el cierre de los envases para la conserva de atún y cualquier otro tipo de alimentos debe ser hermético y sin desperfectos para evitar contaminación o descomposición, asegurándose de haber generado una atmósfera de vacío en el interior de la lata, pues el oxígeno favorece la proliferación de

bacterias y otros microorganismos y, en consecuencia, reduce la vida del producto (Guillen, 2022).

Dicho esto, la cerradora Angelus Modelo 60L es una cerradora de latas que incorpora un gabinete de acero inoxidable montado en la base, con bloqueo de puertas, siendo una máquina totalmente automática que cuenta con la tecnología necesaria para realizar un cerrado de latas perfecto, además está diseñada para cerrar hasta 500 latas por minuto.

Promopesca S.A. pertenece al sector industrial pesquero, dedicado a la elaboración de atún, sardina y caballa en conservas en latas y lomos de atún pre cocidos congelados, en diferentes presentaciones, su objetivo es alcanzar altos estándares de calidad para nuestros productos, aplicando políticas de calidad, inocuidad, legalidad y autenticidad alimentaria e implementando criterios de seguridad que mitiguen el riesgo en la cadena de suministros (Promopesca, 2016).

A partir de la Revolución Industrial y como consecuencia del constante desarrollo tecnológico que se vive en la actualidad, se han podido evidenciar importantes avances en la industria de procesos; lo cual ha generado la aparición y el desarrollo de diferentes tendencias y técnicas de mantenimiento, lo que ha hecho posible que el mantenimiento industrial tenga un nuevo enfoque, así como también una mayor importancia hacia aspectos de calidad, seguridad y medio ambiente, en concordancia siempre con la búsqueda de una alta disponibilidad de los equipos de la industria (Peñafiel et al., 2021).

Desde hace algunas décadas se han desarrollado varios modelos de mantenimiento industrial, siendo el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) la piedra angular de la tercera generación de la evolución del mantenimiento y uno de los métodos más difundidos y utilizados a nivel mundial; debido a que las industrias que han logrado implementarlo, han presentado mejoras significativas en el ámbito económico y de la confiabilidad de los equipos críticos de sus procesos productivos; es importante destacar que lo antes mencionado se logra teniendo claro que un modelo de mantenimiento no es malo o bueno por definición y que aplicar la estrategia y los criterios técnicos adecuados juega un papel fundamental en toda gestión de mantenimiento (Campos et al., 2019).

En este contexto, la metodología del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad tiene como objetivo determinar las precauciones que se deben tomar para mantener los activos físicos en funcionamiento en su entorno operativo, reduciendo así los costos y el mantenimiento correctivo en caso de daños mayores, por ello, en la actualidad el RCM no solo es utilizado con frecuencia para identificar las tareas de mantenimiento que se deben ejecutar con prioridad, sino también como marco de referencia para analizar el riesgo de los equipos, clasificar los componentes críticos por importancia de mantenimiento, e incluso descubrir áreas de mejora, especialmente en el mantenimiento de equipos de alta complejidad (Aliaga, 2022).

En Ecuador, es poca la evidencia de un uso generalizado de modelos de mantenimiento basado en RCM, lo que proporciona indicadores de confiabilidad insuficientes para los equipos que componen el proceso industrial y que representan una gran importancia dentro del proceso de producción, es por ello que se presenta esta propuesta enfocada en aumentar

la confiabilidad de una máquina de suma importancia para la producción de la empresa Promopesca S.A. como lo es la cerradora de latas Angelus modelo 60L.

Material y métodos

Para la ejecución del experimento del presente proyecto fue necesaria la adquisición una computadora Hp Windows 10 – 1 TB de disco y una resma de Papel A4.

Se aplicó el análisis de criticidad por Número de Prioridad de Riesgo y AMEF (Análisis de Modo de Falla y Efectos): Con el objetivo de garantizar un panorama rápido sobre cada efecto de falla identificado por el RCM. Para el presente trabajo se realizó una plantilla AMEF, la cual contiene varios campos de evaluación de modos y efectos de fallos, campos que se ajustan al contexto en el que operan los equipos de la línea de producción de la empresa PROMOPESCA S.A.

Tipo de investigación

Según Arias (2012) la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), en este contexto, el tipo de investigación que se desarrolló fue de campo debido a que la información será recolectada directamente de los sujetos investigados.

Diseño de investigación

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), señalan que el diseño de investigación puede ser no experimental y experimental, en este contexto, una verdadera investigación experimental se considera exitosa sólo cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente, dicho esto, la investigación tuvo un diseño de investigación experimental, debido a que manipulando la variable independiente Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se espera un cambio en la variable dependiente Disponibilidad.

Alcance de la investigación

Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), existen cuatro tipos de alcances, exploratorio, descriptivo, explicativo y correlacional, en cuanto al alcance de esta investigación, la misma tuvo un alcance descriptivo debido a que se caracterizó el mantenimiento y la disponibilidad de la máquina y correlacional porque se estudiará la relación entre estas variables.



Metodología para el análisis y procesamiento de los datos

El programa que se utilizó debido a la gran facilidad y versatilidad para el procesamiento y el análisis de datos fue el programa Microsoft Excel.

Luego de conocer los valores obtenidos en las diferentes desarrolladas en la presente investigación, se obtuvo el nivel de correlación estadística entre las variables de estudio mediante una correlación de Pearson en InfoStat. Para evidenciar el nivel de correlación se interpretó el coeficiente de Pearson con base a la tabla propuesta por Roy et al. (2019) en la que se establecen valores cuantitativos y cualitativos.

Tabla 1. Interpretación del coeficiente de correlación

Valor cuantitativo	Valor cualitativo
0	Sin correlación
$\pm 0,20$	Correlación débil
$\pm 0,50$	Correlación moderada
$\pm 0,80$	Correlación buena
$\pm 1,00$	Correlación perfecta

Fuente: Roy et al. (2019)

Resultados

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de un equipo, se lo realizó a partir de varios parámetros iniciales que resultan indispensables para poder implementar un óptimo RCM, como el análisis de criticidad y el nivel de actuación del equipo, en este contexto, la cerradora de tapas Angelus modelo 60 L con número de Serie 79000017 perteneciente a Promopesca C.A. cuenta con seis estaciones de cierre, un juego de piezas de cambio de latas y extremos y un separador de cubierta de rodillo simple, además está equipada con dos ruedas de cierre por cabezal, una de primera operación y una de segunda operación, el equipo posee también un motor eléctrico de 10 HP y 1500 rpm, otros accesorios importantes de la máquina son los elevadores inferiores, los cuales son accionados por engranajes que cuentan con un sistema de lubricación de siete puntos. En cuanto al sistema de control del equipo, la cerradora de tapas Angelus 60 L cuenta con un control PLC (Programmable Logic Controller) y pantalla táctil y un subsistema de control de parada automática. La transmisión del motor de la máquina es de velocidad variable.

Para la información de mantenimiento de los sub sistemas de la cerradora de tapas, se realizó un análisis desde el mes de Septiembre del 2022 a Febrero del año 2023, determinando así las fallas que se presentan con frecuencia en el equipo objeto de la investigación; estableciendo que, se presentaron 107 fallas en total en la cerradora de latas en dicho período. Por ello, para la determinación de los porcentajes de cada uno de los subsistemas se aplicará la siguiente fórmula:



$$\% = \frac{\text{Suma total de fallas}}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 2. Números de fallas del equipo entre Septiembre 2022 a Febrero 2023

Sistema	Código	Sub sistemas	Fallas funcionales	Número de fallas entre Septiembre 2022 a Febrero 2023	Porcentaje	
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	Mal funcionamiento de la maquina	12	11.21 %	
		Piezas de cambios de latas	Mal funcionamiento de la maquina	15	14.02 %	
		Ruedas de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	14	13.08 %	
	Sistema mecánico	CE.04.B	Platos giratorios	Mal funcionamiento de la maquina	15	14.02 %
			Estaciones de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	14	13.08 %
			Cuchillas separadoras	Mal funcionamiento de la maquina	14	13.08 %
			Motor principal	Alta vibración y ruido	10	9.35 %
Sistema de vapor	CE.04.C	---	Mal funcionamiento de la maquina	7	6.54 %	
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	Mal funcionamiento de la maquina	6	5.61 %	
Total de fallas				107	100 %	

Fuente: Elaboración propia

El análisis de criticidad por Número de Prioridad de Riesgo NPR y Análisis de Modos y Efecto de Fallas AMEF inicial se lo realizó calculando el grado de severidad, el grado de ocurrencia y el grado de detección, para ello se tomó en cuenta el modo de falla potencial, los efectos potenciales de fallo y las causas potenciales de fallos, tal como se indica en el anexo 1, 2 y 3.



Tabla 3. Evaluación de la cerradora de tapas Angelus 60 L serie 79000017 antes de la implementación del RCM

Identificación del equipo:			Evaluación AMEF								
			Promopesca C.A.							N° AMEF	
Sistema	Código	Sub sistemas	Función que desempeña	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas potenciales de fallo	Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	Permite el ingreso de las tapas al sistema de cierre	Fallo en la alimentación del sistema	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	8	560
		Piezas de cambios de latas	Cambia de posición las latas que ya han sido cerradas	Rodamientos en mal estado	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	8	560
		Ruedas de cierre	Transmite el movimiento de cierre a las latas	Fricción	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	7	490
		Platos giratorios	Transmiten el movimiento rotativo a las latas	Mala lubricación de rodamientos	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	8	560
		Estaciones de cierre	Albergan las latas que van a ser cerradas	Mala lubricación de rodamientos	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	8	560



		Cuchillas separadoras	Separan las latas para la sincronización del proceso	Fallos en la calibración	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	7	8	560
		Motor principal	Genera el movimiento de todo el sistema	Golpeteo y vibraciones	Alta vibración y ruido	Restos de grasa o basura en el interior	Mantenimiento correctivo / Inspección visual	10	6	8	480
Sistema de vapor	CE.04.C	---	Administra la energía eléctrica de la maquina	No hay energía	No enciende a máquina	Cable corroído	Mantenimiento correctivo / Inspección visual	10	6	8	480
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	Brinda la interfaz gráfica para que el operador pueda visualizar o alterar algunos parámetros del proceso	Fallo en os controles del sistema	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	Mantenimiento correctivo	10	6	9	540

Fuente: Elaboración propia



la información obtenida en la tabla anterior se procede a determinar el tipo de riesgo de cada subsistema, utilizando como referencia el anexo 4:

Tabla 4. Tipo de riesgos de fallas de la cerradora de tapas Angelus 60 L serie 79000017

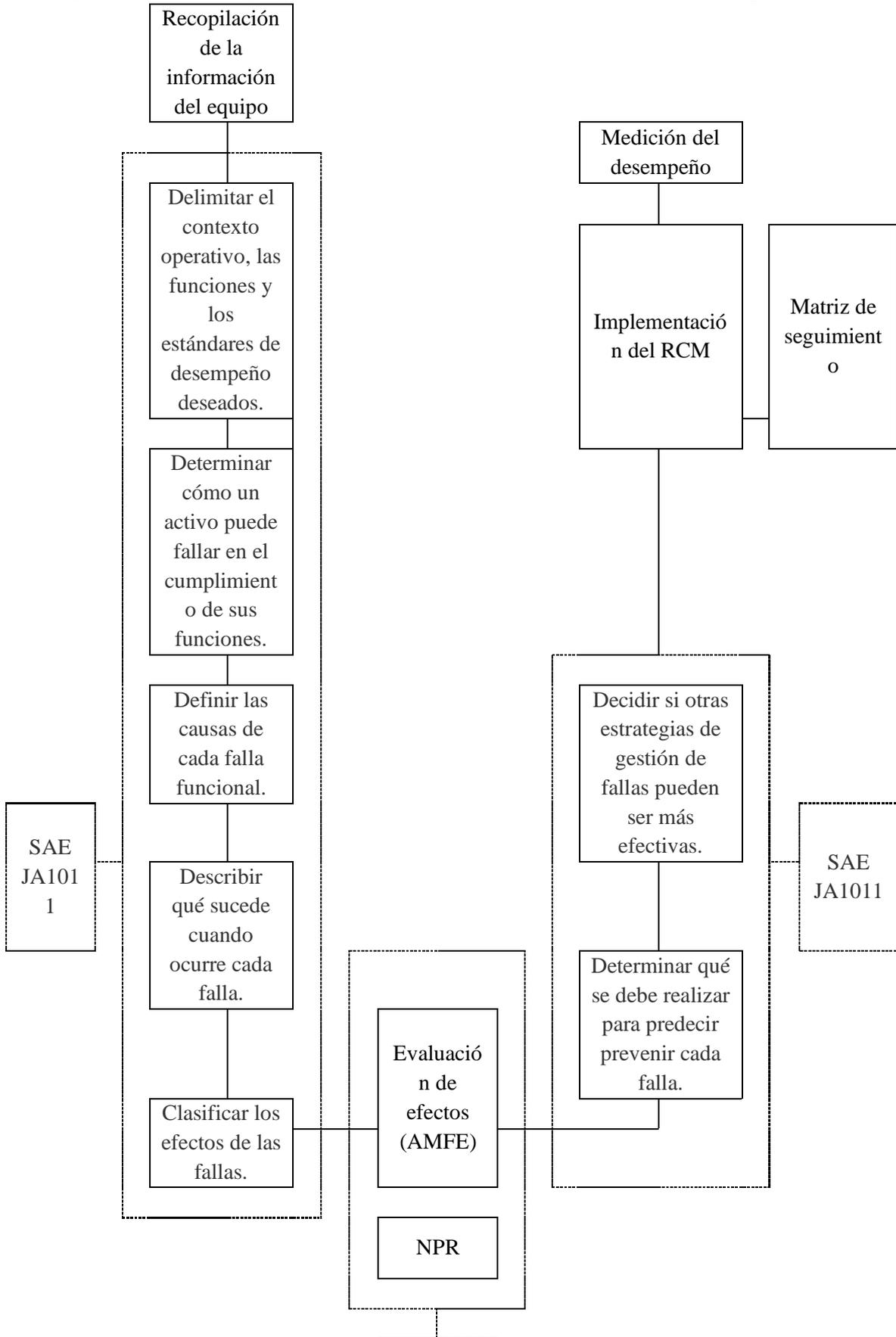
Sistema	Código	Sub sistemas	NPR	Tipo de riesgo
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	560	Alto riesgo de falla
		Piezas de cambios de latas	560	Alto riesgo de falla
Sistema mecánico	CE.04.B	Ruedas de cierre	490	Riesgo de falla medio
		Platos giratorios	560	Alto riesgo de falla
		Estaciones de cierre	560	Alto riesgo de falla
		Cuchillas separadoras	560	Alto riesgo de falla
		Motor principal	480	Riesgo de falla medio
Sistema de vapor	CE.04.C	---	480	Riesgo de falla medio
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	540	Alto riesgo de falla

Fuente: Elaboración propia

Es decir, al inicio de la investigación se detectaron 6 subsistemas con alto riesgo de falla y 3 subsistemas con riesgo de falla medio, por ello se consideró indispensable el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad con el objetivo de disminuir el NPR de cada uno de los subsistemas que conforman la máquina en estudio.

La metodología utilizada para la elaboración del RCM de la cerradora de latas Angelus 60L se muestra a continuación:

Figura 1. Metodología para la elaboración del RCM de la cerradora Angelus 60L.



SAE
J1739

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida toda la información correspondiente se procedió a elaborar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, tal como se muestra a continuación:

Tabla 5. Especificaciones del plan de mantenimiento

Especificaciones del plan de mantenimiento		
Puntos de acción		
Código	Nombre	
CE.04.A	Sistema de entrada de envases	
CE.04.B	Sistema mecánico	
CE.04.C	Sistema de vapor	
CE.04.D	Tablero eléctrico	
Operaciones de mantenimiento en cada punto de acción		
Operación	Frecuencia	Ejecución
Punto de acción: CE.04.A		
- Lubricación de rodamientos de chumaceras	Mensual	Mecánico
- Chequeo y/o cambio de rodamientos de chumaceras		
- Revisión de cadena de transportación de envases		
- Revisión de perfiles de desgaste	Trimestral	Electricista / mecánico
- Revisión y calibración de cadena de arrastre		
Punto de acción: CE.04.B		
- Calibración de cierre (rulinas, mandriles)	Semanal	
- Lubricación de partes		
- Calibración general de la máquina		
- Calibración de dosificador de tapas		
- Verificación de unidad de mantenimiento de aire		
- Mantenimiento anual de la máquina cerradora	Anual	Mecánico
- Cambio de rodamientos en motor	4 meses	
- Cambio de rodamientos de lifter		
- Cambio de resortes del lifter		
- Cambio de bandas	Semestral	
- Mantenimiento semestral de la máquina cerradora		
Punto de acción: CE.04.C		
- Chequeo de presión de vapor	Semanal	Mecánico
- Revisión del sistema steam flow		



- Chequeo de trampas de vapor	Mensual	
Punto de acción: CE.04.D		
- Limpieza y mantenimiento de tablero eléctrico	Trimestral	Electricista
- Revisión de sistema de mando o joggeo	Semanal	

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la incidencia de la implementación del RCM en la cerradora Angelus 60L, se volvieron a aplicar los análisis de determinación de fallas funcionales y la evaluación AMEF. Para ello se aplicó el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad detallado en el cuadro anterior, durante un periodo de 4 meses, es decir desde Marzo del 2023 a Junio del 2023.

El primer paso para determinar la incidencia de la implementación del RCM en la cerradora de tapas Angelus 60 L fue el seguimiento de las fallas funcionales después de la implementación del RCM durante un periodo de seis meses, es decir durante el mismo lapso de tiempo que el punto anterior, dicho análisis se lo realizó entre Julio del año 2023 y Diciembre del mismo año, estableciendo que, se presentaron 56 fallas en total en la cerradora de latas durante estos meses. A continuación, se detallan los datos obtenidos:

Tabla 6. Números de fallas del equipo entre Julio del 2023 a Diciembre del 2023

Sistema	Código	Subsistemas	Fallas funcionales	Número de fallas entre Julio del 2023 a Diciembre del 2023	Porcentaje
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	Mal funcionamiento de la maquina	7	12,50%
		Piezas de cambios de latas	Mal funcionamiento de la maquina	9	16,07%
		Ruedas de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	7	12,50%
Sistema mecánico	CE.04.B	Platos giratorios	Mal funcionamiento de la maquina	8	14,29%
		Estaciones de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	7	12,50%
		Cuchillas separadoras	Mal funcionamiento de la maquina	8	14,29%
		Motor principal	Alta vibración y ruido	4	7,14%



Sistema de vapor	CE.04.C	---	No enciende a máquina	3	5,36%
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	Mal funcionamiento de la maquina	3	5,36%
Total de fallas				56	100 %

Fuente: Elaboración propia

Cruzando datos de la Tabla 2 con la tabla 6 se obtiene el siguiente análisis:

Tabla 7. Números de fallas del equipo en el periodo 1 y el periodo 2

Sistema	Código	Sub sistemas	Fallas funcionales	Número de fallas entre Septiembre 2022 a Febrero 2023	Número de fallas entre Julio del 2023 a Diciembre del 2023
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	Mal funcionamiento de la maquina	12	7
Sistema mecánico	CE.04.B	Piezas de cambios de latas	Mal funcionamiento de la maquina	15	9
		Ruedas de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	14	7
		Platos giratorios	Mal funcionamiento de la maquina	15	8
		Estaciones de cierre	Mal funcionamiento de la maquina	14	7
		Cuchillas separadoras	Mal funcionamiento de la maquina	14	8
		Motor principal	Alta vibración y ruido	10	4
Sistema de vapor	CE.04.C	---	Mal funcionamiento de la maquina	7	3
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	Mal funcionamiento de la maquina	6	3
Total de fallas				107	56

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se puede observar cómo disminuyeron significativamente los números de fallas en la cerradora de tapas Angelus después de la implementación del RCM, evidenciándose de esta manera la incidencia positiva que tuvo esta metodología en la confiabilidad de la máquina, sin embargo, con el fin de sustentar de manera técnica los resultados obtenidos se procedió a realizar el cálculo estadístico de la incidencia del RCM en la máquina objeto de estudio, aplicando la correlación de Pearson, usando como referencia los datos cuantitativos y cualitativos detallados en la Tabla 7.

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson en relación al número de fallas

	NÚMEROS DE FALLAS DESPUÉS DE APLICAR EL RCM	NÚMEROS DE FALLAS ÁNTES DE APLICAR EL RCM
AMFE INICIAL	1.00	0.00004
AMFE FINAL	0.96	1.00

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 8 el índice de correlación de Pearson es de 0.96, es decir que existe una relación casi perfecta entre la aplicación del RCM y el número de fallas de la cerradora de tapas Angelus 60 L. Además de este análisis se realizó también el respectivo diagrama de dispersión, el cual se muestra a continuación:

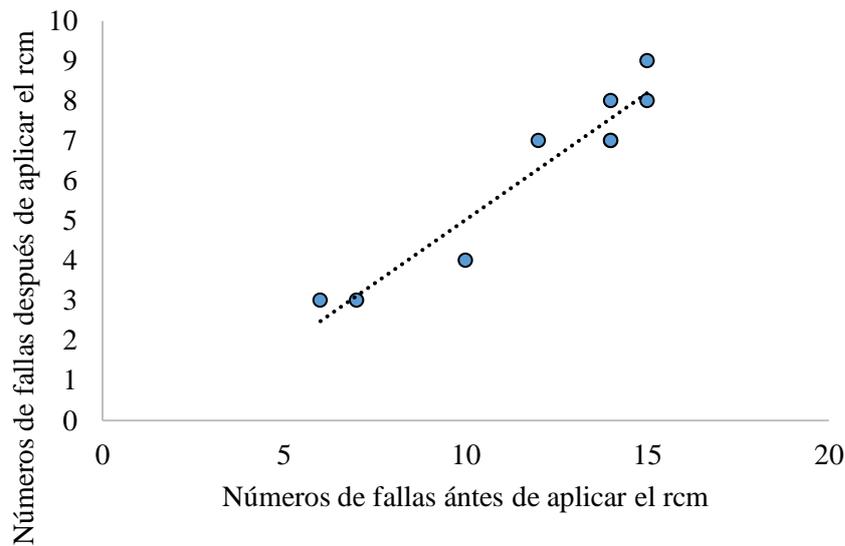


Figura 2. Diagrama de dispersión en relación al número de fallas

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama dispersión presentado en la Figura 2 se puede evidenciar una correlación positiva, lineal y fuerte, debido a la proximidad de los puntos en el gráfico, además de que no se aprecian valores atípicos.

El análisis de criticidad por Número de Prioridad de Riesgo y AMEF final se lo realizó calculando el grado de severidad, el grado de ocurrencia y el grado de detección, en este contexto, luego de seis meses de implementación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad se procedió a realizar nuevamente el análisis de criticidad por Número de Prioridad de Riesgo y AMEF con el objetivo de determinar la incidencia del RCM en la disponibilidad de la cerradora de tapas Angelus 60L, para ello se inició calculando el grado de severidad, como se muestra a continuación:

Tabla 9. Evaluación de la cerradora de tapas Angelus 60 L serie 79000017 después de la implementación del RCM

Identificación del equipo:			Evaluación AMEF								Final
Cerradora de tapas Angelus 60 L serie 79000017			Promopesca C.A.					N° AMEF			
Sistema	Código	Sub sistemas	Función que desempeña	Modo de fallo potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas potenciales de fallo	Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	---	Albergan las latas que van a ser cerradas	Mala lubricación de rodamientos	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	6	6	360
Sistema mecánico	CE.04.B	Piezas de cambios de latas	Cambia de posición las latas que ya han sido cerradas	Rodamientos en mal estado	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	5	6	360
		Ruedas de cierre	Transmite el movimiento de cierre a las latas	Fricción	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	5	6	300
		Platos giratorios	Transmiten el movimiento rotativo a las latas	Mala lubricación de rodamientos	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	6	5	300
		Estaciones de cierre	Permite el ingreso de las tapas al sistema de cierre	Fallo en la alimentación del sistema	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	5	6	300



		Cuchillas separadoras	Separan las latas para la sincronización del proceso	Fallos en la calibración	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	5	6	300
		Motor principal	Genera el movimiento de todo el sistema	Golpeteo y vibraciones	Alta vibración y ruido	Restos de grasa o basura en el interior	RCM	10	4	5	200
Sistema de vapor	CE.04.C	---	Administra la energía eléctrica de la maquina	No hay energía	No enciende a máquina	Cable corroído	RCM	10	4	5	200
Tablero eléctrico	CE.04.D	---	Brinda la interfaz gráfica para que el operador pueda visualizar o alterar algunos parámetros del proceso	Fallo en os controles del sistema	Mal funcionamiento de la máquina	Mantenimiento a destiempo	RCM	10	5	6	300

Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida en la Tabla 9 se procede a determinar el tipo de riesgo de cada subsistema después de la implementación del RCM:



Tabla 10. Tipo de riesgos de fallas de la cerradora de tapas Angelus 60 L serie 79000017 después del RCM

Sistema	Código	Sub sistemas	NPR	Tipo de riesgo
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	Estaciones de cierre	360	Riesgo de falla medio
		Piezas de cambios de latas	360	Riesgo de falla medio
		Ruedas de cierre	300	Riesgo de falla medio
Sistema mecánico	CE.04.B	Platos giratorios	300	Riesgo de falla medio
		Alimentador de tapas	300	Riesgo de falla medio
		Cuchillas separadoras	300	Riesgo de falla medio
		Motor principal	200	Riesgo de falla medio
Sistema de vapor	CE.04.C	Subsistema eléctrico	200	Riesgo de falla medio
Tablero eléctrico	CE.04.D	Control PLC	300	Riesgo de falla medio

Fuente: Elaboración propia

Cruzando datos de la Tabla 4 con la tabla 10 se obtiene el siguiente análisis:

Tabla 3.11. Tipo de riesgos de fallas de la cerradora de tapas Angelus 60 L entre el periodo 1 y el periodo 2.

Sistema	Código	Sub sistemas	NPR inicial	Tipo de riesgo inicial	NPR final	Tipo de riesgo final
Sistema de entrada de envases	CE.04.A	Estaciones de cierre	560	Alto riesgo de falla	360	Riesgo de falla medio
		Piezas de cambios de latas	560	Alto riesgo de falla	360	Riesgo de falla medio
Sistema mecánico	CE.04.B	Ruedas de cierre	490	Riesgo de falla medio	300	Riesgo de falla medio



		Platos giratorios	560	Alto riesgo de falla	300	Riesgo de falla medio
		Alimentador de tapas	560	Alto riesgo de falla	300	Riesgo de falla medio
		Cuchillas separadoras	560	Alto riesgo de falla	300	Riesgo de falla medio
		Motor principal	480	Riesgo de falla medio	200	Riesgo de falla medio
Sistema de vapor	CE.04.C	Subsistema eléctrico	480	Riesgo de falla medio	200	Riesgo de falla medio
Tablero eléctrico	CE.04.D	Control PLC	540	Alto riesgo de falla	300	Riesgo de falla medio

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se puede observar cómo disminuyeron significativamente los NPR en la cerradora de tapas Angelus después de la implementación del RCM, evidenciándose de esta manera la incidencia positiva que tuvo esta metodología en la confiabilidad de la máquina, sin embargo, con el fin de sustentar de manera técnica los resultados obtenidos se procedió a realizar el cálculo estadístico de la incidencia del RCM en la máquina objeto de estudio, pero en esta ocasión utilizando los valores numéricos del NPR aplicando la correlación de Pearson:

Tabla 12. Coeficiente de correlación de Pearson en relación al AMEF inicial y final

	AMEF inicial	AMEF final
AMEF inicial	1.00	0.01
AMEF final	0.80	1.00

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 12. el índice de correlación de Pearson es de 0.80, es decir que existe una relación buena entre la implementación del RCM y el NPR de los subsistemas de la cerradora de tapas Angelus 60 L. Además de este análisis se realizó también el respectivo diagrama de dispersión, el cual se muestra a continuación:



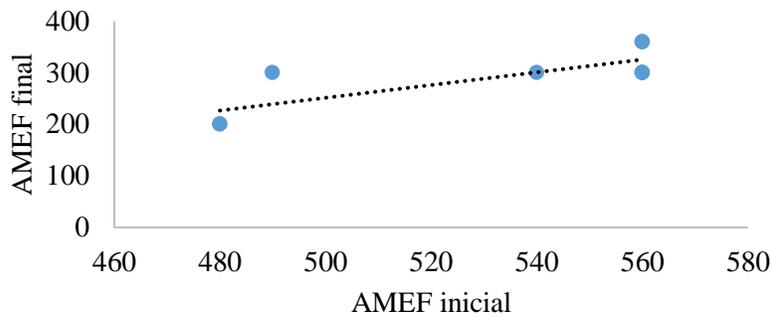


Figura 3. Diagrama de dispersión en relación al número de fallas

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama dispersión presentado en la Figura 3 se puede evidenciar una correlación positiva, lineal y fuerte, debido a la proximidad de los puntos en el gráfico, además de que no se aprecian valores atípicos.

Discusión

Con respecto a los resultados obtenidos, Andrade y Herrera (2018) en su investigación exponen las bases teóricas y fundamentan la gestión del mantenimiento centrada en la confiabilidad con respecto a los aspectos actuales, tradiciones y particularidades de la gestión eficiente del mantenimiento, además detallan el procedimiento para la elaboración del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), mostrando que tanto el procedimiento RCM como la metodología AMEF son sistemáticos y parten de una secuencia lógica, orientada a priorizar los equipos y reducir los costos de la actividad de mantenimiento en la medida que se crea una confiabilidad operacional.

Por otra parte, Muñoz y Cantos en su investigación diseñaron un plan de mantenimiento de acuerdo a lo detallado por el AMEF y el Diagrama de Pareto, donde especificaron tareas de prevención que no solo se concentran en operaciones de lubricación o engrase, sino el empleo de procesos de inspección y control en todas las medidas de mantenimiento que se han propuesto, destacando el hecho de que al aplicar el RCM según indican los autores obtuvieron un incremento en la confiabilidad del equipo y una mejora en la calidad de los trabajos de mantenimiento, reduciendo el tiempo medio de falla a 3,59, lo que se reflejó en la disponibilidad de los equipos de la línea de producción, pues al aplicar el plan de mantenimiento propuesto lograron un 87% de disponibilidad, lo que se considera un porcentaje aceptable dada la situación de la empresa.

Conclusiones

Se identificaron los componentes críticos de la cerradora Angelus 60 L, para ello se analizaron minuciosamente los cuatro sistemas que componen el equipo objeto de estudio, determinando que existen nueve subsistemas considerados críticos, pues se considera que si

uno de esos subsistemas fallan, el activo potencialmente va a ocasionar un gran impacto negativo en el logro de los objetivos de la empresa Promopesca S.A.

Se elaboró un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la cerradora de Tapas Angelus 60 L, el cual consta de 21 tareas de mantenimiento basadas en la condición, el plan también se compone de la especificación de dos puntos débiles que deben ser monitoreados minuciosamente y de manera constante, además se detallan las herramientas a utilizar para cada uno de los procedimientos, las instrucciones de uso, los equipos de protección personal necesarios y los dispositivos de seguridad con los que cuenta la cerradora de latas Angelus 60 L, así como también indicaciones para la limpieza del equipo.

La implementación del RCM en la cerradora de tapas Angelus 60L generó un impacto positivo en la confiabilidad del equipo, pues tal como se pudo observar, después de la implementación del RCM por un periodo de cuatro meses, disminuyeron considerablemente las fallas en los subsistemas del equipo, además la evaluación AMEF evidenció que de igual manera disminuyeron los NPR de cada uno de los subsistemas; por otra parte los índices de correlación de Pearson fueron mayores a 0.80, indicando que existe una buena correlación entre las variables de estudio.

Referencias bibliográficas

- Abambari, J., & Pérez, E. (2020). Aproximaciones epistémicas sobre mantenimiento como fundamento para su aplicación en la empaedora de conservas Herfraga, S.A. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 54-75. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1304>
- Andrade, C., & Herrera, M. (2021). Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8), 2-18. doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0021>
- Araujo, M., Chávez, K., & Quinapallo, C. (2023). Salchichas de atún ecuatoriana, una oportunidad en el mercado argentino. *ProSciences*, 7(47), 101-114. doi:<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol7iss47.2023pp101-114>
- Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M., & Tolentino, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Científica*, 23(1), 51-59. doi:<http://dx.doi.org/10.46842/ipn.cien.v25n2a05>
- Céspedes, G., Mereles, F., & Navarro, R. (2018). Método cualitativo para la determinación del estatus de conservación de *Bulnesia sarmientoi* (Zygophyllaceae) en Paraguay con fines de exportación. *Collectanea Botanica*, 37(18), 56-67. doi:<https://doi.org/10.3989/collectbot.2018.v37.006>
- Chávez, H., Grefa, E., Villarroel, A., Sarduy, L., & Diéguez, K. (2022). Implementación de producción más limpia en una fábrica de dulces de guayaba en Baños de Agua Santa,



- Ecuador. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 5(1), 97-112.
doi:<https://doi.org/10.22206/cac.2022.v5i1>
- Cifuentes, C., & Rincón, M. (2022). Análisis del contenido de ácidos grasos y estimación de índices de calidad nutricional en conservas de atún. *Revista chilena de nutrición*, 49(5), 588-597. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000600588>
- Cruz, E., Cueva, J., Davila, C., & Gutiérrez, J. (2019). Gestión de marketing para el incremento de utilidades en la producción de conservas de pescado de la industria Don Martin S.A.C. Huacho, 2019. *Revista Científica EPigmalión*, 1(2), 55-64. doi:<https://doi.org/10.51431/epigmalion.v1i2.542>
- Fujii, G., & Betancourt, M. (2022). Diferencias en la calidad de las exportaciones manufactureras de México y Corea por niveles tecnológicos. *El trimestre económico*, 89(354), 587-611. doi:<https://doi.org/10.20430/ete.v89i354.1286>
- Garza, M., & Dobaño, L. (2019). La política pesquera común y el Brexit: implicaciones para las empresas españolas. *Studies of Applied Economics*, 37(3), 113-132. doi:<https://doi.org/10.25115/eea.v37i3.2777>
- Guerra, Z. (2018). La competitividad de las empresas venezolanas de armadores atuneros ante la economía digital. *Actualidad Contable Faces*, 21(37), 58-89. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/257/25755483004/25755483004.pdf>
- Guerrero, Y., Montenegro, L., Aray, C., & Guillen, J. (2023). Modelo para la optimización de la captura de atún en Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(2), 404-414. Obtenido de <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/603>
- Guillen, T. (2022). *Tomas Guillen*. Obtenido de Tomas Guillen: <https://maquinariatomasguillen.com/cerradora-de-latas-capacidad/>
- Gutiérrez, J., & Olives, J. (2023). RIMPEy su impacto financiero en el sector pesquero de Santa Rosa, Salinas, año 2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 4173-4195. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6469
- Macías, Á., Arteaga, Á., & Rodríguez, P. (2021). Determinación de Indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad. Caso de Estudio: Industria de Elaboración de Conservas de Atún. *Revista Cubana de Ingeniería*, 7(2), 1-7. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442021000300011
- Macías, D. (2019). Optimización del proceso de elaboración de pouch de atún en “Fishcorp. S.A.”, Ecuador. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 2(3), 2-13. doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v2i3.0006>
- Muñoz, J., & Cantos, M. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. *Científica*, 25(2), 1-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61466617005/61466617005.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *El atún, víctima de su éxito nutricional*.
Obtenido de <https://www.un.org>: <https://www.un.org/es/observances/tuna-day>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023).
PESCADOS Y PRODUCTOS PESQUEROS. Obtenido de www.fao.org:
<https://www.fao.org/3/w6284s/w6284s10.htm>
- Peñañiel, J., Arteaga, Á., & Gradaille, D. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) caso de aplicación máquina empacadora de atún en latas. *Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 4(8), 43-57.
doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0050>
- Piscoche, R., Pantoja, L., Prieto, G., Johao, H., Villanueva, E., & Hurtado, B. (2023). Aseguramiento de la calidad del proceso productivo de conservas de jurel (*Trachurus murphyi*) en línea crudo de la empresa Pesquera Don Fernando S.A.C. *Fondo Editorial*, 24(35), 2-163. doi:<https://doi.org/10.56224/EdiUnat.41>
- Promopesca. (2016). Obtenido de <http://promopesca.com.ec/politica/>
- Quisigüiña, L., Arteaga, A., & Rodríguez, P. (2021). Determinación de Indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad. Caso de Estudio: Industria de Elaboración de Conservas de Atún. *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(2), 50-62.
doi:<https://doi.org/10.33333/rp.vol51n1.10>
- Rodríguez, F., Vera, D., & Carrera, C. (2023). Alternativas y desafíos para enfrentar la transición de la era post petrolera en el Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 16(2), 143-162.
doi:<https://doi.org/10.29166/rev%EF%AC%81g.v16i2.4721>
- Tecse, R., Mego, V., Chavéz, M., Cutipa, L., & Vargas, L. (2022). Retención de vitamina C en el procesamiento de la pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) enlatada. *Enfoque UTE*, 13(2), 17-30. doi:<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.805>
- Tintaya, D., De la Cruz, F., Rivera, M., Villagómez, F., & Fernandez, V. (2022). Exportación de conservas de pescado: revisión sistemática de la literatura científica (2001-2021). *Gaceta Científica*, 8(2), 71-83. doi:<https://doi.org/10.46794/gacien.8.2.1446>
- Vigo, A., León, R., & Ulloa, M. (2021). Diseño y construcción de un máquina selladora industrial automatizada para latas de tipo redonda. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología Innovación*, 8(2), 171-183. doi:<https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1920>
- Villacreses, C. (2023). Descubrimiento automático de un workflow mediante minería de procesos aplicado a la industria atunera. *Revista Científica Sinapsis*, 1(22), 25-37.
doi:<https://doi.org/10.37117/s.v1i22.873>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

Anexos

Anexo 1. Grado de severidad según la Sociedad Estadounidense para la Calidad

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de efecto definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin aviso	Puede poner en peligro al operador de la máquina o equipo. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales u estatales. La falla del equipo ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico: Peligroso: Con aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Los clientes quedarían muy insatisfechos.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Parte del producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Clientes experimentan incomodidad.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor 100%) probablemente deba ser desechada (No clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort / conveniencias inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems



		de confort / conveniencias operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) deba ser retrabajada en línea, pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía estudiada

Anexo 2. Grado de ocurrencia según la Sociedad Estadounidense para la Calidad

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Ocurrencia	Descripción
10	Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.
9		
8	Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.
7		
6	Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.
5		
4		
3	Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.
2		
1	Remota	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía estudiada

Anexo 3. Grado de detección según la Sociedad Estadounidense para la Calidad

Detección



ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi imposible	Sin oportunidad de detección	No hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy baja de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad baja de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla



2	Muy alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay una probabilidad muy alta de que el control de proceso detecte o que prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control del proceso sea capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla.

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía estudiada

Anexo 4. Tipo de riesgo en relación al NPR según la Sociedad Estadounidense para la Calidad

Tipo de riesgo	Valor del NPR
Alto riesgo de falla	500 - 1000
Riesgo de falla medio	130 - 499
Riesgo de falla bajo	1 - 129
No existe riesgo de falla	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía estudiada