



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mantenimiento centrado en confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos críticos de una línea de producción de conserva de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L, Nuevo Chimbote –
2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Miguel Álvarez, Grace Lisbeth (ORCID: [0000-0003-2339-2599](https://orcid.org/0000-0003-2339-2599))

Urbano Aguilar, Carlos Daniel (ORCID: [0000-0002-0591-267X](https://orcid.org/0000-0002-0591-267X))

ASESOR:

Ing. Castillo Martinez, Williams Esteward (ORCID: [0000-0001-6917-1009](https://orcid.org/0000-0001-6917-1009))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

CHIMBOTE - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por habernos permitido llegar a este día con buena salud, fortaleza y sabiduría, superando todo tiempo difícil.

A nuestros padres, aquellos que nos forjaron para poder ser profesionales y salir adelante, la existencia de este proyecto se debe a ellos.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestros familiares y amigos por habernos dado el apoyo y la motivación necesaria para culminar este proyecto tan anhelado, debido a que influyeron mucho con sus consejos en nuestra vida personal y pre profesional. Así mismo, agradecemos a nuestros profesores y asesores los cuales con su experiencia y enseñanza fueron la guía para desarrollar este trabajo, de igual manera nuestro profundo agradecimiento con la Universidad Cesar Vallejo por ser nuestra casa de estudios los cuales han aportado mucho en nuestra carrera profesional.

Del mismo modo, agradecemos también a la empresa pesquera GENESIS E.I.R.L y al jefe de planta el Ing. Emilio Espino por habernos permitido ingresar y realizar nuestra investigación, dándonos tantas facilidades de información y visitas continuas para terminar de elaborar nuestro proyecto.

Índice de contenidos

	Carátula.....	i
	Dedicatoria.....	ii
	Agradecimiento.....	iii
	Índice de contenidos.....	iv
	Índice de tablas.....	v
	Índice de figuras y gráficos.....	vi
	Resumen.....	vii
	Abstract.....	viii
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	MARCO TEÓRICO.....	5
III	METODOLOGÍA.....	14
	3.1. Tipo de diseño de investigación.....	14
	3.2. Variable y operacionalización.....	15
	3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
	3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
	3.5. Procedimientos	19
	3.6. Métodos de análisis de datos	19
	3.7. Aspectos éticos.....	20
IV	RESULTADOS.....	21
V	DISCUSIÓN.....	31
VI	CONCLUSIONES.....	34
VII	RECOMENDACIONES.....	35
	REFERENCIAS.....	36
	ANEXOS.....	41

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para el análisis de datos	20
Tabla 3. Personal Técnico de Mantenimiento encuestado y entrevistado	29
Tabla 4. Operadores de Máquinas encuestados y entrevistados	30
Tabla 5. Resultado de la entrevista a personal de mantenimiento	31
Tabla 6. Resultado de la entrevista a operadores de las máquinas	32
Tabla 7. Cantidad de Equipos Disponibles de la planta Génesis E.I.R.L.	34
Tabla 8. Cálculo de criticidad de los equipos de la empresa GENESIS E.I.R.L	36
Tabla 9. Jerarquización de equipos críticos	37
Tabla 10. Cuadro Resumen RPN de los equipos Críticos	38
Tabla 11. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Ángelus 69-P	39
Tabla 12. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Continental	40
Tabla 13. Indicadores de Mantenimiento del Caldero	41
Tabla 14. Resultados de Actividades Programadas en los equipos críticos de GENESIS E.I.R.L	42
Tabla 15. Resumen RPN de los equipos críticos después de aplicar el RCM	44
Tabla 16. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Ángelus después de aplicar el plan de RCM	45
Tabla 17. Indicadores de Mantenimiento de la selladora Continental después de aplicar el plan de RCM	46
Tabla 18. Indicadores de Mantenimiento del Caldero después de aplicar el plan de RCM	47
Tabla 19. Costos de mantenimiento antes del RCM	48
Tabla 20. Costo de mantenimiento después de aplicar el RCM	49

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Flujograma para el procedimiento de la investigación.....	19
Figura 2. Ubicación de la planta Génesis E.I.R.L.	23
Figura 3. Vista Exterior de la planta Génesis E.I.R.L.	24
Figura 4. Organigrama del área de mantenimiento	24
Figura 5. Flujograma de proceso de elaboración de conserva de pescado	26
Figura 6. Diagrama de Ishikawa de la gestión de mantenimiento	28

Resumen

La investigación titulada “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos críticos de una línea de producción de conserva de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L, Nuevo Chimbote – 2021, es de tipo pre experimental porque se obtuvo datos a través del tiempo, la población estuvo conformada por todas las maquinas involucradas en el proceso productivo de conservas de pescado y la muestra fue constituida por la mayor criticidad de los equipos del área productiva, siendo de ayuda herramientas como el análisis de criticidad, análisis de modo y efecto de fallas (AMEF). De ésta manera, obtenido los resultados se determinó que la empresa no posee un plan de mantenimiento, además se pudo describir mediante las herramientas los equipos críticos dentro del proceso, así como también las causas y efectos de los fallos. Se obtuvo los índices iniciales de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos donde posteriormente fueron mejorados con el programa de mantenimiento implementado. Se concluye que el diseño del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en las maquinas fue viable lo cual se vio reflejado en que la selladora disminuyó su criticidad y la implementación del plan fue eficiente en un 89.36% siendo favorable.

Palabras clave: Mantenimiento, RCM, confiabilidad.

Abstract

The research entitled "Reliability Centered Maintenance to increase the availability of critical equipment of a production line of canned fish in the company Genesis E.I.R.L, Nuevo Chimbote - 2021, is pre-experimental type because data was obtained over time, the population consisted of all machines involved in the production process of canned fish and the sample was constituted by the highest criticality of the equipment in the production area, being helpful tools such as criticality analysis, analysis of failure mode and effect (AMEF). In this way, obtained the results it was determined that the company does not have a maintenance plan, also it was possible to describe by means of the tools the critical equipment within the process, as well as the causes and effects of the failures. The initial indexes of reliability, maintainability and availability of the equipment were obtained and subsequently improved with the maintenance program implemented. It is concluded that the design of the maintenance plan focused on reliability in the machines was viable, which was reflected in the fact that the sealing machine decreased its criticality and the implementation of the plan was efficient in 89.36% being favorable.

Keywords: RCM, equipment availability, reliability.

I. INTRODUCCIÓN

En fines del siglo XIX en pleno surgimiento de la Revolución Industrial se empezó los trabajos industriales en empresas estadounidenses. En esas épocas recién se comenzaron a utilizar las máquinas para empresas pesqueras, sin embargo, el problema de fallas o mal funcionamiento de quipos comenzó a aparecer y fue la causa principal del problema que provocaban un alto costo y una disminución de la producción a mediados del siglo XX. Apareció el primer informe estadístico de una falla mecánica donde se observó que el uso de este método pudo reducir los costos y lograr la rentabilidad económica de toda la empresa. Se empezó a gestionar el mantenimiento de las máquinas eliminando el mantenimiento correctivo que lamentablemente comprometía la seguridad del operador, minimizaba la fiabilidad y dañaba la producción.

Actualmente, la gestión de mantenimiento centrado en RCM es considerada un punto activo, es decir un centro de inversión que en lugar de gastar es considerado importante para el desarrollo de una empresa. Un proceso con gestión eficaz maximizará el uso de recursos, esto es para asegurar que todo el sistema de producción presente alta disponibilidad y confiabilidad de equipos, por otro lado, un mejor mantenimiento en la organización exhibe características similares a las avanzadas gestiones de mantenimiento que implican un bajo costo. En la industria pesquera se busca continuamente nuevos procedimientos y/o estrategias que permitan mejorar la gestión de mantenimiento, teniendo en cuenta los equipos, el personal que opera el equipo y los objetivos de la organización. (Mishra et al. 2021)

Los procedimientos que se desea implementar tiene como finalidad minimizar una serie de tiempos improductivos dentro de industrias pesqueras, así como paros abruptos en la producción, generando pérdida económica para la empresa, además lo que se busca es mejorar los programas de mantenimiento para que el rendimiento operativo de la máquina sea de acuerdo a lo previsto, se evite realizar mantenimiento de emergencia perjudicando la meta de la producción diaria y garantice la calidad del equipo y del producto terminado.

Perú es conocido en toda Latinoamérica por poseer una gran variedad de empresas pesqueras en su territorio costero, donde se elaboran diversas presentaciones y se procesa diversos tipos de pescado, entre los más comunes son: caballa, jurel, sardina y anchoveta. Estas empresas frecuentemente evalúan como marcha el sistema productivo, tratan de minimizar fallas priorizando que todo vaya de acuerdo a lo planificado, entre lo principal a evaluar es diagnosticar el estado operativo de la maquinaria con el fin de reducir y/o eliminar fallos que se presenten de manera inesperada en producción. El mantenimiento centrado en confiabilidad busca maximizar la disponibilidad de equipos, reducir riesgos o peligros al operador de la máquina, ampliar la vida útil de la maquinaria y sobre todo que la planta tenga continuidad y eficiencia.

La situación problemática se encuentra presente en la empresa GÉNESIS E.I.R.L, que es una empresa del sector pesquero que se dedica a la extracción, transformación y finalmente a la comercialización de productos hidrobiológicos, esta empresa se fundó a inicios de setiembre del año 2005 como una fábrica de conservas ubicado en la ciudad de Nuevo Chimbote. En la planta existen constantemente fallas inesperadas en todo el proceso productivo, una de las causantes a simple vista son las máquinas: el caldero que es el encargado del sistema de generación de vapor en la planta, los cocinadores, las fajas transportadoras, el exhausting, las selladoras que realizan un sellado hermético y al vacío, por ultimo las autoclaves encargadas de la esterilización, todo esto afecta la operatividad que debería tener la maquina provocando que la confiabilidad disminuya y posiblemente provoque una contaminación del producto. Es necesario que las empresas capaciten a su personal para que se encuentren al tanto de qué hacer y a quien ocurrir cuando suceden imprevistos durante el proceso. Este trabajo consistirá en evitar fallas imprevistas, tiempo no productivo, accidentes laborales además de evitar que por esos problemas afecte la calidad del producto final.

Los fallos imprevistos en las máquinas provocan la parada de toda la planta de producción, lo que afecta directamente a las materias primas, debido a que las materias primas no se procesan durante mucho tiempo, y debido a la desalineación de los rollos, piezas y accesorios, el pescado se descompone y contamina. Además, por

la falta de formación y comprensión del estado actual de la máquina, los operarios no pueden encontrar una solución rápida y precisa en función de los equipos que operan tardando hasta más de 5 horas en restablecer la continuidad del proceso, por lo que deben solicitar ayuda a una empresa tercera, resultando en un aumento excesivo de los costos de mantenimiento. Sumado a este problema, no se cuenta con ningún stock necesario de repuesto ya que algunas veces se omiten estos pedidos, por lo que los ingenieros deben tratar de solucionar el problema de forma empírica y rápida para continuar con la producción.

En el análisis realizado en la empresa GENESIS E.I.R.L. se observó que, si bien los equipos se mantienen regularmente durante el proceso de veda, estos no se realizan de acuerdo con los procedimientos planificados, sino únicamente en base al juicio o conocimiento empírico de la experiencia de los técnicos, además los operadores a cargo del equipo específico no han sido capacitados y preparados, por lo que el trabajo de mantenimiento es muy deficiente y no hay supervisión del estado y condición de las máquinas. Por otro lado, en el momento de mantenimiento, no existe un registro histórico del mantenimiento realizado, ni una ficha técnica de los repuestos o averías de las piezas en casos de fallos, no hay un manual con una descripción detallada que especifique el paso a paso del mantenimiento, repuestos y complementos adecuados que garanticen una efectividad global de las máquinas.

La gran parte de problemas que presenta la planta Génesis es la falta de gestión de mantenimiento, porque en la mayoría de veces se realiza el mantenimiento correctivo, es decir, solo se hace mantenimiento cuando existe una falla o avería de la maquina lo cual provoca paro en la producción y pérdida económica para la empresa. Por esa razón, se presenta la siguiente pregunta ¿Cómo la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) podría incrementar la disponibilidad de los equipos críticos de una línea de producción de conservas de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L. Nuevo Chimbote -2021?

La investigación se justifica a nivel social, por el hecho de que al aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la línea de producción existirá un

aumento de aseguramiento de la calidad del producto final, cuya importancia es relevante ya que es de consumo directo donde se tiene que garantizar las medidas necesarias de inocuidad al ser una empresa del rubro alimenticio, de igual manera va a capacitar a los trabajadores encargado del área de mantenimiento a cómo realizar inspecciones preventivas para no llegar a paradas o fallas en los equipos del sistema productivo.

A nivel tecnológico, porque dará un mejor status a la empresa cuando se aplique el mantenimiento centrado en confiabilidad y se necesitará capacitar constantemente a los operadores de las máquinas para que puedan trabajar en óptimas condiciones y del mismo modo evitar el mal uso y avería de los equipos por uno de ellos.

En la condición ambiental, la presente investigación desea evitar el uso innecesario de repuestos, mal manejo y desuso, implantando nuevas formas de trabajo, las máquinas serán reparados con mejores técnicas, las grasas y los aceites ya no serán derramados, cultivando el reciclaje y tratando de minimizar desechos del proceso productivo.

A nivel económico, ya que existirá una mejor disponibilidad y productividad de los equipos de trabajo y sobre todo se trabajará más confiado de que no se va a presentar problemas que afecten la producción, consecuentemente mejorará la rentabilidad, calidad y competitividad de la organización porque todo estará planificado y controlado.

La hipótesis planteada es que la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) incrementará la disponibilidad de equipos críticos de una línea de producción de conservas de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L. Nuevo Chimbote – 2021.

La presente investigación tiene como objetivo general: realizar la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para incrementar la disponibilidad de equipos críticos de una línea de producción de conservas de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L, Nuevo Chimbote – 2021. Como objetivos específicos se tiene: Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento en la empresa GENESIS E.I.R.L, Realizar un análisis de criticidad a los equipos del proceso de producción de

conserva de pescado en la empresa GENESIS EIRL, Analizar los modos y efectos de falla a los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa, Aplicar indicadores de mantenimiento que permitan calcular la disponibilidad de los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa, Elaborar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad a los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa y Evaluar la disponibilidad de equipos críticos después del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en la empresa.

II. MARCO TEÓRICO.

Los antecedentes de la investigación fueron:

Diestra et al. (2017) el objetivo de su investigación fue diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para satisfacer las necesidades existentes en la empresa Puentes Grúa N° 2 y 5 del área operativa. Por tal razón, se diagnosticó el estado de uso de la máquina, y se recopiló información sobre el tipo de mantenimiento que se realiza en la actualidad. Se analizó los datos históricos de las fallas y en los últimos 3 años la matriz de "criticidad" se pudo utilizar para clasificar las máquinas por jerarquía según el puntaje de criticidad con el fin de orientar los tipos de mantenimiento a estas máquinas; los activos más significativos son: las bocinas y cojinetes, zapatas de freno, eje de transmisión, Línea de fase. Se aplicó en la investigación el árbol lógico de decisión (ALD) y se pudo determinar el tipo de mantenimiento que se debe implementar, de 52 actividades donde el 90% es preventivo y el 10% es correctivo.

Arenhart et al. (2020) en su investigación tuvo como objetivo implementar planes de mantenimiento basados en RCM en un laboratorio e identificar las dificultades en la preparación de un plan de mantenimiento para los instrumentos de medición de un laboratorio de calibración y pruebas. Relevamiento del escenario general de mantenimiento en los laboratorios de PHEI, a través de entrevistas individuales, y la implementación de planes de mantenimiento elaborados a partir de la implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Las adaptaciones de las actividades de mantenimiento realizadas por el laboratorio analizado demostraron la gran adhesión del laboratorio a la norma ANBT NBR ISO / IEC 17025, además de la posibilidad de mejorar la calidad del servicio.

Martins et al. (2020) en su investigación tuvo como objetivo aplicar un conjunto de métodos y filosofías para mejorar el proceso de Gestión del Mantenimiento Preventivo en una empresa de estudio dedicada al desarrollo, producción y mantenimiento de transformadores de potencia y distribución. Para ello, se utilizó una metodología de Investigación-Acción. Se aplicó una estrategia de mantenimiento mixta basada en el

Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se desarrolló e implementó un método de clasificación crítica de los equipos en función de su importancia para el proceso de producción; se desarrolló un nuevo diagrama de flujo de decisiones y acciones para la gestión del Plan de Mantenimiento Preventivo; se obtuvo una reducción del tiempo de desperdicio en el Mantenimiento Preventivo (MP); la implementación del Mantenimiento Autónomo (MA) resultó en una reducción del 66% en las fallas de los equipos; se introdujo un conjunto de nuevos Indicadores Clave de Desempeño (KPI's); los indicadores de éxito del plan de mantenimiento aumentaron en un 12%.

Rizkya et al. (2019) en su investigación tuvo como objetivo planificar las actividades de mantenimiento preventivo con el fin de aumentar la fiabilidad de la maquinaria de producción y también mantener el proceso de producción sin problemas. El estudio se llevó a cabo identificando el nivel de daños de una máquina esterilizadora con el método FMEA. Basándose en el resultado del método FMEA, se planificó el mantenimiento de la máquina de producción utilizando el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM). El FMEA indica que hay 5 valores de prioridad de riesgo más altos, a saber, el IGBT, el Mosfet, los casquillos de los cojinetes, el formador de rool y los componentes del bloque en V. La recomendación del método de mantenimiento RCM tiene el potencial de tener un impacto positivo, a saber, una disminución del tiempo medio de inactividad de los componentes críticos del 37,103 % y también un aumento de la fiabilidad.

Fore et al. (2010) en su investigación tuvo como objetivo ilustrar la gestión del mantenimiento preventivo mediante la aplicación del Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM), dirigido a una planta de procesamiento de ferrocromo. La investigación señala que a menudo se descuida el mantenimiento preventivo, lo que afecta a la continuidad del proceso y, por tanto, compromete la calidad del producto debido a las caídas y fluctuaciones de la temperatura de funcionamiento. Estas averías suelen ser frecuentes y más largas, lo que afecta a los objetivos de producción. También se producen fallos en la puesta en marcha después de realizar el mantenimiento. Esto lleva a una gestión de crisis, lo que aumenta el coste directo del

mantenimiento. El RCM se emplea para elaborar un tipo de programa de mantenimiento preventivo estable que se base en la causa raíz por lo cual suceden los fallos en los equipos. Su fruto es que se concrete el programa de mantenimiento que posee todos los recursos y medios para aplicarlos y genere una elevada operatividad en la producción.

Prasmoro (2020) en su investigación tuvo como objetivo la determinación del alcance del estudio, el análisis del modo de fallo y efecto (AMFE), y la determinación de la estrategia de mantenimiento. El análisis del riesgo se basó en la matriz de riesgo elaborada mediante el consenso de todas las partes interesadas. La matriz de riesgo cubre las áreas de incidencia (ocurrencia), detección, así como el nivel de riesgo (severidad). Posteriormente, sobre la base de esta matriz de riesgo calculada, se establece el Número de Prioridad de Riesgo (RPN). Basándose en el valor del RPN, se propone una estrategia de mantenimiento para cada tipo de modo de fallo. Todo el proceso se ve facilitado por el uso del software de RCM Minitab 18 hecho específicamente para este fin. De este estudio se desprende que el valor del RPN para todos los equipos oscila entre 72 y 900. Con el estudio del RCM también se ha conseguido establecer una estrategia de mantenimiento adecuada para cada modo de fallo, sirviendo como antecedente para la elaboración de un nuevo programa de mantenimiento.

Ramadhan et al. (2019) en su investigación tuvo como objetivo determinar el horario del intervalo de atención y conocer las acciones o actividades de mantenimiento que se deben realizar. Para resolver el problema en esta investigación se utiliza el método de Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM) II con el cálculo del Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE). RCM II define una secuencia de actividades empleado para resolver las acciones que se debería tener para el mantenimiento de la máquina, mientras que para FMEA se define como un método para identificar la forma de fallo más alta en cualquier mal funcionamiento de la máquina. Del resultado del cálculo utilizando FMEA y RCM II, obtuvimos el resultado del intervalo de tratamiento en el componente del eje lateral (manillar metálico) con un intervalo de mantenimiento de 63 horas, para el componente del cigüeñal (carretera metálica) con un intervalo de

mantenimiento de 81 horas, y para el componente del motor eléctrico con un intervalo de mantenimiento de 374 horas.

Palomino et al. (2020) el objetivo de su investigación fue presentar un estudio de mantenimiento centrado en el mantenimiento productivo total (TPM) y el mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM). Su enfoque se basa en el análisis FMEA del RCM para el análisis del mantenimiento, que se llevó a cabo en este estudio. La aplicación del TPM tuvo éxito en el sentido de que se aplicaron varias políticas de mantenimiento preventivo (PM) asignadas a los activos y se demostró que la aplicación del TPM en la industria de la construcción podía reducir la acumulación excesiva de mantenimiento con la misma optimización efectiva, y con el apoyo del análisis de RCM y su análisis de sistemas de equipos pesados. Lo que se requiere es la aplicación sistemática de RCM y TMP porque permiten la selección y aplicación de tareas eficaces de MP. Se utiliza un enfoque que desarrolla y analiza a fondo las estrategias de correctivo continuo y de PM en un ambiente de incertidumbre y con datos operativos limitados por la crítica. Los resultados muestran una mejora del 90% en la disponibilidad.

En concordancia con las **bases teóricas** relacionada al tema de la investigación. La importancia del mantenimiento es mejorar y aumentar la confiabilidad de los procesos productivos y las tareas que lo conllevan, con factores como la planeación, organización, control y ejecución de diversos métodos para conservar los equipos y maquinas.(Mora Gutiérrez, 2009)

El mantenimiento es una acción decisiva en el ciclo de vitalidad de los equipos para lograr una alta disponibilidad de las máquinas a bajo valor, es la agrupación de actividades necesaria para que un equipo vuelva a realizar las tareas por las que fue planificado en un principio (Pinto et al. 2020). Los tipos son: Mantenimiento Productivo total, es aquel que pretende liquidar pérdidas, reducir la vigencia de inactividad y reducir los costes, este busca integrar a todo el proceso y áreas para alcanzar los objetivos (Adhiutama et al. 2020). El Mantenimiento preventivo analiza el historial de fallos como antecedentes para prevenir averías o paradas de producción,

Mantenimiento predictivo es aquel que garantiza el funcionamiento de equipos por las inspecciones continuas del equipo y Mantenimiento correctivo, es hacer mantenimiento sin previo aviso, surgió en el momento de la producción por una parada inesperada que afecta la meta diaria y el mantenimiento centrado en confiabilidad. (Sari et al. 2020)

Respecto a la variable independiente, el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es una metodología que determina que acciones se debería tener para preservar los activos físicos de una empresa, manteniendo su disponibilidad operativa y continúe haciendo la función por la que es requerida en la actualidad (Moubray, 2004,p.7), además es una metodología para optimizar los recursos de mantenimiento, así como es necesario para optimizar los costos y mejorar la eficacia del sistema de mantenimiento (Zeinalnezhad et al. 2020). El RCM es capaz de reducir lo mayor posible las actividades del mantenimiento, los costos que involucran reparar los fallos, sin afectar el rendimiento de la producción, la calidad del producto, la seguridad y la salud de los trabajadores (Piechnicki et al. 2019), también es utilizado como un procedimiento para detectar los pasos para el mantenimiento preventivo de sistemas complejos, el éxito del RCM no solo es reflejado por la confiabilidad de los equipos sino también de los principios y de la adecuada comprensión y aplicación de su concepto (Campos et al. 2019)

El RCM permite establecer una adecuada estrategia de mantenimiento para cada tipo de fallo que pueda ocurrir, que sirve como base para realizar un nuevo programa de mantenimiento (Prasmoro 2020). El RCM permite decidir si el equipo es conveniente para el proceso, y determina los cambios de diseño en las necesidades del equipo para nuevas inversiones y la conveniencia del proceso (Rizkya et al. 2019). El proceso sistemático del mantenimiento centrado en confiabilidad según La norma SAE JA1011 menciona que la metodología del RCM implica formular siete preguntas sobre el activo o sistema que se desea realizar. Son las siguientes ¿Cuáles son las funciones y las normas de rendimiento asociadas al activo en su contexto operacional?, ¿De qué manera no cumple sus funciones (Falla funcional) ?, ¿Qué causa cada fallo funcional? (modo de fallo), ¿Qué ocurre cuando se produce cada fallo funcional? (Efectos de

falla), ¿De qué manera afecta cada fracaso? (Consecuencia de la falla), ¿Qué se podría hacer para predecir o prevenir cada fallo?, ¿Qué hay que hacer si no se puede prevenir la falla? (Gonzales, 2005, p.91) (Fore, Msipha 2010)

Según norma SAE JA1011 el modo de falla es un suceso original que genera una falla funcional, considerando que cada modo de falla posee muchas causas que las pueden originar, por esa razón se debe detectar las diversas causas que originan los fallos.

Una de las herramientas para implementar el mantenimiento centrado en confiabilidad operacional es el análisis de criticidad (CA), es una técnica para establecer jerarquía de los equipo, instalaciones y sistemas, cuya finalidad es facilitar la toma de decisión en función a la aparición de los fallos (Souris, 1992,p.103), este análisis en conjunto con la información de la empresa indica la situación actual, así como su sistema de mantenimiento existente, para finalmente calcular la criticidad, multiplicando la probabilidad de frecuencia de falla por la consecuencia (Afiva et al. 2019) . En la pregunta tres del proceso de RCM especifica al modo y la causa del fallo, que consiste en un suceso mediante el cual se manifiesta una falla funcional, esto puede ocurrir en un sistema, subsistema o hacia el tipo de activo. (Yang et al. 2020). En la cuarta, el efecto de fallo consiste en determinar el daño, impacto y frecuencia que va a provocar en una empresa u organización a corto o mediano plazo si no se realiza una acción inmediata para evitarla, estos últimos se determina mediante el análisis de modo y efectos de fallos (AMEF) (Okwuobi et al. 2018).

El número de Prioridad de Riesgo (NPR) es una metodología que evalúa los riesgos por la presencia de cada falla funcional, este factor está presente en el AMEF y se calcula multiplicando O (probabilidad de ocurrencia) por G (gravedad del fallo) y D (probabilidad de no detección) (García, 2009). El análisis de modo y efecto de fallos es una herramienta que es capaz de identificar los fallos en un proceso, determinando las causas que lo provocan, pudiendo conocer el índice de gravedad y priorizando aquellos más graves para tomar acciones correctivas y subsanarlos con la finalidad de que no afecten la disponibilidad operativa (Camisón et al. ,2006, pag. 102). Según el autor (López et al. 2017) el Árbol Lógico de Decisiones, es una secuencia que permite

interpretar de manera visual y esquematizada mediante un diagrama en forma de árbol información y resultados, al realizar el diagrama se toma decisiones lo cual queda documentada en relación al mantenimiento .

Con respeto a la teoría de la variable dependiente, la disponibilidad de equipos es tener la seguridad de que un activo o equipo se encuentra listo de operar, éste se centra en las horas totales que pueda estar operativa durante la producción, para llegar a eso lo que se busca es el cero averías (García Garrido, 2003, p.21), para evaluar los resultados que se tendrá en el área de mantenimiento respecto a la disponibilidad de equipos en el sistema productivo, es importante definir indicadores del mantenimiento debido a que se encuentra relacionado con la disponibilidad operativa en la producción y calidad de sus productos. Para asegurar que la planta logre el desempeño esperado, el área de mantenimiento necesita un seguimiento del desempeño en el proceso de mantenimiento y los resultados del mantenimiento. (Herrera et al. 2020) El primero es la confiabilidad, es la probabilidad de que un equipo o sistema puede funcionar continuamente sin fallos en un determinado periodo de tiempo sin perder su función (García, 2012) Es la posibilidad de que un equipo siga funcionando en un largo periodo de tiempo sin algún tipo de fallo o avería (Raza et al. 2016). Los componentes que se relacionan a fiabilidad o confiabilidad son el tiempo promedio entre fallas (MTBF) y el tiempo de operación previsto donde el MTBF es igual a las horas totales en servicio sobre número de fallas o averías y el tiempo total operativo en el proceso. (Zambrano et al. 2015).

El segundo indicador es la mantenibilidad, que consiste en la probabilidad de que un equipo que ha fallado vuelva a operar satisfactoriamente, de igual manera que cumpla con la misión que se tiene asignada durante un periodo determinado (Dhillon, 2006). La mantenibilidad está relacionada con el tiempo promedio de reparación (MTTR) y la cantidad de fallas o averías (Guevara, 2019). El tercero es el indicador de disponibilidad que permite calcular el porcentaje en función al tiempo que un equipo está disponible para poder funcionar correctamente y se mantenga operativo durante un periodo de tiempo, es igual a la relación entre tiempo promedio entre fallas (MTBF) y la suma de la misma y tiempo promedio de reparación (MTTR)(Tavares, 2007, p.53)

, la disponibilidad debe mantenerse durante todo el proceso productivo porque de tal manera afectará la productividad de la empresa (Zakikhani et al. 2020).

Los costos de mantenimiento son muy importantes para la empresa, este indicador va a permitir analizar los programas que se deseen implementar, cuyo resultado se espera que sea favorable y optimice costos en la gestión, el costo de mantenimiento es igual al costo total sobre el costo total del proceso productivo (He et al. 2018). Entre los beneficios que trae implementar el RCM es: la disminución de costos de mantenimiento, los objetivos se encuentran más precisos, concreto y alcanzable, las paradas de producción disminuyen, mejora la comunicación entre las áreas del proceso productivo con el área de mantenimiento, se alcanza un nivel óptimo de calidad dentro del proceso y se detectan las fallas y sus causas con mayor certeza para que así la empresa continúe buscando la mejora continua (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue aplicada porque se basó en resolver problemas que surgen en el proceso productivo, este tipo de investigación se enfocó en mejorar, optimizar los procedimientos, normas, máquinas, equipos e instrumentos con el fin de dar soluciones a los problemas presentados en el sistema productivo. (Esteban Nieto, 2018)

El diseño de la investigación fue Pre-Experimental, debido a que se presentó un control mínimo entre las variables de estudio. (Alonso et al. 2018)

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Dónde:

G: Equipos críticos de una línea de producción de conserva de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L

O_1 : Disponibilidad de equipos críticos.

X: Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

O_2 : Disponibilidad de equipos críticos después de aplicar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Se define conceptualmente:

Moubray (2004) define al RCM como una de las más poderosas metodologías de gestión que se rige en la planificación de planes o programas que optimicen la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de equipos con la finalidad de disminuir los recurso económicos en una organización.

Se define operacionalmente:

El RCM presenta 7 preguntas básicas, las cuales explicadas de la mejor manera van a ayudar a llevar un registro de las tareas y actividades de mantenimiento en las máquinas u equipos.

Variable Dependiente: Disponibilidad de equipos críticos

Se define conceptualmente:

Es la relación entre el tiempo disponible de la producción y el tiempo total de paradas, en un proceso productivo se busca mantener la disponibilidad lo que equivale al tiempo que un equipo se encuentra listo para producir durante un periodo establecido (García Garrido, 2009)

Se define operacionalmente:

Para analizar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, se procederá a medir los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, utilizando hojas de registros de tiempos.

Matriz de operacionalización y variables en Anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

Se define a la población como el conjunto de todos los miembros de muestra o estudio, la cual posee una investigación (Hernández et al. 2014). En la presente investigación su población fue todos los equipos de la empresa GENESIS E.IRL en la línea de producción de conservas de pescado.

La muestra es denominada una parte de la población seleccionada para la investigación, donde se medirá mediante las variables según el tema de estudio (Hernández et al. 2014). La muestra de la investigación fue todos los equipos críticos del proceso productivo de conservas de pescado.

El muestreo es no probabilístico – por conveniencia.

Criterios de inclusión: Se incluye a todos los equipos del proceso de producción de conservas de pescado de la empresa GENESIS E.I.R.L

Criterios de exclusión: Se excluye todos los equipos que no son críticos del proceso productivo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica es el procedimiento o la búsqueda profunda para obtener información sobre un tema (Arias, 2012). De la recolección de datos se tiene los siguientes tipos de técnicas e instrumentos que se emplearán en la presente investigación:

- a. Observación: Es una técnica de enfoque cuantitativo que mediante el sentido de la vista y la realidad observa hechos o datos que suceden en el entorno con el objetivo de captar información en relación a las variables de estudio, en tal caso del mantenimiento. Su instrumento es la ficha de observación.
- b. Entrevista: Es una técnica de enfoque cualitativo basada en el dialogo donde se realizan preguntas puntuales sobre una temática planteada, con el fin de que la persona que las realiza adquiera información necesaria. Su instrumento es la guía de entrevista.
- c. Análisis Documental: Es una técnica de registro de documentos cuya finalidad es obtener información histórica o antecedentes tales como: manuales, archivos, fallas anuales de mantenimiento para describir y detallarlo durante el desarrollo de la investigación. Su instrumento es la ficha documental.

En la tabla 1 se presenta las técnicas e instrumentos de la presente investigación.

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
Mantenimiento centrado en confiabilidad	Observación	Ficha de observación de máquinas disponibles (Anexo 11)	Procesos de la empresa
	Entrevista	Guía de entrevista sobre mantenimiento actual (Anexo 2)	Procesos de la empresa
	Análisis documental	Ficha de historial de fallos (Anexo 22)	Proceso de la empresa
		Ficha sobre análisis de criticidad (Anexo 3,4 y 5)	Procesos de la empresa
		Ficha de matriz AMFE (Anexo 23)	Procesos de la empresa
		Ficha de diagrama decisión (Anexo 7)	Procesos de la empresa
Disponibilidad de equipos críticos	Observación directa	Ficha de observación de operatividad actual (Anexo 11)	Procesos de la empresa
	Análisis documental	Ficha del plan de mantenimiento RCM (Anexo 25,28 y 31))	Procesos de la empresa
		Ficha de registro de paradas de máquina después del RCM (Anexo 14)	Procesos de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Validez: La validez del instrumento será validada por ingenieros expertos en el tema de las dos variables (Hernández et al. 2014) por tal razón se les presentó a 3 ingenieros para que puedan ejercer el juicio de expertos y puedan calificar cada uno la matriz de validación y poder así analizar la confiabilidad que presenta los instrumentos propuestos para el estudio. La validación de expertos se encuentra en el anexo 18.

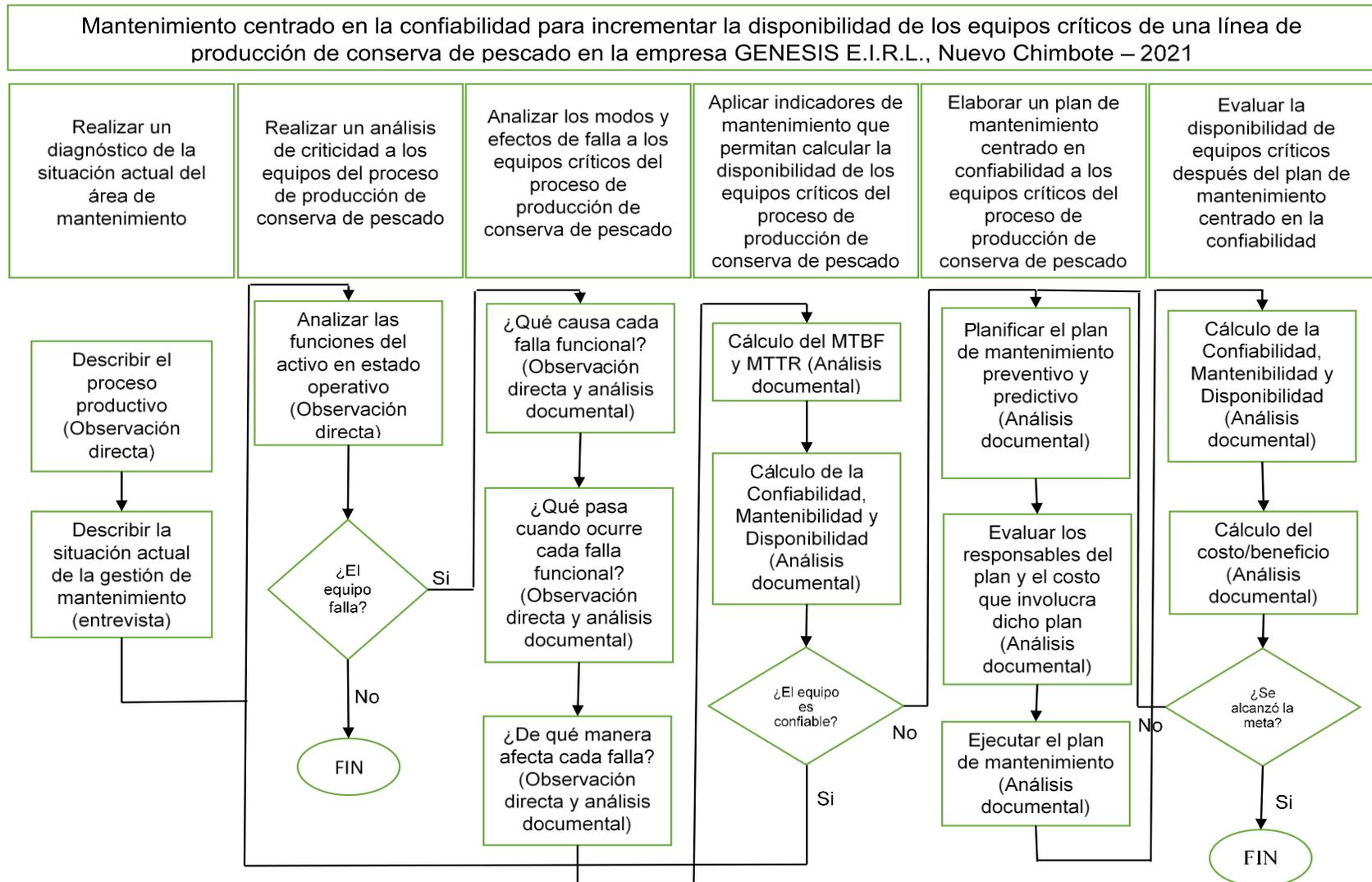
Confiabilidad: La confiabilidad se determina cuando el instrumento del estudio o investigación cumple al producir resultados coherentes y específicos (Hernández et al.

2014), en tal caso se determina mediante el puntaje obtenido de cada instrumento según la escala.

3.5. Procedimientos

Para la elaboración de esta investigación se tomará como guía la metodología que implica el RCM, en primera acción se buscó recolectar información solicitando una entrevista al jefe de planta de la empresa Génesis E.I.R.L con la finalidad de que brinde los datos e información necesaria para proseguir con el estudio, con la autorización se realizó un recorrido a la planta, analizando la realidad en que se encuentra el área de mantenimiento y los equipos del proceso productivo. En segunda instancia, una vez obtenido los datos de la empresa como la información histórica en relación al mantenimiento, el historial de fallas e identificando todos los equipos proceso productivo de conservas de pescado se analizó la criticidad durante el proceso cuya finalidad es clasificar las fallas más significativas en el proceso y posteriormente elaborar la matriz AMEF, clasificando entre crítico, medio crítico y no crítico para conocer las condiciones en las que se encuentran los equipos durante el proceso. Seguidamente se procede a elaborar los pasos de la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar e implementarlo en el departamento o área de mantenimiento de la empresa y así evaluar mediante los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad las mejoras en comparación con la situación inicial.

Figura 1. Flujograma para el procedimiento de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

En la tabla 2 se presentan las técnicas e instrumentos que se utilizarán en el análisis de datos para cada uno de los objetivos con la información recaudada.

Tabla 2. Técnicas e instrumentos para el análisis de datos

OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento en la empresa GENESIS E.I.R.L	Observación	Ficha de observación	La guía de entrevista permitirá conocer la situación de la empresa en relación al mantenimiento.
	Entrevista	Guía de entrevista	
Realizar un análisis de criticidad a los equipos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L	Análisis documental	Registro inicial de paradas	La Guía de criticidad permitirá conocer el puntaje final analizando la frecuencia de fallos en los equipos
		Ficha Guía de Criticidad	
Analizar los modos y efectos de falla a los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L	Análisis documental	Ficha de Matriz AMEF	La matriz AMEF va a determinar las causas de las fallas de los equipos.
		Ficha de diagrama decisión	
Aplicar indicadores de mantenimiento que permitan calcular la disponibilidad de los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L	Observación directa	Ficha de observación de operatividad actual	En este objetivo se va a calcular los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos críticos.
	Análisis documental	Ficha de plan de mantenimiento RCM	
		Ficha de Registro de paradas de maquinas	

Elaborar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a los equipos críticos del proceso de producción de conserva de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L	Análisis Documental	Ficha Guía de Planificación	Detalla la secuencia de pasos para realizar el plan de mantenimiento RCM, se detalla la frecuencia, responsable, entre otros.
Evaluar la disponibilidad de equipos críticos después del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa GENESIS E.I.R.L	Observación directa	Ficha de observación de operatividad actual	Se va a evaluar la disponibilidad anterior con la post implementación del mantenimiento RCM mediante el nuevo registro de fallas.
	Análisis Documental	Ficha de Registro de paradas de maquina	

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de los datos una vez obtenida la información se utilizó las hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016 para elaborar la proyección y la variabilidad con respecto al historial de fallas, para poder determinar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos evaluados a través de diagramas de barras. Los datos procesados de la variable dependiente permitieron determinar las ocurrencias diarias de fallas durante el proceso de conservas de pescado en la empresa Génesis, estos datos serán clasificados en tablas para así poder tener el resultado de los tiempos promedio entre falla (MTBF), tiempo de reparación (MTTR) de cada operación durante paradas programadas, estos datos de igual manera serán clasificados para procesar y determinar el grado de riesgo de los equipos estudiados en el proceso productivo, a través del diagrama de barras, con la información correctamente clasificada se procede a desarrollar el mantenimiento centrado en confiabilidad. Los resultados serán mostrados en diagramas de barras y gráficos de barras para determinar el aumento de la disponibilidad de los equipos críticos de la

línea productiva de conservas de pescado y así evaluarlo con los indicadores iniciales.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se tomará en cuenta lo establecido por la normativa de la Universidad Cesar Vallejo S.A.C, la cual ha sido expresada formalmente mediante la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017-UCV. En ese sentido, para ejecutar la investigación se respeta los principios de honestidad, estipulado en el Art. 6 de la resolución, es decir durante el desarrollo de la investigación toda acción será autentica sin alterar ningún resultado, sin presentar información falsa y respetando las principales fuentes de información. De igual manera se tomará en cuenta el art. 14, que orienta a los autores a ejecutar la investigación habiendo una autorización explícita de la empresa o entidad para la recolección de datos y para la divulgación de los resultados, de esta manera se asegura que en ningún momento la empresa o entidad se vea perjudicada.

Por otro lado, también se debe considerar que la presente investigación va a ser sujeta a lo expuesto en el art. 15 de la resolución, lo cual establece la política anti plagio y que compromete a los autores a citar, correctamente, toda información parcial o complete que se haya extraído de cualquier fuente ajena a la presente investigación, tales como tesis, artículos, libros u otros; así mismo, dicha veracidad en el reconocimiento de todos los autores.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción general de la empresa y de la situación actual del área de Mantenimiento

4.1.1. Descripción General de la Empresa

GENESIS EIRL es una empresa dedicada al aprovechamiento de diferentes especies o recursos biológicos acuáticos (como anchoveta, jurel, caballa, bonito, atún, etc.) para la elaboración de pescado cocido y crudo en conserva con la denominación de los siguientes productos: grated, trozos, filetes de pescado y otros productos diferentes en formatos de envases de hojalata y líquidos de gobierno.

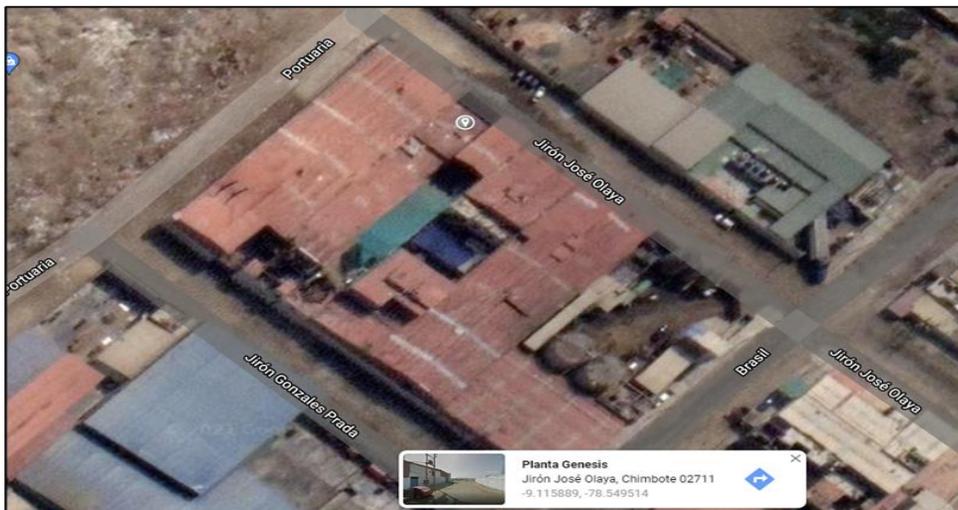


Figura 2. Ubicación de la planta Génesis E.I.R.L.

Fuente: Google Maps (2021)

La fábrica está ubicada en Jr. José Olaya Manzana I, lotes 2 a 7, ubicada en Pueblo Joven, Villa María, Nuevo Chimbote, región Ancash, Perú, además cumple con la normativa nacional vigente y las normas internacionales de calidad higiénica de los productos pesqueros que son emitidas por el Ministerio de Producción de acuerdo con las necesidades del cliente con el Ministerio de Salud y el Servicio Estatal de Sanidad Pesquera y otras organizaciones autorizadas como SANIPES.



Figura 3. Vista Exterior de la planta Génesis E.I.R.L.

Fuente: Google Maps (2021)

4.1.1.1. Organigrama del Área de Mantenimiento

La empresa Génesis E.I.R.L. tiene como modelo central de organización a producción ya que todo el organigrama de mantenimiento esta jerarquizado desde la gerencia de producción que tiene como máxima autoridad al jefe de planta.

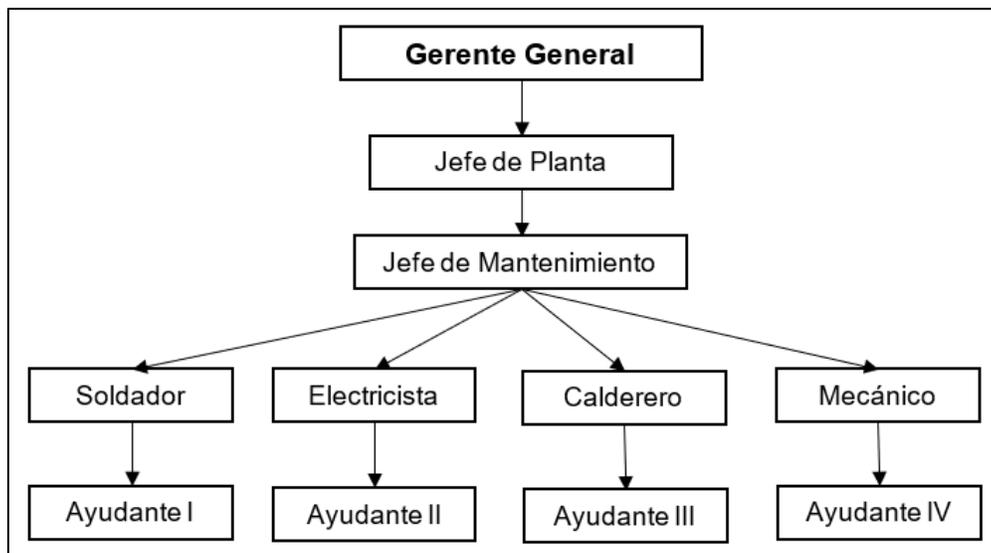


Figura 4. Organigrama del área de mantenimiento

Fuente: Manual Haccp Génesis E.I.R.L.

El área de mantenimiento lo dirige el jefe de mantenimiento, persona que cuenta con experiencia necesaria trabajando para distintas empresas del mismo sector, en empresas del mismo sector productivo, además es la persona responsable de velar las programaciones de mantenimiento de trabajo y la correcta funcionabilidad de los equipos que existan en planta, también está en la capacidad de realizar sugerencias en función a las mejoras de la planta y en la gestión de mantenimiento.

4.1.1.2. Diagrama de Flujo del proceso de producción de conserva de pescado de línea cocido

La planta Génesis cuenta con 2 líneas de producción que son cocido y crudo, sin embargo, nuestro tema de investigación se hará de una sola línea en el cual se aprovechen más las máquinas. En la figura 5 se puede visualizar a detalle el proceso de la línea de cocido.

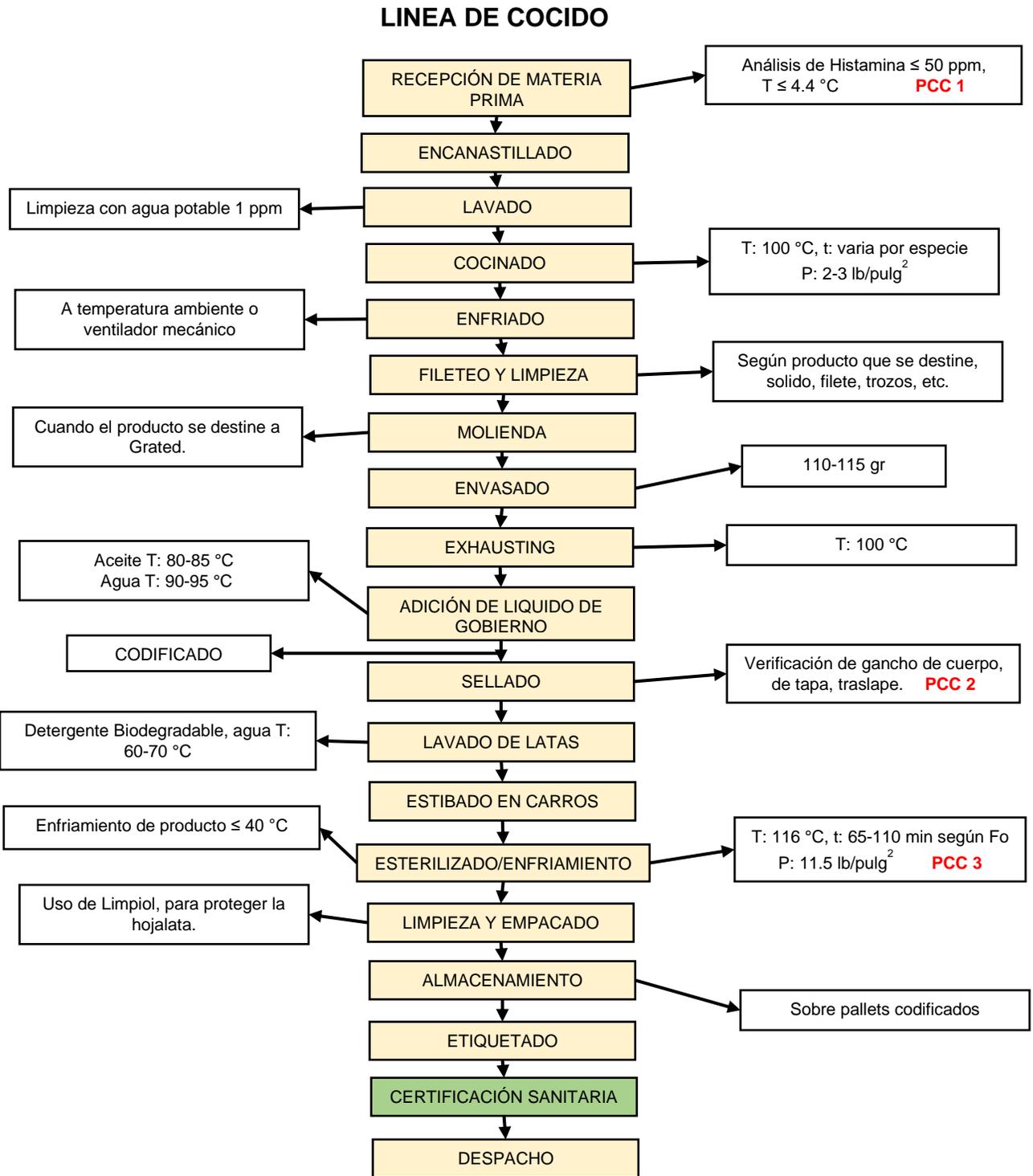


Figura 5. Flujograma de proceso de elaboración de conserva de pescado

Fuente: Manual HACCP Génesis E.I.R.L.

El proceso comienza desde la recepción de materia prima el cual ingresa el camión con la cámara frigorífica llena de cubetas de pescado con hielo, las cubetas son pesadas y trasladadas a la zona de encanastillado, donde los operarios encanastillarán el pescado en coches de 18 canastillas para luego ser lavadas con agua tratada a presión y ser trasladadas a los cocinadores estáticos para ser cocinados con los parámetros establecidos, luego pasa a enfriarse a temperatura ambiente o con ventiladores para luego ser fileteado y limpiado y ser llevados a envasar con 110 a 115 gramos de carne, adicionar el líquido de gobierno y ser selladas herméticamente obteniendo un vacío aceptable donde se pasarán por la lavadora y ser llenadas en carros apilados para llevarlas al autoclave y empezar con el proceso térmico, una vez esterilizado se procede a enfriar a temperatura ambiente para luego limpiarlas y empacarlas y llevarlos al almacén de producto terminado.

4.1.1.3. Diagrama de Ishikawa de la Gestión del Mantenimiento

La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y al no contar con este, por ende, no se puede planificar las actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo y de esta manera, poder disminuir costos. Los costos de mantenimiento correctivo son excesivamente elevados, dado que la empresa ejecuta un mayormente de mantenimiento correctivo y en menor proporción el mantenimiento preventivo. Al no contar con formatos de mantenimiento la empresa no tiene un control de sus repuestos existentes en almacén, no tiene una relación directa con sus proveedores. Para lograr identificar la causa raíz del problema anteriormente mencionado, se procede a efectuar una evaluación empleando como herramienta el diagrama de Ishikawa visualizado en la figura 6.

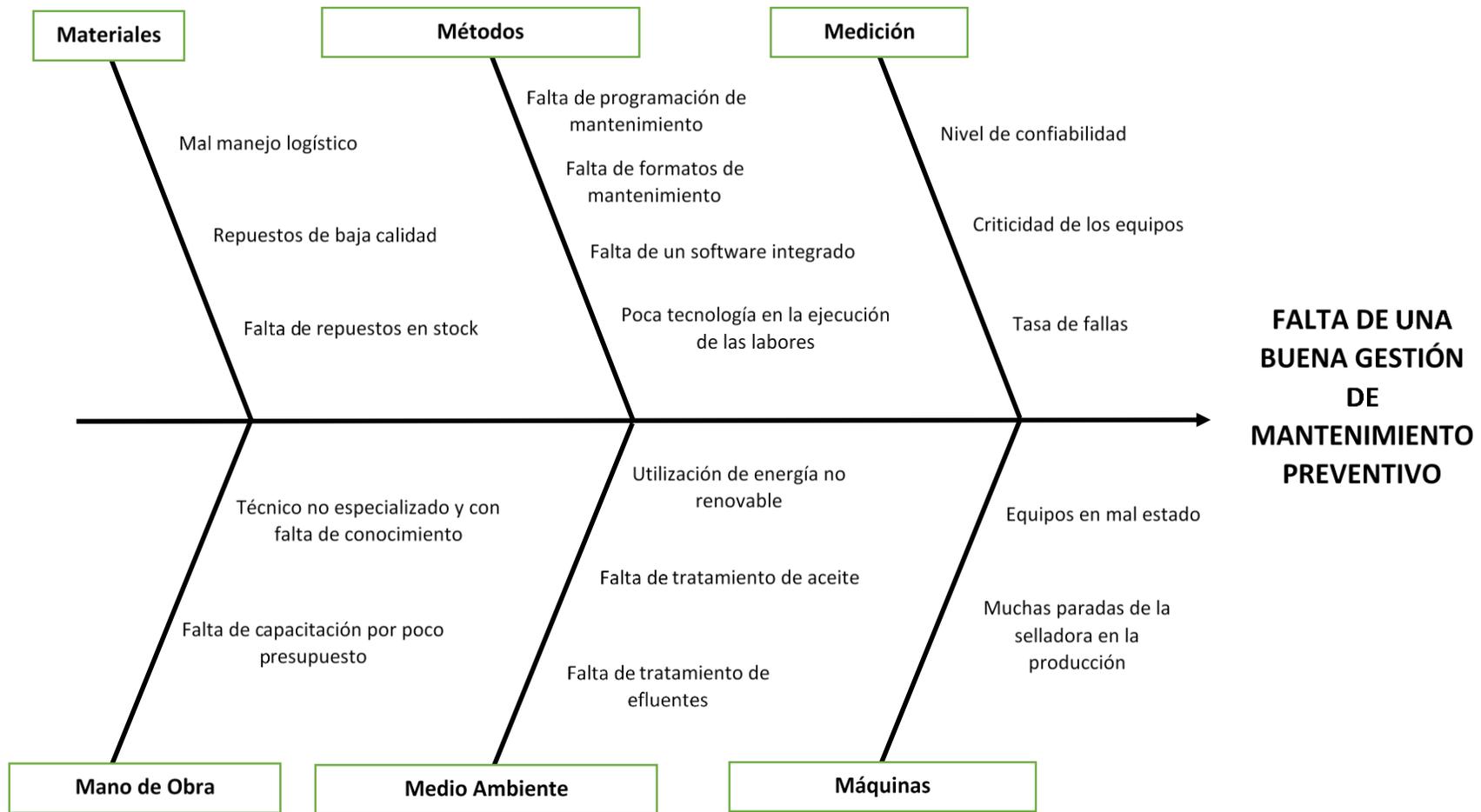


Figura 6. Diagrama de Ishikawa de la gestión de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento

Para determinar la situación del área de mantenimiento en los equipos críticos de la empresa pesquera GENESIS E.I.R.L se utiliza la herramienta de la entrevista cuyo objetivo es recaudar la información necesaria del personal responsable del área y poder así obtener datos, así como medidas para mitigar los problemas que se han detectado.

Tabla 3. Personal Técnico de Mantenimiento encuestado y entrevistado

Ítem	Descripción
1	Jefe de Planta
2	Jefe de Mantenimiento
3	Soldador
4	Ayudante Soldador
5	Electricista
6	Ayudante Electricista
7	Calderero
8	Ayudante Calderero
9	Mecánico
10	Ayudante Mecánico

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se visualiza a todo el personal técnico involucrados en el área de mantenimiento encargados de solucionar y dar reparaciones a equipos, máquinas y las instalaciones de la planta.

Tabla 4. Operadores de Máquinas encuestados y entrevistados

Ítem	Descripción
1	Operador de Cocinadores Estáticos
2	Operador de Máquina Selladora
3	Operador de Marmitas
4	Operador de Autoclaves
5	Operador de Caldero Piro-tubular

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo en la Tabla 4 observamos a los operadores de planta de cada etapa, debido a que ellos son pieza fundamental con respecto al mantenimiento, ya que ellos conocen mejor a sus máquinas y por ende también deben estar en la capacidad de ayudar ante cualquier imprevisto, así que se les entrevistó y encuestó para determinar el grado técnico y de conocimientos con los que cuentan.

Para determinar el estado actual del mantenimiento se va a evaluar los resultados de la entrevista que se tuvo con los trabajadores de la respectiva área, a través de tablas se podrá visualizar con mayor detalle.

Tabla 5. Resultado de la entrevista a personal de mantenimiento

CUESTIONARIO		SI	NO
1	¿En la planta se conoce que es el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad?	0%	100%
2	¿Considera que el mantenimiento dentro de la empresa es bueno?	30%	70%
3	¿Posee registro o datos históricos sobre los mantenimientos realizados?	10%	90%
4	¿Cuenta con procedimientos de mantenimiento o reparaciones para cada máquina?	20%	80%
5	¿Existe un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de la planta?	0%	100%
6	¿Se ha determinado los fallos potenciales dentro de planta?	30%	70%
7	¿Posee las fichas técnicas de los equipos y máquinas?	0%	100%
8	¿Planifica las paradas de producción para realizar mantenimiento previo?	40%	60%
9	¿Aplica alguna técnica para determinar las fallas?	10%	90%
10	¿Comprueba periódicamente su inventario de herramientas e instrumentos para poder trabajar?	60%	40%
11	¿Todo el personal del área de mantenimiento es especialista en tareas mecánicas o eléctricas?	60%	40%
12	¿El personal de mantenimiento es capacitado?	20%	80%
13	¿Reporta las actividades realizadas durante la jornada laboral mediante registros?	0%	100%
14	¿El espacio donde realiza reparaciones cree que es el adecuado?	50%	50%
15	¿Cuenta con un stock de herramientas, repuestos y materiales de trabajo?	30%	70%
TOTAL		24%	
TOTAL			76%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 muestra que del personal encuestado el 76% asegura que la situación de mantenimiento es deficiente en la empresa mientras que el 24% considera que es eficiente.

Sin embargo, también se procedió a entrevistar a los operadores de las máquinas ya que son pieza fundamental en el mantenimiento de estas, por ende, se procedió a evaluar el nivel de conocimientos técnicos que ellos tienen para apoyarse con los mecánicos de planta.

Tabla 6. Resultado de la entrevista a operadores de las máquinas

CUESTIONARIO		SI	NO
1	¿Cuenta con estudios técnicos?	60%	40%
2	¿Tiene algún conocimiento en electricidad?	20%	80%
3	¿Tiene algún conocimiento en mecánica?	80%	20%
4	¿Lo capacitaron antes de empezar a laborar en su puesto?	100%	0%
5	¿Tiene la capacidad de solucionar fallas básicas de su máquina y equipo?	100%	0%
6	¿Conoce perfectamente el funcionamiento de su máquina?	100%	0%
7	¿Sabe con exactitud cada cuanto tiempo se le debe hacer mantenimiento a su máquina?	20%	80%
8	¿Revisa los manuales de operación de su máquina?	0%	100%
9	¿Tiene un registro de las operaciones de su máquina?	20%	80%
10	¿Dispone de un check-list para evaluar su máquina?	0%	100%
TOTAL		50%	
TOTAL			50%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6, del personal encuestado el 50% asegura que opera y conoce su máquina correctamente mientras que el otro 50% consideran que les falta conocimiento.

En resumen, luego de aplicar la entrevista a los trabajadores se llega a la conclusión de que el área de mantenimiento utiliza 2 tipos de mantenimientos, los cuales son el preventivo y correctivo, sin embargo, desconoce de las otras técnicas como el RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad), CMB (Mantenimiento basado en condición) y TPM (Mantenimiento productivo Total). EL historial de fallos existente demuestra que el 100% de los técnicos u operadores entiende el significado del mantenimiento preventivo, además demuestra que de igual forma este 100% no conoce ni aplica el RCM, AMEF y solo el 33% realizan actividades de mantenimiento correctivo. Se puede constatar que, en las entrevistas con los operadores, el 100% confirmó que se encuentran realizando actividades de mantenimiento básico.

El personal de mantenimiento y el personal operativo de maquinarias no están capacitados ya que el personal realiza las actividades en base a la experiencia obtenida en el lugar de trabajo o la experiencia adquirida en otros trabajos, lo que ha provocado que el personal realice actividades incorrectamente por falta de capacitación técnica muchas veces. Según la entrevista, el 100% de las personas tienen conocimientos generales, el 80% de las personas necesitan formación profesional y el 50% de las personas no conocen los estándares básicos que deben conocer los técnicos de mantenimiento. El 40% de las personas no tiene ocupaciones técnicas en el campo de mantenimiento, el 40% de los operadores no cuenta con investigación técnica y el 100% de las personas comenta que no ha recibido capacitación constante después de ingresar al trabajo, lo que genera errores directos en las operaciones que realizan debido a falta de conocimientos de fallas que afecten al proceso productivo y al equipo.

No existe una lista de verificación para controlar el estado del equipo, es decir, el área de mantenimiento no puede garantizar el funcionamiento normal de la máquina, además el 100% de los encuestados que realizan funciones como operadores en la

fábrica no conocen la lista de verificación. El trabajo está planificado en algunos departamentos de la fábrica y otras áreas no tienen trabajos de mantenimiento planificados, siempre esperando que las fallas de los equipos provoquen un tiempo de inactividad inesperado en cualquier momento del proceso. No hay control documental en el área de mantenimiento, por lo que no se registran documentos importantes, como el número de fallas de cada máquina, tiempos muertos, reportes de mantenimiento, órdenes de trabajo, lo cual se puede comprobar en los resultados de la entrevista.

De todos los puntos realizados en la entrevista se pudo determinar diversos factores; el primero es que la empresa GENESIS E.I.R.L no posee un plan de mantenimiento lo que ocasiona frecuentes fallos en los equipos y una baja disponibilidad de ellos al momento de que inicie la producción, se no se tiene un historial o un registro de las averías o reparaciones que se han realizado, no se tiene procedimientos de trabajo ni un stock adecuado de repuestos, es decir, existe poca comunicación y planificación. Además, no tiene conocimiento sobre en que se basa mantenimiento centrado en confiabilidad y, es más, no posee las fichas técnicas de los equipos dificultando al momento de querer reparar uno.

A continuación, se presenta la cantidad total de equipos de la planta Génesis E.I.R.L.

Tabla 7. Cantidad de Equipos Disponibles de la planta Génesis E.I.R.L.

EQUIPOS	CANTIDAD
Caldero Piro-tubular	1
Fajas transportadoras	4
Cocinadores Estáticos	3
Marmita industrial	2
Exhausting	2
Autoclave	4
Maquina cerradora	2
Máquina codificadora	1
Carro Montacargas	1

Fuente: Elaboración propia

Según nuestra ficha de observación (anexo 11) las máquinas de la planta Génesis ya cuentan con un tiempo de vida considerable, por lo que requieren de un mantenimiento sumamente controlado y muy meticuloso, pero lamentablemente no cuentan con un plan adecuado de mantenimiento y casi siempre aplican el mantenimiento correctivo que según varios autores es una técnica no planificada que afectan directamente el proceso y ocasionan muchas pérdidas económicas a la empresa.

Se puede verificar que esta área no cuenta con un plan de mantenimiento escrito para cada máquina, no tiene procedimientos de trabajo, pero los días que no hay producción, los operadores de las máquinas aprovechan en hacer una pequeña revisión por fuera a sus máquinas, pero descuidan lo interno.

4.2. Realizar un análisis de criticidad a los equipos del proceso de producción

Una vez obtenida la información de la situación actual del área de mantenimiento en la empresa, se va a considerar todos los equipos operativos del proceso en la línea de cocido. Según la guía de criticidad, los factores como la frecuencia se basa en la continuidad de fallas o paradas de los equipos en las diversas etapas del proceso, mientras que el factor de consecuencia está referida al impacto que genera en el proceso, en la seguridad y ambiente.

Con el fin de determinar la criticidad de los equipos, se realizó mediante la guía de criticidad ubicada en el Anexo 5; este se aplicó para evaluar los siguientes factores: Frecuencia de falla, Tiempo medio para reparar, impacto sobre la producción, costo de reparación, impacto ambiental y el impacto en salud y seguridad personal de cada máquina que integra el área de producción de la empresa GENESIS E.I.R.L, para determinar la criticidad de los equipos.

Al saber sobre los equipos críticos dentro del proceso donde han presentado fallas en el primer semestre del 2021, se llega a realizar un análisis de criticidad de los equipos, según el registro de fallas ubicada en el anexo 13.

Después de evaluar a cada equipo, se utilizó el formato de puntuación de factores (anexo 3) con el fin de conocer el impacto de cada equipo y de esa manera identificar

los equipos más críticos. De igual manera, se utilizó la matriz de riesgos del autor Moubray (2004) que se encuentra en el anexo 4; esa matriz tiene un código de colores lo cual permite detectar los que tienen mayor a menos intensidad de riesgo en función **con el resultado del análisis de criticidad.**

Tabla 8. Cálculo de criticidad de los equipos de la empresa GENESIS E.I.R.L

EQUIPO	Frecuencia de falla	MT TR	Impacto en la producción	Costo de reparación	Impacto Ambiental	Impacto en la seguridad y salud	Impacto Total	CRITICIDAD
Caldero	1	4	8	25	5	5	67	
Fajas transportadoras	1	1	2	10	0	0	12	
Cocinadores estáticos	1	1	4	10	0	5	19	
Marmita industrial	1	1	2	10	0	0	12	
Exhausting	1	1	2	10	0	0	12	
Autoclave	1	5	6	15	0	5	45	
Maquina cerradora	2	5	8	25	0	5	70	
Máquina codificadora	1	1	2	10	5	0	17	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se muestran los resultados de los equipos más críticos del proceso productivo de conservas de pescado en la línea de cocidos, los cuales son: La máquina cerradora y el caldero, esto demuestra que existe una ocurrencia de falla que causaría perjuicios significativos a la empresa.

En la tabla 9 muestra que los equipos críticos son la maquina cerradora (Ángelus y Continental) y el caldero, es por ello que esos equipos se priorizarán en el desarrollo.

Tabla 9. Jerarquización de equipos críticos

NIVEL DE CRITICIDAD	CANTIDAD	EQUIPOS
CRÍTICO	2	Máquina Cerradora Caldero
SEMI CRÍTICO	1	Autoclave
NO CRÍTICO	5	Fajas Transportadoras Cocinadores Estáticos Marmita Industrial Exhausting Máquina Codificadora

Fuente: Elaboración propia

Al no poseer un registro de averías o fallas por parte de la empresa, desde el primer trimestre del presente año se hizo un seguimiento a todos los fallos que ocurran en las máquinas más críticas para así detectarlos, analizarlos y poder así mitigarlos. El historial de fallos se encuentre en el anexo 13.

4.3. Analizar los modos y efectos de falla a los equipos críticos del proceso de producción

Habiéndose realizado el análisis de criticidad, se procede a identificar los componentes de la Máquina selladora Ángelus, Máquina selladora Continental y el Caldero, el cual ayude a identificar las fallas que se estarían presentando. Para analizar los modos y efectos de fallas se procede a realizar un AMEF de la máquina Selladora Ángelus (Anexo 14), máquina Selladora Continental (Anexo 17) y el Caldero (Anexo 20) el cual analiza los modos de falla de los equipos involucrados en la planta de conserva, los cuales pueden ser causantes de una falla funcional en los componentes que son primarios, además se realiza el árbol Lógico de decisión de la máquina Ángelus (Anexo 15), Continental (Anexo 18) y el Caldero (Anexo 20), para luego establecer las tareas preventivas o correctivas con las frecuencias y el especialista encargado de la ejecución para contrarrestar los efectos del fallo.

Después de elaborar el AMEF y el árbol lógico de decisión se determina el RPN (Número de prioridad de riesgo) según el Anexo 7 se elabora de la máquina Selladora Ángelus, donde se calcula la severidad, probabilidad de ocurrencia y la detención, para

poder analizar y determinar porcentualmente, cuáles son las fallas con más prioridad de riesgo

En el anexo 25, se muestra el resultado del RPN de la máquina selladora Ángelus, donde el modo de falla con mayor porcentaje son las rolas flojas e inexactas (18.3 de valor RPN) seguidamente, piezas en estado de corrosión (16.5 de valor RPN).

En el anexo 26, se muestra el resultado del RPN de la máquina selladora Continental, donde el modo de falla con mayor porcentaje son el perfil de ranura desgastado (12.8 de valor RPN) seguidamente, piezas en estado de corrosión (10.2 de valor RPN).

En el anexo 27, se muestra el resultado RPN del Caldero, donde el modo de falla con mayor porcentaje son el bajo de nivel de tanque de alimentación (12 de valor RPN) seguidamente, el ataque corrosivo en el sistema de refrigeración (11.8 de valor RPN).

Detallando los componentes del equipo, se concluye que los equipos más críticos son la máquina selladora Ángelus, Continental y el Caldero según sus componentes, estos índices de valor RPN que se presenta quiere decir que son las maquinas que más fallas constantes presenta por la misma razón que no se realiza un mantenimiento constante y esto provoca que las maquinas se vuelvan más críticas y provocando cuello de botella y costos a la empresa.

Tabla 10.Cuadro Resumen RPN de los equipos Críticos

Equipo	Descripción de Modo de Falla	Valor RPN	Total de valor RPN
Selladora Ángelus	Rolas flojas e inexactas	18.3	203.8
	Piezas en estado de corrosión	16.5	
Selladora Continental	Perfil de ranura desgastado	12.8	174.65
	Piezas en estado de corrosión	10.2	
Caldero Piro tubular	Bajo nivel de tanque de alimentación	12.0	147.8
	Ataque corrosivo en el sistema de refrigeración	11.8	

Fuente: Elaboración propia

4.4. Aplicar indicadores de mantenimiento que permitan calcular la disponibilidad actual de los equipos críticos

Para evaluar y analizar la disponibilidad actual de los equipos de planta se conversó con la empresa y se procedió a revisar los registros del total de horas de producción del año 2021 y a estimar el tiempo muerto por motivo de las máquinas malogradas que ocurría en cada producción del año 2021. Se hizo esto ya que lamentablemente la empresa no contaba con un registro de sus historiales de fallas.

Para calcular los indicadores de mantenimiento se toma las fórmulas de Michael Guy Deighton publicada en su libro Facility Integrity Management vistas en Anexo 1 en la matriz de conceptualización y operacionalización de variables.

Una vez realizadas las fórmulas, se presentan las siguientes tablas con los indicadores promedio de mantenimiento.

Tabla 11. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Ángelus 69-P

INDICADORES ENERO - ABRIL DE LA MÁQUINA SELLADORA ANGELUS								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
ENERO	4020 min	300 min	8	465.00 min	37.50 min	92.54%	67.91%	99.18%
FEBRE RO	2400 min	225 min	6	362.50 min	37.50 min	90.63%	60.87%	99.18%
MARZO	3900 min	345 min	10	355.50 min	34.50 min	91.15%	60.27%	99.46%
ABRIL	5520 min	510 min	15	334.00 min	34.00 min	90.76%	58.34%	99.50%
PROMEDIO						91.27%	61.85%	99.33%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 indica los indicadores promedios del mes de enero al mes de abril del año 2021, donde se puede observar que la máquina selladora Ángelus en ese tiempo presentó una disponibilidad del 91.27%, una confiabilidad del 61.85% y una mantenibilidad del 99.33%. Según M. Deighton 2016, la disponibilidad mínima requerida en cualquier organización es de un 90%, sin embargo, una disponibilidad optima debería ser de 95%, para incrementar ese indicador también se debe tomar

importancia a la confiabilidad y mantenibilidad, ya que el primero está relacionado al tiempo promedio entre fallas (MTBF) y el segundo al tiempo promedio para reparar (MTTR). Observamos que la confiabilidad de la selladora Ángelus no es óptima, ya que presenta muchas fallas, sin embargo, esas fallas son altamente mantenibles ya que no toman mucho tiempo en ser reparadas.

Tabla 12. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Continental

DISPONIBILIDAD ENERO - ABRIL DE LA MÁQUINA SELLADORA CONTINENTAL								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
ENERO	2000 min	250 min	10	175.00 min	25.00 min	87.50%	35.76%	99.93%
FEBRE RO	1380 min	150 min	5	246.00 min	30.00 min	89.13%	48.11%	99.75%
MARZO	1895 min	200 min	7	242.14 min	28.57 min	89.45%	47.55%	99.82%
ABRIL	2460 min	240 min	8	277.50 min	30.00 min	90.24%	52.28%	99.75%
PROMEDIO						89.08%	45.93%	99.81%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 muestra los indicadores promedios del mes de enero al mes de abril del año 2021, donde se puede observar que la máquina selladora Continental en ese tiempo presentó una disponibilidad del 89.08%, una confiabilidad del 45.93% y una mantenibilidad del 99.81. Observamos que la confiabilidad y disponibilidad de la selladora Continental no es óptima y ni siquiera cumple con el mínimo establecido para el RCM que es de 90%, esto se debe a que presenta muchas fallas, sin embargo, esas fallas son altamente mantenibles ya que no toman mucho tiempo en ser reparadas.

Tabla 13. Indicadores de Mantenimiento del Caldero

DISPONIBILIDAD ENERO - ABRIL DEL CALDERO								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
ENERO	4500 min	120 min	6	730.00 min	20.00 min	97.33%	78.15 %	99.99%
FEBRE RO	2900 min	200 min	8	337.50 min	25.00 min	93.10%	58.67 %	99.93%
MARZO	4400 min	430 min	4	992.50 min	107.50 min	90.23%	83.42 %	81.26%
ABRIL	5900 min	1200 min	1	4700.00 min	1200.00 min	79.66%	96.24 %	13.93%
PROMEDIO						90.08%	79.12 %	73.77%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 muestra los indicadores promedios del mes de enero al mes de abril del año 2021, donde se puede observar que el Caldero en ese tiempo presentó una disponibilidad del 90.08%, una confiabilidad del 79.12% y una mantenibilidad del 73.77%. Observamos que la confiabilidad del caldero no es óptima y ni siquiera cumple con el mínimo establecido para el RCM que es de 90%, esto se debe principalmente a que en el mes de abril hubo una falla grande con respecto al ventilador esto hizo que el tiempo promedio para reparar aumente considerablemente y por ende la mantenibilidad sufra una baja considerable.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó un formato de mantenimiento preventivo de los equipos que conforman la planta de conserva en los cuales se recolecto datos de número de fallas, horas de reparación.

4.5. Elaboración del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad a los equipos críticos

Para aplicar el plan de mantenimiento basado en RCM se realizó la hoja de decisión de mantenimiento centrado en confiabilidad (ver anexos 15, 18, 21). Se realizó un catálogo donde se encuentran los equipos principales críticos que son parte de proceso de elaboración de conserva de la empresa GENESIS EIRL, ubicados en su

respectiva área o localizaciones dentro del programa. Cada equipo fue programado para poder planear la frecuencia, duración y el tipo de mantenimiento, en los cuales se dio mediante la obtención de las fallas y las actividades brindadas en cada equipo para que se pueda dar solución, de esa forma el Mantenimiento Basado en RCM pueda tener una fecha exacta y pueda cumplirse de acuerdo a lo que el plan de mantenimiento indique y se sepa si es la mejor opción o no para los equipos. (Ver anexo 16, 19, 22).

El plan de mantenimiento propuesto nos brinda programar un tipo de acción para la realización del mantenimiento de las maquinas más críticas, en este caso tomamos en cuenta el caldero y la selladora por ser maquinas con más posibilidades de fallas constantes, además nos servirá para mejorar todos los aspectos de la realización de las actividades y funcionen de manera efectiva, la programación se hizo de manera diaria para prioridad alta y semanal para prioridad media y baja por parte de la selladora mientras que en el caldero se programó el mantenimiento una vez por semana para prioridad media y baja, mientras que la prioridad alta una vez por día. (Ver anexo 16, 19, 22).

Tabla 14. Resultados de Actividades Programadas en los equipos críticos de GENESIS E.I.R.L

ACTIVIDADES PROGRAMADAS vs ACTIVIDADES REALIZADAS			
Actividades Programadas	Actividades Realizadas	Se cumplió	No se cumplió
94	84	89.36%	10.64%

Fuente: Plan de Mantenimiento de Equipos Críticos

En la tabla 14 cómo se puede apreciar se evaluó el Plan de Mantenimiento de los equipos críticos que son todas las actividades programadas que no se cumplen al 100% debido a que nunca un plan de mantenimiento se realiza correctamente por razones que tienen que seguir el plan como una filosofía para que con el paso del tiempo se pueda cumplir con lo propuesto y hacer que el plan de mantenimiento llegue a lo más cerca del 100%, además, siempre habrá errores o fallas imprevistas. Se

evaluó la tabla de actividades programadas y las que se realizaron a través del plan de mantenimiento, logrando obtener un 89.36% de actividades realizadas y un 10.64% de actividades que aún no se realizan debido a su tiempo establecido de mantenimiento.

4.6. Evaluación de la disponibilidad de los equipos críticos después de aplicar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad

Ya obtenidos todos los datos, se realizó un nuevo historial de fallas de los meses de septiembre y octubre del 2021 después de aplicar el plan de mantenimiento (Anexo 24) el cual nos muestra la cantidad de fallas de la maquina Selladora Ángelus obtenidas en el mes de septiembre y octubre, que fueron 7 (4 fallas en el mes de septiembre, 3 fallas en el mes de octubre), para la selladora Continental fueron 5 fallas (4 fallas en el mes de septiembre y 1 en el mes de octubre) y finalmente el caldero la cantidad de fallas es de 3 (2 fallas en el mes de septiembre y 1 del mes de octubre).

Sabiendo cuales son los equipos críticos del proceso productivo y considerando su AMEF inicial procedemos a determinar un nuevo RPN (Numero de prioridad de Riesgo) con fallas menores después aplicar el plan de mantenimiento centrado en Confiabilidad con el objetivo de poder determinar la disminución de los valores obtenidos inicialmente.

En el anexo 28, se encontró el resultado con respecto al primer RPN de la maquina selladora Ángelus lo cual hubo una disminución de un 69% con respecto a la inicial. En el anexo 29 se encontró el resultado con respecto al primer RPN de la maquina selladora Continental lo cual hubo una disminución de un 72% a la inicial. En el anexo 30 se encontró el resultado con respecto al primer RPN del Caldero lo cual hubo una disminución de un 50% a la inicial.

Se procede a realizar una tabla con los componentes críticos de la maquina selladora y el Caldero luego de aplicar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, demostrando que se redujo el número de prioridad de riesgo lo cual hace referencia que existe una mejora.

Tabla 15. Resumen RPN de los equipos críticos después de aplicar el RCM

Equipo	Descripción de Modo de Falla	Valor RPN	Total de valor RPN
Selladora Ángelus	Rolas flojas e inexactas	4.2	63.68
	Piezas en estado de corrosión	4.2	
Selladora Continental	Perfil de ranura desgastado	3.4	49.5
	Piezas en estado de corrosión	3.3	
Caldero Piro tubular	Bajo nivel de tanque de alimentación	7	73.8
	Ataque corrosivo en el sistema de refrigeración	5.8	

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicado el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad a los equipos críticos se procede a calcular los nuevos indicadores de mantenimiento desde el mes de septiembre hasta octubre del 2021. A continuación, se procede a evaluar y analizar el nuevo comportamiento.

Tabla 16. Indicadores de Mantenimiento de la Selladora Ángelus después de aplicar el plan de RCM

INDICADORES SEPTIEMBRE -OCTUBRE DE LA MÁQUINA SELLADORA ANGELUS								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEPTIEMBRE	4020 min	150 min	4	967.50 min	37.50 min	96.27%	83.03%	99.18%
OCTUBRE	2400 min	140 min	3	753.33 min	46.67 min	94.17%	78.75%	97.89%
PROMEDIO						95.22%	80.89%	98.54%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 16 muestra los indicadores promedios del mes de septiembre al mes de octubre del año 2021, donde se puede observar que la máquina selladora Ángelus presentó una disponibilidad del 95.22%, una confiabilidad del 80.89% y una mantenibilidad del 98.54%. Según M. Deighton 2016, la disponibilidad mínima requerida en cualquier organización es de un 90%, sin embargo, una disponibilidad óptima debería ser más de 95%, para incrementar ese indicador también se debe tomar importancia a la confiabilidad y mantenibilidad, ya que el primero está relacionado al tiempo promedio entre fallas (MTBF) y el segundo al tiempo promedio para reparar (MTTR). Observamos que la confiabilidad de la selladora Ángelus mejoró y es óptima.

Tabla 17. Indicadores de Mantenimiento de la selladora Continental después de aplicar el plan de RCM

DISPONIBILIDAD SEPTIEMBRE – OCTUBRE DE LA MÁQUINA SELLADORA CONTINENTAL								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEPTIEMBRE	2000 min	100 min	4	475.00 min	25.00 min	95.00%	68.46%	99.93%
OCTUBRE	1380 min	70 min	1	1310.00 min	70.00 min	94.93%	87.16%	92.36%
PROMEDIO						94.97%	77.81%	96.15%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 muestra los indicadores promedios del mes de septiembre al mes de octubre del año 2021, donde se puede observar que la máquina selladora Continental presentó una disponibilidad del 94.97%, una confiabilidad del 77.81% y una mantenibilidad del 96.15%. Observamos que la confiabilidad y disponibilidad de la selladora Continental es óptima y cumple con el mínimo establecido para el RCM que es de 90%.

Tabla 18. Indicadores de Mantenimiento del Caldero después de aplicar el plan de RCM

DISPONIBILIDAD SEPTIEMBRE – OCTUBRE DEL CALDERO								
2021	Tiempo disponible	Tiempo Muerto	# de fallas	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEPTIEMBRE	4500 min	120 min	1	4380.00 min	120.00 min	97.33%	95.97 %	77.68%
OCTUBRE	2900 min	250 min	2	1325.00 min	125.00 min	91.38%	87.30 %	76.30%
PROMEDIO						94.36%	91.64 %	76.99%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 muestra los indicadores promedios del mes de septiembre al mes de octubre del año 2021, donde se puede observar que el Caldero presentó una disponibilidad del 94.36%, una confiabilidad del 91.64% y una mantenibilidad del 76.99%. Observamos que la confiabilidad del caldero es óptima y cumple con el mínimo establecido para el RCM que es de 90%.

Considerando el número de fallas de los equipos críticos y las horas de reparación, estimamos el costo de mantenimiento inicial y su disminución luego de aplicar el plan de RCM para evaluar cuán importante es para la empresa implementarlo continuamente. En el anexo 23 se puede ver el registro inicial de paradas de producción donde se detalla, el número de fallas de los equipos críticos y el tiempo de reparación de los meses desde enero hasta abril de 2021.

Tabla 19. Costos de mantenimiento antes del RCM

COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL							
EQUIPOS	N° DE FALLAS	HORA TOT.	N° TRABAJADORES	COSTO H.H. S/.	COSTO M.O. S/.	COSTO TOT. REP. S/.	COSTO MANT. S/.
CALDERO	19	32.5	98	5	15925	1500	S/ 17 425
SELLADORA ANGELUS	39	23	98	5	11270	1200	S/12 470
SELLADORA CONTINENTAL	30	14	98	5	6860	800	S/7 660
TOTAL	88	69.5					S/37 555

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 se observa el costo de mantenimiento total antes de aplicar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, asciende a un costo de S/ 37 555 soles de los equipos más críticos de la empresa, siendo excesivo para la empresa.

En el anexo 42 se encuentran los números de fallas que se tiene durante los meses de septiembre y octubre de los equipos críticos (Selladora Ángelus, Continental y el Caldero), el tiempo MTTR y las horas totales de producción para calcular el costo de mantenimiento después del RCM

Tabla 20. Costo de mantenimiento después de aplicar el RCM

COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL							
Máquina Selladora, Continental y Caldero							
EQUIPOS	N° DE FALLAS	HORA TOT.	N° TRABAJADORES	COSTO H.H. S/.	COSTO M.O. S/.	COSTO TOT. REP. S/.	COSTO MANT. S/.
CALDERO	5	12.17	98	5	5963.3	500	S/6 463.3
SELLADORA ANGELUS	19	11.17	98	5	5473.3	415	S/5 888.3
SELLADORA CONTINENTAL	11	6.17	98	5	3023.3	280	S/3 303.3
TOTAL	35	69.5					S/15 654.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se observa el costo de mantenimiento total luego de haber aplicado el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, teniendo un costo de S/ 15 654.90 soles de los equipos más críticos de la empresa. Se observa una disminución con respecto al costo que se tiene cuando no existe un plan de mantenimiento implementado.

V. DISCUSIÓN

Teniendo los resultados del proyecto, cuyo objetivo fue realizar la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para incrementar la disponibilidad de equipos críticos de una línea de producción de conservas de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L, se procedió a discutir los mismos resultados en referencia a los resultados de otros autores y contrastándolos con la bibliografía actual.

En los resultados correspondiente al primer objetivo específico, se observa que el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento en la empresa está en un 24% mientras que de incumplimiento un 76%, este resultado demuestra que fue necesario que se implemente un tipo o metodología de mantenimiento dentro de la planta, en tal caso el RCM (Mantenimiento centrado en Confiabilidad) el cual consistió en desarrollar 7 pilares que tuvo como finalidad aumentar la disponibilidad de equipos críticos de un proceso o sistema, lo cual es confirmado en la tesis de Martínez (2019) donde se utilizó la misma técnica de RCM, y se realizó el mismo diagnóstico de la situación actual de mantenimiento en una línea de producción industrial de ladrillos, donde concluyó que la disponibilidad y operacionalidad de los equipos no se encuentra en óptimas condiciones, mostrando un nivel de conformidad en 8,5%, estado regular del 51% y estado deficiente en un 38% por lo que se empezó a implementar esa metodología.

En los resultados correspondientes al segundo objetivo específico, después de conocer que el mantenimiento en la planta no es eficiente, se determinó la jerarquización de los equipos más críticos en la línea de cocido de conservas de pescado en la empresa GENESIS E.I.R.L mediante un análisis de criticidad, previo a ese estudio se evaluaron a todos los equipos y máquinas de la línea de producción seleccionada en el primer trimestre del 2021, para ello se elaboró un formato de encuesta de criticidad dirigida al personal de mantenimiento donde se pudo evaluar 6 factores: Frecuencia de fallas, tiempo medio para reparar, impacto sobre la producción, costo de reparación, impacto ambiental y el impacto en salud y seguridad personal; de los cuales se obtuvo que los equipos más críticos del proceso de producción de conservas de pescado fueron las máquinas selladoras (Ángelus y Continental) con un puntaje de criticidad de 70 y el caldero con un puntaje de 67. Según Díaz y Euribe

(2019) que en su investigación realizó un análisis de criticidad para averiguar al equipo más crítico que fue la máquina selladora con un puntaje de 74, lo que significa que es un equipo muy importante en la zona de producción de conservas de pescado en la empresa GERVASI PERÚ S.A.C, y si llega a ocurrir una de falla potencial causaría pérdidas significativas para la empresa.

En los resultados correspondientes al tercer objetivo específico, se hizo un análisis de modos y efectos de fallos, realizando un árbol de decisión y calculando el RPN (número de prioridad de riesgo) en función a la severidad, probabilidad de ocurrencia y la detección de fallas, se tuvo el resultado del RPN de la máquina selladora Ángelus, donde el modo de falla con mayor porcentaje fueron las rolas flojas e inexactas (18.3 de valor RPN), el resultado del RPN de la máquina selladora Continental, donde el modo de falla con mayor porcentaje fue el perfil de ranura desgastado (12.8 de valor RPN) y el resultado RPN del Caldero, donde el modo de falla con mayor porcentaje fue el bajo de nivel de tanque de alimentación (12 de valor RPN). Esta herramienta de análisis también es usada en el estudio de tesis de Cerna (2019) donde también se utilizó el AMEF y el cálculo del RPN en el cual se obtuvo como resultado inicial un índice de 311 en RPN de un componente de la maquina selladora, donde luego de aplicar el plan de mantenimiento, hubo una mejora y el RPN disminuyó a un índice total de 62.8.

En los resultados correspondientes al objetivo cuarto, se procedió a la evaluación de los equipos críticos donde se realizó el correspondiente análisis de los registros de fallas del mes de Enero del 2021 al mes de Abril del 2021, determinando un total de 39 fallas con respecto a la máquina selladora Ángelus, 30 fallas con respecto a la máquina selladora Continental y 19 fallas con respecto al caldero piro tubular ocurridas en un periodo de cuatro meses, lo que significó un tiempo perdido por parada de planta para reparaciones de 23 horas a la máquina selladora Ángelus, de 14 horas a la máquina selladora Continental y de 32.5 horas al caldero. Para determinar los indicadores de mantenimiento que son la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos críticos se ejecutaron las fórmulas ubicadas en la matriz de Operacionalización, la cual incluye los indicadores que son el MTBF (tiempo promedio

entre fallas) y MTTR (tiempo promedio para reparar), identificando para la selladora Ángelus una disponibilidad de 91.27%, una confiabilidad de 61.85% y una mantenibilidad de 99.33%, para la selladora continental una disponibilidad de 89.08%, una confiabilidad de 45.93% y una mantenibilidad de 99.81%, para el caldero una disponibilidad de 90.08%, una confiabilidad de 79.12% y una mantenibilidad de 73.77%. Así mismo, Guillen (2020), en su tesis realizó un estudio para calcular los indicadores de mantenimiento antes de aplicar el RCM donde se obtuvo que el caldero tenía una disponibilidad de 85.96% y una confiabilidad de 90.65% concluyendo que la disponibilidad estaba lejana al mínimo aceptable que es de 90% y que el objetivo era llegar a una disponibilidad optima por arriba del 92%.

En los resultados correspondientes al objetivo quinto, se propuso los planes de mantenimiento preventivo luego de tener identificados los modos y efectos de las fallas, además se han propuesto actividades para atender cada una de ellas mediante un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM, determinándose actividades diferentes de acuerdo a la hoja de decisión del RCM con intervalos de intervención preventivos, en los equipos seleccionados como críticos, además, cada equipo fue programado para poder planear la frecuencia, duración y el tipo de mantenimiento para tener una fecha exacta y pueda cumplirse de acuerdo a lo que el plan de mantenimiento indique. En otras palabras, se ha logrado reducir el número de fallas de la máquina selladora Ángelus de 39 a 19, de la máquina selladora continental de 30 a 11 y del caldero de 19 a 5. Según Martínez (2017), en su investigación se ha propuesto un mantenimiento basado en confiabilidad bajo los requerimientos de cada ambiente operativo del sistema, evaluando las funciones y fallas funcionales de cada sistema crítico, luego para analizar los modos de falla y el impacto AMEF. En este paso, se utilizó la tecnología de árbol de decisión RCM para realizar tareas y actividades, como el mantenimiento preventivo y predictivo, de acuerdo con la frecuencia de cada activo, reduciendo así su número total de fallas de un 63% a un 36%. En conclusión, la investigación apoya la idea de Martínez (2017) que para implementar las tareas y actividades de mantenimiento se debe utilizar previamente la técnica del árbol de decisión del RCM. Además, las actividades programadas solo se

cumplieron en un 89.36% logrando coincidir con Casanatan (2017), que en su investigación menciona que todas las actividades programadas no se cumplen al 100% debido a que nunca un plan de mantenimiento se realiza correctamente por razones que tienen que seguir el plan como una filosofía para que con el paso del tiempo se pueda cumplir con lo propuesto y hacer que el plan de mantenimiento llegue a lo más cerca del 100%, además, siempre habrá errores o fallas imprevistas.

En los resultados correspondientes al objetivo sexto, luego de haber aplicado el plan de mantenimiento basado en RCM se volvió a calcular los indicadores de mantenimiento de los equipos críticos. La máquina selladora Ángelus su disponibilidad aumentó de 91.27% a 95.22%, su confiabilidad de 61.85% a 80.89% y su mantenibilidad de 99.33% a 98.54%. La máquina selladora Continental su disponibilidad aumento de 89.08% a 94.97%, su confiabilidad de 45.93% a 77.81% y su mantenibilidad de 99.81% a 96.15%. El Caldero su disponibilidad aumento de 90.08% a 94.36%, su confiabilidad de 79.12% a 91.64% y su mantenibilidad de 73.77% a 76.99%. En contrastación con el estudio de Salazar (2017), los resultados obtenidos al aplicar la nueva evaluación del índice de mantenimiento permiten comprender la disponibilidad de los equipos antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento. El foco está en la confiabilidad. Permite un aumento promedio de la disponibilidad de 77% a 98%. Tres meses consecutivos son utilizados para evaluar el desempeño de equipos críticos. Además, según MONTANO (2018), donde diferentes investigaciones se evaluaron y concluyeron que el enfoque del mantenimiento es que la confiabilidad del RCM puede mejorar el desempeño del área de mantenimiento, aumentando la disponibilidad entre 88% y 93% Además también puede producir una buena coordinación entre las áreas de operación y mantenimiento. De igual forma Martínez (2017) quien señala que si se logra un mantenimiento centrado en la confiabilidad, los costos de mantenimiento se reducirán debido a la aplicación de un mantenimiento adecuado y la eliminación de la rutina de los mantenimientos ordinarios. En ese sentido, se puede notar que el alcance de los autores citados tuvo mayor impacto que la presente investigación considerando el efecto sobre el personal de mantenimiento e incluso tuvo más de un 95% de trabajos realizados en lo cual los

autores pudieron concluir que el programa es muy efectivo y que ayuda a que la empresa pueda realizar ordenadamente los mantenimientos mediante los calendarios de prevención.

VI. CONCLUSIONES

1. Se diagnostica la situación actual del área de mantenimiento y se concluyó que no existe documento de control, siendo crítico la gestión de mantenimiento, además, el 30% del personal de mantenimiento no poseía con investigación técnica y el 70% de los operarios no cuentan con formación técnica para su trabajo, lo que dificultó el mantenimiento por falta de soporte técnico para solucionar problemas menores.
2. El análisis de criticidad de los equipos se realizó mediante una matriz basada en riesgo, se concluyó que los sistemas de mayor criticidad son la máquina selladora Ángelus, la Selladora Continental, y el caldero Pirotubular.
3. Se analizó el FMEA de todos los equipos críticos mencionados en el punto anterior, se evaluaron los RPN iniciales y finales, reduciéndose así en un 69% con respecto al valor inicial, en comparación con el primer RPN de la máquina selladora Continental, 72% más bajo que el valor inicial, y el valor RPN de la caldera se reduce en un 50% del valor original.
4. Se aplicó los indicadores de mantenimiento, concluyendo que la selladora Ángelus presentó una disponibilidad de 91.27%, una confiabilidad de 61.85% y una mantenibilidad de 99.33%, para la selladora continental una disponibilidad de 89.08%, una confiabilidad de 45.93% y una mantenibilidad de 99.81%, para el caldero una disponibilidad de 90.08%, una confiabilidad de 79.12% y una mantenibilidad de 73.77%.
5. Se diseñó un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para los equipos críticos, se concluye que fue viable puesto que, se reflejó que en la selladora disminuyó su criticidad y la implementación del plan fue eficiente en un 89.36%
6. Se evaluó la disponibilidad de los equipos críticos y se concluyó que de la máquina selladora Ángelus su disponibilidad aumentó de 91.27% a 95.22%, su confiabilidad de 61.85% a 80.89% y su mantenibilidad de 99.33% a 98.54%. La máquina selladora Continental su disponibilidad aumento de 89.08% a 94.97%, su confiabilidad de 45.93% a 77.81% y su mantenibilidad de 99.81% a 96.15%. El Caldero su disponibilidad aumento de 90.08% a 94.36%, su confiabilidad de 79.12% a 91.64% y su mantenibilidad de 73.77% a 76.99%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Capacitar al personal del área de mantenimiento para mejorar sus conocimientos técnicos y brindar soluciones y mejoras en el mantenimiento de los equipos. Asimismo, también deben incluir personal operador para soporte inmediato, ya que son las personas que tienen contacto directo con las máquinas y conocen sus fallas, lo que ayudará a brindar soluciones clave de manera rápida, antes de que la avería no conduzca a la parada definitiva.
2. Realizar una evaluación de criticidad cada 3 meses en los equipos con mayor índice de fallas, lo que dará indicaciones de que el equipo se está moviendo de áreas críticas a áreas moderadamente críticas o llegando a la zona de bajo riesgo.
3. Realizar un nuevo AMEF cada 6 meses para evaluar el RPN de cada equipo o pieza, lo que dará lugar a una nueva evaluación del proceso de toma de decisiones bajo el RCM que puede ser preventivo, predictivo o correctivo. Dependiendo de la situación, podrá manejarlo, quizás cambiando a un rediseño que anteriormente tenía soporte técnico y económico.
4. Tener un sistema ERP para mantenimiento es importante para el control y la gestión del mantenimiento, que está estrechamente relacionado con RCM y tiene muchas funciones que gestionarán repuestos, herramientas y mano de obra. Si los activos se controlan adecuadamente, se pueden lograr indicadores de clase mundial.

REFERENCIAS

1. ADHIUTAMA, Akbar, DARMAWAN, Rony y FADHILA, Aldo, 2020. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE ON THE AIRBUS PART MANUFACTURING. In : *Jurnal Bisnis dan Manajemen*. marzo 2020. Vol. 21, n° 1, pp. 3-15. DOI 10.24198/jbm.v21i1.280.
2. AFIVA, Wirda Hamro, ATMAJI, Fransiskus Tatas Dwi y ALHILMAN, Judi, 2019. Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. In : *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 19 diciembre 2019. Vol. 18, n° 2, pp. 213-223. DOI 10.23917/jiti.v18i2.8551.
3. ALONSO, Atenea, GARCÍA, Lorena, LEON, Irene, GARCÍA, Elisa, GIL, Belén y RIOS, Lea, 2018. *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL Asignatura: Métodos de investigación en Curso: 3º Educación Especial*. S.l.
4. ARENHART, Rodrigo Schons, PIZZOLATO, Morgana, MENDES, Angélica Alebrant y BRAGHIROLI, Lynceo, 2020. Contribution evaluation of the maintenance plans based on reliability centered maintenance for measuring instruments in Public Higher Education Institutions. In : *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 2020. Vol. 17, n° 2. DOI 10.14488/bjopm.2020.020.
5. ARIAS, Fidias, 2012. *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 6ª EDICIÓN*. 6ª Edición. Caracas : EDITORIAL EPISTEME, C.A. ISBN 980-07-8529-9.
6. CAMISÓN, César, CRUZ, Sonia y GONZÁLES, Tomás, 2006. *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* . Madrid : PEARSON EDUCACIÓN S.A. ISBN 84-205-4262-8.
7. CAMPOS, Omar, TOLEDO, Miguel, TOLENTINO, Guilibaldo y TOLENTINO, Renè, 2019. Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. In : [en ligne]. 2019. [Consulté le 6 marzo 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html>.

8. DHILLON, B.S., 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. S.I. : CRC Press.
9. DIESTRA, Juan, ESQUIVIEL, Lourdes y GUEVARA, Robert, 2017. *MAINTENANCE PROGRAM FOCUSED ON RELIABILITY (RCM), TO OPTIMIZE THE OPERATIONAL AVAILABILITY OF THE MACHINE WITH GREATER CRITICALITY*. S.I.
10. ESTEBAN NIETO, Nicomedes, 2018. Tipos de Investigación. In : . 2018.
11. FORE, S y MSIPHA, A, 2010. *PREVENTIVE MAINTENANCE USING RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE (RCM): A CASE STUDY OF A FERROCHROME MANUFACTURING COMPANY*. S.I.
12. GARCÍA GARRIDO, Santiago, 2003. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid : Ediciones Díaz de Santos S.A. ISBN 978-84-7978-548-2.
13. GARCÍA GARRIDO, Santiago, 2009. *Ingeniería de mantenimiento*. S.I. : s.n.
14. GARCÍA, Oliverio, 2012. *Gestión Moderna de Mantenimiento Industrial*. Primera Edición. Bogotá : Ediciones de la U. ISBN 9789587620511.
15. GONZALES, Francisco, 2005. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Segunda Edición. Madrid : Editorial Fundación Confemetal. ISBN 8496169499.
16. GUEVARA, Cesar, 2019. *PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD EN LA EMPRESA CGW PLASTIC S.A.C. PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS POR PARADA DE MÁQUINA*. S.I.
17. HE, Yihai, HAN, Xiao, GU, Changchao y CHEN, Zhaoxiang, 2018. Cost-oriented predictive maintenance based on mission reliability state for cyber manufacturing systems. In : *Advances in Mechanical Engineering*. 1 enero 2018. Vol. 10, nº 1. DOI 10.1177/1687814017751467.
18. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta Edic. México : INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
19. HERRERA, Gustavo, MORÁN, Luz, GALLARDO, José y SILVA, Alejandro, 2020. Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. In : *Diciembre*. 2020. Vol. 4,

- pp. 15-18. DOI 10.35429/JOIE.2020.15.4.18.28.
20. INTEGRAMARKETS ESCUELA DE GESTIÓN EMPRESARIAL, 2018. *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. Segunda Edición. S.I. : IntegraMarkets, Grupo América Factorial S.A.C. ISBN 97813770710768.
 21. LÓPEZ, Guillermo, ALONSO, Irán, MAZAIRA, Zahily y CABRERA, Henry, 2017. Árbol de fallo como herramienta para la mejora de procesos. In : *Espacios*. 2017. pp. 1-12.
 22. MARTINS, L., SILVA, F. J.G., PIMENTEL, C., CASAIS, R. B. y CAMPILHO, R. D.S.G., 2020. Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. In : *Procedia Manufacturing*. S.I. : Elsevier B.V. 2020. pp. 1551-1558.
 23. MISHRA, Rajesh P., GUPTA, Gajanand y SHARMA, Anita, 2021. Development of a Model for Total Productive Maintenance Barriers to Enhance the Life Cycle of Productive Equipment. In : *Procedia CIRP*. S.I. : Elsevier B.V. 2021. pp. 241-246.
 24. MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto, 2009. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Primera edición. México : Alfaomega Grupo Editor, S.A. ISBN 978-958-682-769-0.
 25. MOUBRAY, John, 2004. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability - Centred Maintenance)*. Segunda Edición. Asheville, North Carolina : Aladon LLC. ISBN 09539603-2-3.
 26. OKWUOBI, Samuel, ISHOLA, Felix, AJAYI, Oluseyi, SALAWU, Enesi, AWORINDE, Abraham, OLATUNJI, Obafemi, AKINLABI, Stephen A y NG, A A), 2018. machines A Reliability-Centered Maintenance Study for an Individual Section-Forming Machine. In : . 2018. DOI 10.3390/machines6040050.
 27. PALOMINO-VALLES, A., TOKUMORI-WONG, M., CASTRO-RANGEL, P., RAYMUNDO-IBAÑEZ, C. y DOMINGUEZ, F., 2020. TPM Maintenance Management Model Focused on Reliability that Enables the Increase of the Availability of Heavy Equipment in the Construction Sector. In : *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. S.I. : Institute of Physics Publishing. 6 abril 2020.

28. PIECHNICKI, Flávio, SANTOS, Cleiton, LOURES, Eduardo y SANTOS, Eduardo, 2019. RCM deployment analysis in fiber wood production: improving the productivity and increasing the system reliability. In : *Independent Journal of Management & production*. 1 diciembre 2019. Vol. 10, n° 6, pp. 2148-2168. DOI 10.14807/ijmp.v10i6.1009.
29. PINTO, G., SILVA, F. J.G., BAPTISTA, A., FERNANDES, Nuno O., CASAIS, R. y CARVALHO, C., 2020. TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. In : *Procedia Manufacturing*. S.I. : Elsevier B.V. 2020. pp. 1423-1430.
30. PRASMORO, Alloysius Vendhi, 2020. Analisa sistem perawatan pada mesin las MIG dengan metode Failure Mode and Effect Analysis: Studi kasus di PT. TE. In : *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*. 26 marzo 2020. Vol. 12, n° 1, pp. 13. DOI 10.22441/oe.2020.v12.i1.002.
31. RAMADHAN, Muhammad Arizki Zainul y SUKMONO, Tedjo, 2019. Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II. In : *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*. 25 junio 2019. Vol. 2, n° 2, pp. 49. DOI 10.21070/prozima.v2i2.1349.
32. RAZA, Tahir, MUHAMMAD, Masdi Bin, AMIN, Mohd y MAJID, Abd, 2016. A COMPREHENSIVE FRAMEWORK AND KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR MAINTENANCE PERFORMANCE MEASUREMENT. In : . 2016. Vol. 11, n° 20.
33. RIZKYA, Indah, SIREGAR, Ikhsan, SIREGAR, Khawarita, MATONDANG, Rahim y HENRI, Enrico Waldo, 2019. Reliability Centered Maintenance to Determine Priority of Machine Damage Mode. In : *E3S Web of Conferences*. S.I. : EDP Sciences. 28 octubre 2019.
34. SARI, R. M., SYAHPUTRI, K., RIZKYA, I. y NADHIRAH, N., 2020. Analysis of Raw Mill Machines Maintenance in Cement Industry. In : *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. S.I. : Institute of Physics Publishing. 28 mayo 2020.
35. SOURIS, Jean Paul, 1992. *El mantenimiento, fuente de beneficios*. Primera

- edición. Madrid : Ediciones Díaz de Santos, S.A. ISBN 8479780215.
36. TAVARES, Lourival, 2007. *Administración Moderna de Mantenimiento*. Primera Edición. Rio de Janeiro : Novo Polo Publicacoes.
37. YANG, Yuan Jian, ZHANG, Xin Yin, ZHAO, Zhi Jie, WANG, Gui Hua, HE, Yan Jiang, WU, Yi Liang y LI, Jian, 2020. Applying Reliability Centered Maintenance (RCM) to Sampling Subsystem in Continuous Emission Monitoring System. In : *IEEE Access*. 2020. Vol. 8, pp. 55054-55062. DOI 10.1109/ACCESS.2020.2980630.
38. ZAKIKHANI, Kimiya, NASIRI, Fuzhan y ZAYED, Tarek, 2020. Availability-based reliability-centered maintenance planning for gas transmission pipelines. In : *International Journal of Pressure Vessels and Piping*. 1 junio 2020. Vol. 183. DOI 10.1016/j.ijpvp.2020.104105.
39. ZAMBRANO, Egilde, PRIETO, Ana Teresa y CASTILLO, Ricardo, 2015. Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. In : [en ligne]. 2015. [Consulté le 11 mayo 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682008.pdf>.
40. ZEINALNEZHAD, Masoomeh, CHOFREH, Abdoulmohammad Gholamzadeh, GONI, Feybi Ariani y KLEMEŠ, Jirí Jaromír, 2020. Critical success factors of the reliability-centred maintenance implementation in the oil and gas industry. In : *Symmetry*. 1 octubre 2020. Vol. 12, n° 10. DOI 10.3390/SYM12101585.

ANEXOS

ANEXO 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Nivel
Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	Para Diestra et al. (2017) “El RCM es una metodología de gestión de mantenimiento y organización de actividades con la finalidad de desarrollar programas organizados que se enfocan en la confiabilidad de los equipos para detectar posibles fallos y estudiar sus efectos”	El RCM posee una serie de 7 preguntas básicas, fundadas correctamente ayudan a llevar un registro de las tareas y actividades de mantenimiento que se realizan en los equipos.	Análisis de criticidad	Jerarquización de equipos críticos	Ordinal
			Análisis de modo y efectos de fallos	Cantidad posible de fallos	Nominal
			Selección de tareas en el diagrama de decisión	Tipo de tarea y periodo	Nominal
Disponibilidad de equipos críticos	Para Zakikhani et al. (2020) “La confiabilidad es la probabilidad que el equipo realizará su función prevista dentro de un plazo determinado sin falla alguna, y la disponibilidad es el tiempo en porcentaje que el equipo estará realizando su función durante un periodo específico.	Para analizar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, se procederá a medir los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, utilizando hojas de registros de tiempos.	Mantenibilidad	$M = 1 - e^{-\left(\frac{t}{MTTR}\right)}$ Leyenda: t: Tiempo de operación previsto MTTR: Tiempo promedio de reparación	Razón
			Confiabilidad	$C = e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)}$ Leyenda: t: Tiempo de operación previsto MTBF: Tiempo promedio entre falla	Razón
			Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ Leyenda: MTBF: Tiempo promedio entre falla. MTTR: Tiempo promedio de reparación.	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Guía de entrevista al encargado de área de mantenimiento de la empresa GÉNESIS E.I.R.L

El objetivo de esta entrevista es recopilar información sobre las fallas que ocurren en los equipos críticos de la línea de producción de conservas de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L.

Como parte de nuestro proyecto de investigación de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo estamos realizando una investigación sobre las fallas que ocurren en los equipos críticos del proceso productivo. La información planteada en esta entrevista es confidencial y sólo será utilizado para realizar el desarrollo de dicha investigación, desde ya le agradecemos por su apoyo y colaboración.

PREGUNTAS:

1. ¿En la planta se conoce que es el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad?
2. ¿Considera que el mantenimiento dentro de la empresa es bueno?
3. ¿El personal de mantenimiento demuestra tener conocimientos necesarios para garantizar una buena disponibilidad?
4. ¿Posee registro o datos históricos sobre los mantenimientos realizados?
5. ¿Cuenta con procedimientos de mantenimiento o reparaciones para cada máquina?
6. ¿Existe un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de la planta?
7. ¿Se ha determinado los fallos potenciales dentro de planta?
8. ¿Posee los datos técnicos de los equipos y máquinas?
9. ¿Planifica las paradas de producción para realizar mantenimiento previo a los equipos o máquinas de la planta?
10. ¿Aplica alguna técnica para determinar las fallas?
11. ¿Comprueba periódicamente su inventario de herramientas e instrumentos para poder trabajar?
12. ¿Todo el personal del área de mantenimiento es especialista en tareas mecánicas o eléctricas?
13. ¿El personal de mantenimiento es capacitado?
14. ¿Reporta las actividades realizadas durante la jornada laboral mediante registros?
15. ¿El espacio donde realiza reparaciones cree que es el adecuado?
16. ¿Cuenta con un stock de herramientas, repuestos y materiales de trabajo?

ANEXO 3: Matriz de clasificación de criticidad de equipos

 TABLA DE VALORES DE CRITICIDAD	
FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Frecuencia de falla	Ponderación
Entre 0 y 1 por semestre	1
Entre 2 y 4 por semestre	2
Entre 4 y 6 por semestre	3
Entre 6 y 8 por semestre	4
Más de 8 por semestre	5
FACTORES DE CONSECUENCIAS (CO)	
Impacto sobre la producción	Ponderación
No afecta la producción o actividad	2
25% de impacto	4
50% de impacto	6
75% de impacto	8
Afecta totalmente la producción o actividad	10
Tiempo por reparar	Ponderación
Menos de 1 horas	1
Entre 1 y 2 horas	2
Entre 2 y 6 horas	3
Entre 6 a 12 horas	4
Más de 12 horas	5
Costo de reparación	Ponderación
Menos de S/.100	3
Entre S/.100 y S/.290	5
Entre S/.300 y S/.540	10
Entre S/. 550 y S/.900	15
Más de S/.900	25
Impacto Medio Ambiente (IMA)	Ponderación
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta	5
Contaminación Ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10

Contaminación Ambiental Alta, incumpliendo las normas de medio ambiente	25
Impacto Seguridad (IS)	Ponderación
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad	25

Fuente: Norma IPEMAN

ANEXO 4: Criticidad de equipos

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CONSECUENCIAS (CO)																						

Impacto total = (MTTR x Impacto de la producción) + Costo de reparación + Impacto ambiental + Impacto en la salud y seguridad

Esta ponderación ubica a los equipos en el rango de colores:

- Criticidad alta, color Rojo, valores ≥ 50 ; ≥ 125
- Criticidad media, color Amarillo, valores ≥ 30 ; ≤ 49

Criticidad baja, color Verde ≥ 5 ; ≤ 29

Fuente: Moubray (2004)

ANEXO 5: Guía de entrevista de criticidad

FORMATO PARA ENCUESTA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD			
Equipo:		Área:	
Código:		Fecha:	
1. Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2. Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 por semestre		Menos de 1 hora
	Entre 2 y 4 por semestre		Entre 1 y 2 horas
	Entre 4 y 6 por semestre		Entre 2 y 6 horas
	Entre 6 y 8 por semestre		Entre 6 a 12 horas
	Más de 8 por semestre		Más de 12 horas
3. Impacto sobre la producción		4. Costo de Reparación	
	No afecta la producción o actividad		Menos de S/ 100 soles
	25% de impacto		Entre S/100 y S/290
	50% de impacto		Entre S/300 y S/540
	75% de impacto		Entre S/550 y S/900
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de S/900
5. Impacto Ambiental			
	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6. Impacto en Salud y Seguridad Personal			
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores		
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: Guía de nivel de prioridad de riesgo (RPN)

TABLA DE VALORES DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN	
FO - FALLOS OCULTOS	
No existen fallas ocultas que pueden generar fallas múltiples posteriores	0
Existe una baja posibilidad de que la falla NO sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores	1
En condiciones normales la falla siempre será oculta y generará fallas múltiples posteriores	2
Existe una baja posibilidad de que la falla SI sea detectada y ocasiona fallas múltiples posteriores	3
La falla siempre es oculta y ocasionará fallas múltiples graves en el sistema	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

SF - SEGURIDAD FÍSICA	
No afecta a personas ni equipos	0
Afecta a una persona y es posible que genere incapacidad temporal	1
Afecta a dos o cinco personas y puede generar incapacidad temporal	2
Afecta a más de cinco personas y puede generar incapacidad temporal o permanente	3
Afecta a dos o cinco personas y puede generar incapacidad temporal	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

MA - MEDIO AMBIENTE	
No afecta el medio ambiente	0
Afecta el MA, pero se puede controlar. No daña el Ecosistema	1
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de seis meses con un valor inferior a 5.000 dólares	2
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de tres años con un valor inferior a 50.000 dólares	3
Afecta el MA, pero se puede controlar. No daña el Ecosistema	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

IC - IMAGEN CORPORATIVA	
No es relevante	0
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos	1
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión inferior a 1.000 dólares	2
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión inferior a 1.000 y 10.000 dólares	3
Afecta la credibilidad de clientes, pero se maneja con argumentos e inversión mayor a 1000 dólares. Puede ser irreversible	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

OR - COSTOS DE REPARACIÓN	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Mayor de 5.001 dólares	3
Mayor de 50.001 dólares	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

OC - EFECTOS EN CLIENTES	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Mayor de 5.001 dólares	3
Mayor de 50.001 dólares	4

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

OCURRENCIA	
Frecuente - 1 falla en 1 mes	4
Ocasional - 1 falla en 1 año	3
Remota - 1 falla 5 años	2
Poco probable - 1 falla en 20 años	1

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

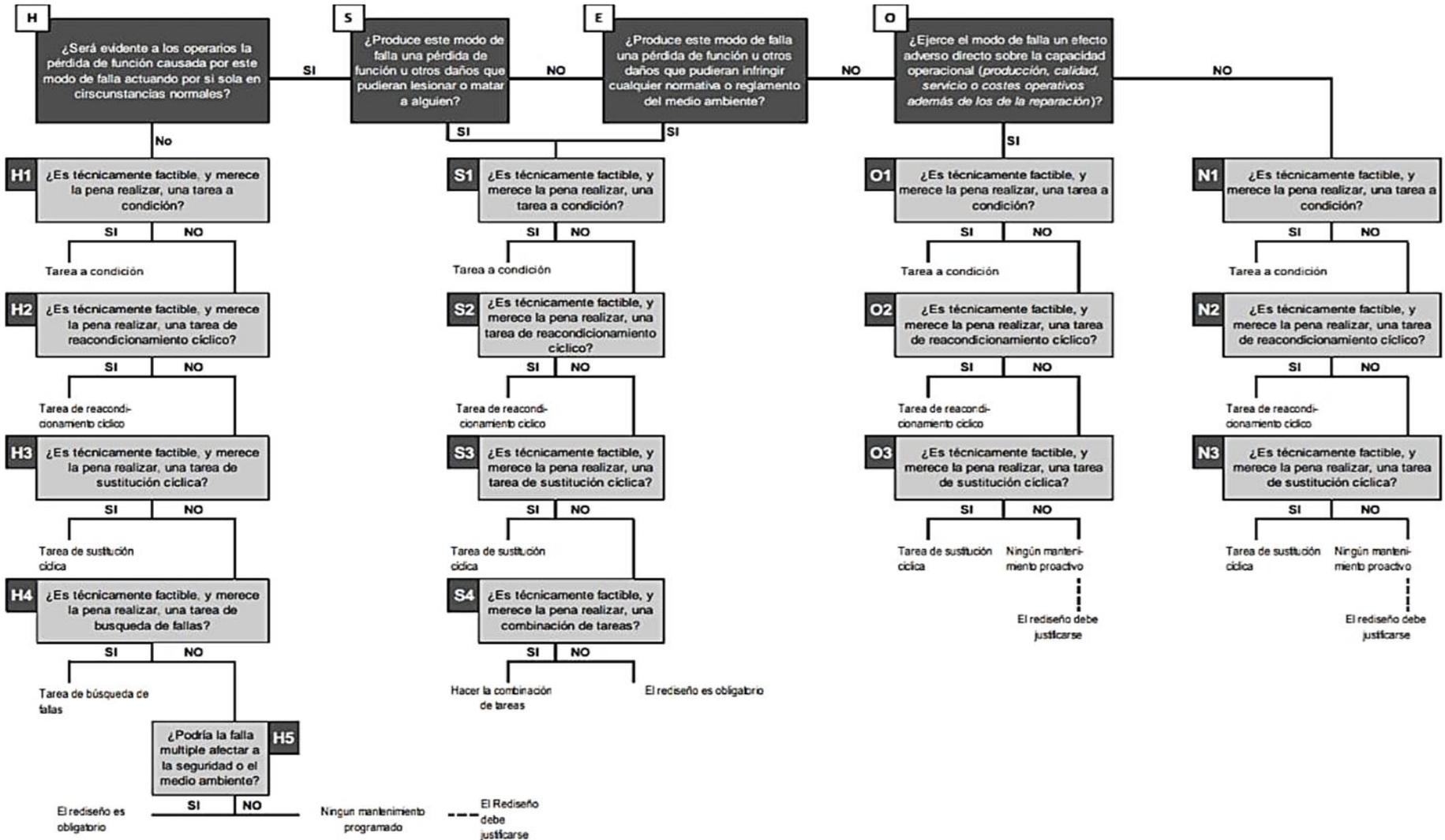
DETECCIÓN	
Nula - No se puede detectar una causa potencial/ mecanismo y modo de falla subsecuente	4
Baja - Baja probabilidad para detectar causas potenciales mecanismos y modos de fallas subsecuentes	3
Media - Mediana probabilidad para detectar causas potenciales/ mecanismo y modos de fallas subsecuentes	2
Seguro - Siempre se detectarán causas potenciales/ mecanismos y modos de fallas subsecuentes	1

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

VALORES	
Kfo	5%
Ksf	20%
Kma	10%
Kic	30%
Kor	30%
Koc	5%
total	100%

Fuente: Libro Mantenimiento, planeación, ejecución y control

ANEXO 7: Árbol de decisión del mantenimiento centrado en la confiabilidad



Fuente: Moubray (2004)

ANEXO 8

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Yo PALACIOS CHOQUE LUIS ALBERTO con DNI N° 40472211 de profesión INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL con código CIP 111057 desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO EN UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos a efectos de su aplicación en la investigación los siguientes documentos:

- Operacionalización de variables
- Ficha Técnica de Maquinaria
- Ficha de Observación
- Guía de Entrevista
- Ficha de historial de fallos
- Calculo de Criticidad de Equipos
- Análisis de Modo y Efecto de Falla
- Ficha de Diagrama de Decisión
- Ficha de Plan de Mantenimiento RCM
- Ficha de Observación de Operatividad Actual
- Ficha de Registro de paradas después del RCM

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	

7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

Observaciones: Todo conforme.

En señal de la conformidad, firmo la presente en la ciudad de Chimbote, a los 22 días, del mes de junio del año 2021



LUIS ALBERTO PALACIOS CHOQUE
INGENIERO DE HIGIENE Y
SEGURIDAD INDUSTRIAL
Reg. CIP. N° 111057

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Yo CHAVEZ MILLA HUMBERTO con DNI N° 32793925 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL con código CIP 27135, desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO en UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos a efectos de su aplicación en la investigación los siguientes documentos:

- Operacionalización de variables
- Ficha Técnica de Maquinaria
- Ficha de Observación
- Guía de Entrevista
- Ficha de historial de fallos
- Calculo de Criticidad de Equipos
- Análisis de Modo y Efecto de Falla
- Ficha de Diagrama de Decisión
- Ficha de Plan de Mantenimiento RCM
- Ficha de Observación de Operatividad Actual
- Ficha de Registro de paradas después del RCM

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems			X		
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems			X		
4. Pertinencia			X		
5. Metodología				X	
6. Coherencia			X		
7. Organización				X	
8. Objetividad			X		

9. Claridad			X		
-------------	--	--	---	--	--

Observaciones: Todo conforme.

En señal de la conformidad, firmo la presente en la ciudad de Chimbote, a los 22 días, del mes de junio del año 2021



Ing. CIP. CHÁVEZ MILLA HUMBERTO ANGEL
ING. INDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 27135

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Yo ESPINO RAMOS EMILIO con DNI N° 40681999 de profesión INGENIERO PESQUERO desempeñándome actualmente como JEFE DE PLANTA en la empresa GENESIS E.I.R.L.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos a efectos de su aplicación en la investigación los siguientes documentos:

- Operacionalización de variables
- Ficha Técnica de Maquinaria
- Ficha de Observación
- Guía de Entrevista
- Ficha de historial de fallos
- Calculo de Criticidad de Equipos
- Análisis de Modo y Efecto de Falla
- Ficha de Diagrama de Decisión
- Ficha de Plan de Mantenimiento RCM
- Ficha de Observación de Operatividad Actual
- Ficha de Registro de paradas después del RCM

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	

9. Claridad				X	
-------------	--	--	--	---	--

Observaciones: Todo conforme.

En señal de la conformidad, firmo la presente en la ciudad de Chimbote a los 22 días del mes de JUNIO del 2021.

 **GENESIS E.I.R.L.**
Ing. Emilio Espino Ramos
JEFE DE PLANTA

ANEXO 9: CALIFICACIÓN DE LA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

Ing. Palacios Choque Luis Alberto	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	
TOTAL: 36 PUNTOS DE 45 --- CALIFICACIÓN DE VALIDEZ: 80%					

Ing. Chávez Milla Humberto Ángel	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems			X		
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems			X		
4. Pertinencia			X		
5. Metodología				X	
6. Coherencia			X		
7. Organización				X	
8. Objetividad			X		
9. Claridad			X		
TOTAL: 30 PUNTOS DE 45 --- CALIFICACIÓN DE VALIDEZ: 67%					

Ing. Espino Ramos Emilio	DEFICIENTE (1)	ACEPTABLE (2)	BUENO (3)	MUY BUENO (4)	EXCELENTE (5)
1. Congruencia de Ítems				x	
2. Amplitud de contenido				x	
3. Redacción de Ítems				x	
4. Pertinencia				x	
5. Metodología				x	
6. Coherencia				x	
7. Organización				x	
8. Objetividad				x	
9. Claridad				x	
TOTAL: 36 PUNTOS DE 45 --- CALIFICACIÓN DE VALIDEZ: 80%					

ESCALA DE VALIDEZ DE ENTREVISTA

ESCALA	MAGNITUD
0% - 53%	Validez nula
54% - 59%	Validez baja
60% - 65%	Válida
66% - 71%	Muy válida
72% - 99%	Excelente validez
100%	Validez Perfecta

RESUMEN

EXPERTOS	PUNTAJE	CALIFICACIÓN DE VALIDEZ
Palacios Choque Luis Alberto	36	80%
Chávez Milla Humberto Ángel	30	67%
Espino Ramos Emilio	36	80%
PROMEDIO	34	75.67%

ANEXO 10: Fichas técnicas

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: AUTOCLAVE 1		CODIGO:	A-01	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC EST/SP-1300-1600 V	PESO: 1895 KG	ALTURA: 1.2 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC EST/SP-1	LONGITUD: 2.5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Diámetro interior	1300/1600 mm			
Potencia	16 kw			
Capacidad	6 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
Sistema	DASS 8000			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
<p>El equipo trabaja a presión y a temperaturas muy altas para poder esterilizar a través del vapor de agua, logrando destruir a los microorganismos con el fin de conservar los alimentos.</p>				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de ingreso de vapor	Válvula de ingreso de aire	
Válvula de ingreso de agua	Válvulas selenoides	Tablero de control		

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: AUTOCLAVE 2		CODIGO:	A-02	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC EST/SP-1300-1600 V	PESO: 1895 KG	ALTURA: 1.2 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC EST/SP-2	LONGITUD: 2.5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Diámetro interior	1300/1600 mm			
Potencia	16 kw			
Capacidad	6 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
Sistema	DASS 8000			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
<p>El equipo trabaja a presión y a temperaturas muy altas para poder esterilizar a través del vapor de agua, logrando destruir a los microorganismos con el fin de conservar los alimentos.</p>				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de ingreso de vapor	Válvula de ingreso de aire	
Válvula de ingreso de agua	Válvulas selenoides	Tablero de control		

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: AUTOCLAVE 3		CODIGO:	A-03	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC EST/SP-1300-1600 V	PESO: 1895 KG	ALTURA: 1.2 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC EST/SP-3	LONGITUD: 2.5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Diámetro interior	1300/1600 mm			
Potencia	16 kw			
Capacidad	6 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
Sistema	DASS 8000			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
<p>El equipo trabaja a presión y a temperaturas muy altas para poder esterilizar a través del vapor de agua, logrando destruir a los microorganismos con el fin de conservar los alimentos.</p>				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de ingreso de vapor	Válvula de ingreso de aire	
Válvula de ingreso de agua	Válvulas selenoides	Tablero de control		

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: AUTOCLAVE 4		CODIGO:	A-04	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC EST/SP-1300-1600 V	PESO: 1895 KG	ALTURA: 1.2 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC EST/SP-4	LONGITUD: 2.5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Diámetro interior	1300/1600 mm			
Potencia	16 kw			
Capacidad	6 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
Sistema	DASS 8000			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
<p>El equipo trabaja a presión y a temperaturas muy altas para poder esterilizar a través del vapor de agua, logrando destruir a los microorganismos con el fin de conservar los alimentos.</p>				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de ingreso de vapor	Válvula de ingreso de aire	
Válvula de ingreso de agua	Válvulas selenoides	Tablero de control		

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: COCINADOR ESTÁTICO 1		CODIGO:	CE-01	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC CVR	PESO: 1870 KG	ALTURA: 2.1 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC CVR-1	LONGITUD: 5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Frecuencia	50/60 Hz			
Voltaje	380/440 Vac			
Capacidad	18 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
El equipo trabaja a presión y a temperaturas altas para poder cocinar la materia prima para llegar a un estado equilibrado en donde sea fácil quitar la piel y las espinas sin que se pegue o se desmorone.				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de vapor	Válvula de salida de vapor	
Válvula de seguridad				

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: COCINADOR ESTÁTICO 2		CODIGO:	CE-02	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC CVR	PESO: 1870 KG	ALTURA: 2.1 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC CVR-2	LONGITUD: 5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Frecuencia	50/60 Hz			
Voltaje	380/440 Vac			
Capacidad	18 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
El equipo trabaja a presión y a temperaturas altas para poder cocinar la materia prima para llegar a un estado equilibrado en donde sea fácil quitar la piel y las espinas sin que se pegue o se desmorone.				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de vapor	Válvula de salida de vapor	
Válvula de seguridad				

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
NOMBRE: COCINADOR ESTÁTICO 3		CODIGO:	CE-03	
DATOS GENERALES		DIMENSIONES		
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: MC CVR	PESO: 1870 KG	ALTURA: 2.1 mt	
MARCA: MECLASA	SERIE: MC CVR-3	LONGITUD: 2.5 mt		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Material	Acero Inoxidable 304/316			
Frecuencia	50/60 Hz			
Voltaje	380/440 Vac			
Capacidad	4 carros			
Salida de vapor regulable	Si			
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA				
El equipo trabaja a presión y a temperaturas altas para poder cocinar la materia prima para llegar a un estado equilibrado en donde sea fácil quitar la piel y las espinas sin que se pegue o se desmorone.				
PARTES DE LA MÁQUINA				
Termómetro	Manómetro	Válvula de vapor	Válvula de salida de vapor	
Válvula de seguridad				

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



NOMBRE: SELLADORA		CODIGO:	SA-01
DATOS GENERALES		DIMENSIONES	
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: 69 - P	PESO: 1800 KG	ALTURA: 2 mt
MARCA: ANGELUS	SERIE:	LONGITUD: 1 mt	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Producción	Hasta 150 latas/minuto		
Operación de cierre	Cierre a la lata parada		
Lubricación	Engrase con bomba de aceite mecánica		
Separador de tapas	3 uñas separadoras		
Motor	4 CV		
Aire Comprimido	40 L/H 6 kg/cm ³		
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA			
<p>Aplica el sellado hermético y para ello la máquina cuenta con 6 estaciones de cierre que giran alrededor de un cabezal central donde se encuentran las levas de accionamiento.</p>			
PARTES DE LA MÁQUINA			
Rolas de cierre	Rolas de 1° y 2° operación	Mandril	Plato de compresión
Medios de transporte	Alimentador de tapas	Cabezal de cierre	Expulsor



Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



NOMBRE: SELLADORA		CODIGO:	SC-02
DATOS GENERALES		DIMENSIONES	
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO:	PESO: 1800 KG	ALTURA: 2.2 mt
MARCA: CONTINENTAL	SERIE:	LONGITUD: 1 mt	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Producción	Hasta 120 latas/minuto		
Operación de cierre	Cierre a la lata parada		
Lubricación	Engrase con bomba de aceite mecánica		
Separador de tapas	3 uñas separadoras		
Motor	4 CV		
Aire Comprimido	40 L/H 6 kg/cm ³		
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA			
<p>Aplica el sellado hermético y para ello la máquina cuenta con 4 estaciones de cierre que giran alrededor de un cabezal central donde se encuentran las levas de accionamiento.</p>			
PARTES DE LA MÁQUINA			
Rolas de cierre	Rolas de 1° y 2° operación	Mandril	Plato de compresión
Medios de transporte	Alimentador de tapas	Cabezal de cierre	Expulsor

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



NOMBRE: CALDERO PIROTUBULAR		CODIGO:	C-01
DATOS GENERALES		DIMENSIONES	
FECHA DE COMPRA: 2004	MODELO: R-500	PESO: 3000 KG	ALTURA: 3 mt
MARCA: INTESA	SERIE: A 2205	LONGITUD: 5 mt	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Material	PRFV		
Tanque de contacto	40 galones de capacidad		
Capacidad	5 lts		
Energía requerida	110 V, 60 Hz, 15 AMP		
Potencia del generador	2430 watt		
Salida de vapor regulable	Si		
FUNCIÓN DE LA MÁQUINA			
<p>Generar vapor a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido originalmente en estado líquido se calienta y cambia su fase a vapor saturado.</p>			
PARTES DE LA MÁQUINA			
Cámara de combustión	Tubos 2° y 3° paso	Válvula de seguridad	Válvula de salida de vapor
Control de nivel	Bomba de agua	Panel de control	Carcaza
Quemador	Ventilador	Visor	Válvula de vapor

Elaboración propia

ANEXO 11: Ficha de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN				
ELEMENTO A OBSERVAR	ESTADO			OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	
Caldero Pilotubular		X		
Fajas Transportadoras			X	
Cocinadores Estáticos		X		
Marmita Industrial		X		
Exhausting		X		
Autoclaves			X	
Máquinas Cerradoras			X	
Máquinas Codificadoras			X	
Carrito Montacarga		X		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12: Lista de Cotejo

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Autoclave 1			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se presenta suciedad dentro de las válvulas.		X	
2	Demasiada fuga de vapor.		X	
3	Mantiene la presión adecuada en el proceso.	X		
4	Fugas en alguna de las válvulas.		X	
5	Logra llegar a la temperatura adecuada.	X		
6	Corrección de caída brusca de presión al enfriar.	X		
7	Manómetro en buen estado.	X		
8	Termómetro en buen estado.	X		
9	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		
10	Se realiza una revisión a los sensores.	X		
11	Suelen hacer mantenimiento al control de alimentación eléctrica.		X	
12	Se observa obstrucciones en la válvula.	X		
13	Se encuentran en buen estado las válvulas de ingreso.	X		
14	Se hace una revisión continua al control eléctrico.		X	
15	Se realiza una revisión continua al tablero de control.		X	Se presentan fallos al momento de programar el tiempo de esterilizado.

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Autoclave 2			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se presenta suciedad dentro de las válvulas.	X		
2	Válvula de vapor en buen estado.	X		
3	Mantiene la presión adecuada en el proceso.	X		
4	Corrección de caída brusca de presión al enfriar.	X		
5	Logra llegar a la temperatura adecuada.	X		
6	Se observa fugas en alguna de las válvulas.		X	
7	Manómetro en buen estado.	X		
8	Válvulas en buen estado.	X		
9	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		
10	Se realiza una revisión a los sensores.	X		
11	Suelen hacer mantenimiento al control de alimentación eléctrica.	X		
12	Termómetro en buen estado.	X		
13	Se encuentran en buen estado las válvulas de ingreso.		X	Se observa que hay obstrucción.
14	Se hace una revisión continua al control eléctrico.		X	
15	Se realiza una revisión continua al tablero de control.		X	

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Autoclave 3			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se presenta suciedad o partículas dentro de las válvulas.	X		
2	Se observa demasiada fuga de vapor.	X		
3	Mantiene la presión adecuada en el proceso.		X	
4	Se observa fugas en algunas de las válvulas.	X		
5	Logra llegar a la temperatura adecuada.	X		
6	Corrección de caída brusca de presión al enfriar.		X	
7	Manómetro en buen estado.		X	
8	Termómetro en buen estado.	X		
9	Corrigen las instalaciones defectuosas.		X	
10	Se realiza una revisión a los sensores.	X		
11	Suelen hacer mantenimiento al control de alimentación eléctrica.		X	
12	Se observa obstrucción en las válvulas.	X		
13	Se encuentran en buen estado las válvulas de ingreso.		X	
14	Se hace una revisión continua al control eléctrico.		X	
15	Se realiza una revisión continua al tablero de control.		X	

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Autoclave 4			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se presenta suciedad o partículas dentro de las válvulas.	X		
2	Se observa demasiada fuga de vapor.	X		
3	Mantiene la presión adecuada en el proceso.		X	
4	Se observa fugas en algunas de las válvulas.	X		
5	Logra llegar a la temperatura adecuada.	X		
6	Corrección de caída brusca de presión al enfriar.		X	
7	Manómetro en buen estado.		X	
8	Termómetro en buen estado.	X		
9	Corrigen las instalaciones defectuosas.		X	
10	Se realiza una revisión a los sensores.	X		
11	Suelen hacer mantenimiento al control de alimentación eléctrica.		X	
12	Se observa obstrucción en las válvulas.	X		
13	Se encuentran en buen estado las válvulas de ingreso.		X	
14	Se hace una revisión continua al control eléctrico.		X	
15	Se realiza una revisión continua al tablero de control.		X	

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Quezada Robles Genaro			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Cocinador Estático 1			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Buen cierre en las válvulas.		X	Algunas válvulas no cierran correctamente.
2	Se observa suciedad o partículas dentro de las válvulas.	X		
3	Presencia de válvulas en buen estado.		X	
4	Se observa tuberías en buen estado.	X		
5	Se observa fugas en algunas de las válvulas.		X	
6	Mantiene la presión adecuada en el proceso.	X		
7	Logra llegar a la temperatura adecuada.	X		
8	Termómetro en buen estado.	X		
9	Manómetro en buen estado.	X		
10	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Quezada Robles Genaro			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Cocinador Estático 2			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se observa válvulas con mal cierre.		X	
2	Se observa suciedad o partículas dentro de las válvulas.	X		
3	Presencia de válvulas en mal estado.	X		
4	Se observa tuberías en mal estado.	X		
5	Se observa fugas en algunas de las válvulas.	X		
6	Mantiene la presión adecuada en el proceso.		X	
7	Logra llegar a la temperatura adecuada.		X	
8	Termómetro en buen estado.		X	
9	Manómetro en buen estado.		X	
10	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Quezada Robles Genaro			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Cocinador Estático 3			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Se observa válvulas con mal cierre.		X	
2	Se observa suciedad o partículas dentro de las válvulas.	X		
3	Presencia de válvulas en mal estado.	X		
4	Se observa tuberías en mal estado.	X		
5	Se observa fugas en algunas de las válvulas.	X		
6	Mantiene la presión adecuada en el proceso.		X	
7	Logra llegar a la temperatura adecuada.		X	
8	Termómetro en buen estado.		X	
9	Manómetro en buen estado.		X	
10	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Selladora Ángelus 69 P			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Buen rendimiento de la selladora.		X	Sobreesfuerzo.
2	Estructura inoxidable en buenas condiciones.		X	Se encuentra corroída.
3	Eje y árbol alineados.		X	Se encuentran en desalineación.
4	Rodamiento en buen estado.		X	Algunos rodamientos con fallas.
5	Buen rendimiento en el estator.		X	Sobreesfuerzo y posibilidad de quemarse.
6	Potencia eléctrica en buenas condiciones.	X		
7	Buena lubricación en el mandril.		X	Falta de lubricación.
8	Rolas en buen estado.		X	Algunas rolas se encuentran desgastadas.
9	El nylon de la faja se encuentra en buen estado.	X		
10	El sistema de transmisión de faja se encuentra en buen estado.	X		
11	Sistema de cierre en buen estado.		X	Ocurren fallas al momento de sellar.
12	El mandril se encuentra en buen estado.		X	Se encuentra desgastado.
13	Se encuentran fallos después del último mantenimiento.	X		
14	Los bornes se encuentran en buen estado.		X	Se encuentran desgastados.
15	Partes del equipo están calibradas.		X	

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Selladora Ángelus 69 P			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Buen rendimiento de la selladora.		X	Sobreesfuerzo.
2	Estructura inoxidable en buenas condiciones.		X	Se encuentra corroída.
3	Eje y árbol alineados.		X	Se encuentran en desalineación.
4	Rodamiento en buen estado.		X	Algunos rodamientos con fallas.
5	Buen rendimiento en el estator.		X	Sobreesfuerzo y posibilidad de quemarse.
6	Potencia eléctrica en buenas condiciones.	X		
7	Buena lubricación en el mandril.		X	Falta de lubricación.
8	Rolas en buen estado.		X	Algunas rolas se encuentran desgastadas.
9	El nylon de la faja se encuentra en buen estado.	X		
10	El sistema de transmisión de faja se encuentra en buen estado.	X		
11	Sistema de cierre en buen estado.		X	Ocurren fallas al momento de sellar.
12	El mandril se encuentra en buen estado.		X	Se encuentra desgastado.
13	Se encuentran fallos después del último mantenimiento.	X		
14	Los bornes se encuentran en buen estado.		X	Se encuentran desgastados.
15	Partes del equipo están calibradas.		X	

Fuente: Elaboración propia

FECHA	30/09/2021			
NOMBRE DEL ENCARGADO	Mercedes Rubio Juan			
NOMBRE DE LA MAQUINARIA	Caldero			
DURACIÓN	30 min			
N°	ITEMS	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	Esta libre de cualquier exceso de sustancias.		X	Exceso de humedad.
2	Limpieza adecuada en el caldero.		X	Demasiada suciedad.
3	Se observa demasiada fuga de vapor.		X	
4	Tuberías en buen estado.		X	Se observa corrosión.
5	Contiene la máquina piezas mal diseñadas.		X	
6	Realizan movimientos adecuados en la caldera.	X		
7	Su temperatura en la caldera es la indicada.	X		
8	Sustancias químicas están evacuando correctamente.	X		
9	Trabajan con excesiva velocidad en el caldero.		X	
10	Corrigen las instalaciones defectuosas.	X		
11	Suelen hacer mantenimiento al panel de control.		X	
12	Realizan mantenimiento a las tuberías.	X		
13	Se encuentran en buen estado los fusibles.	X		
14	Los hace revisión a los elementos de seguridad.		X	
15	Se realiza limpieza a los filtros de agua.		X	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13: Historial de Fallas Génesis E.I.R.L.

		REGISTRO DE FALLAS 2021 - GÉNESIS E.I.R.L.		ÁREA DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	FECHA	CAUSA DE LA FALLA	RESPONSABLE	ACCIÓN REALIZADA	DESCRIPCIÓN
Selladora Ángelus	04/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	04/01/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Ángelus	06/01/2021	La mordaza selladora graduada demasiado alta en relación a la varilla de levantamiento de placa base.	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a ver la tabla de indicaciones con la finalidad de darle el torque correcto al perno.
Selladora Continental	06/01/2021	Ajuste incorrecto de la altura del perno.	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a darle el torque correcto al perno.
Selladora Ángelus	06/01/2021	El rodillo sellador de la primera operación demasiado ajustado	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada (llevada a mantenimiento), se puso repuesto.
Selladora Continental	07/01/2021	Sobre posición insuficiente, cuando el entrelazamiento entre el gancho y el cuerpo de la tapa es menor que el de las especificaciones	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a leer las indicaciones del fabricante con la finalidad de entrelazar correctamente el cabezal.
Caldero	09/01/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de

		en el presostato			la empresa.
Selladora Ángelus	09/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	09/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	10/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Perfil de ranura estrecho
Selladora Continental	13/01/2021	Ajuste incorrecto de la altura del perno.	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a darle el torque correcto al perno.
Selladora Ángelus	13/01/2021	Ajuste incorrecto de la altura del perno.	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a darle el torque correcto al perno.
Caldero	13/01/2021	Falla en el sistema de recuperación de condensados, debido a que el filtro y el calentador se encontraban en mal estado	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a limpiar el tanque de grava y a cambiar las resistencias del precalentador de agua.
Selladora Continental	15/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	16/01/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Continental	18/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	20/01/2021	Insuficiente presión del muelle del plato de compresión	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Ajustar maquina
Selladora Continental	21/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	21/01/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Continental	24/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora	27/01/2021	Descalibración de la	Técnico	Mantenimiento	Rola descalibrada llevada a

Ángelus		rola	mecánico	Correctivo	mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	29/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	29/01/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Continental	30/01/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	02/02/2021	Depresión excesiva del Fondo de la tapa	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a volver a montar las rolas para darle mayor ajuste al cierre.
Selladora Continental	05/02/2021	Sello de la primera operación suelto	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a ajustar el sello.
Caldero	06/02/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Ángelus	07/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	08/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	10/02/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Ángelus	11/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	13/02/2021	Falla en el sistema de recuperación de condensados, debido a que el filtro y el calentador se encontraban en mal estado	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a limpiar el tanque de grava y a cambiar las resistencias del precalentador de agua.
Selladora Continental	15/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	16/02/2021	Falla en el sistema de combustión de la	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.

		caldera			
Selladora Ángelus	17/02/2021	Desgaste de bocinas de bronce	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambiar bocinas de bronce por unos nuevos
Caldero	20/02/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Continental	22/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	23/02/2021	El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Ajustar radio del mandril
Selladora Ángelus	24/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	25/02/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Continental	26/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	27/02/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Ángelus	28/02/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	01/03/2021	El rodillo sellador de la primera operación demasiado ajustado	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada (llevada a mantenimiento), se puso repuesto.
Selladora Continental	02/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	04/03/2021	Falla en el resorte del plato	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambiar resorte del plato de compresión.
Selladora Continental	05/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	06/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	07/03/2021	Falla en el sistema de combustión de la	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.

		caldera			
Selladora Continental	08/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	10/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	11/03/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Continental	12/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	13/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	15/03/2021	Sobre posición insuficiente, cuando el entrelazamiento entre el gancho y el cuerpo de la tapa es menor que el de las especificaciones	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a leer las indicaciones del fabricante con la finalidad de entrelazar correctamente el cabezal.
Selladora Ángelus	16/03/2021	Ganchos del cuerpo rotos, esto debido al sobreesfuerzo de la maquina	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambiar gancho por uno nuevo
Selladora Ángelus	18/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	20/03/2021	Falla en el sistema de recuperación de condensados, debido a que el filtro y el calentador se encontraban en mal estado	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a limpiar el tanque de grasa y a cambiar las resistencias del precalentador de agua.
Selladora Ángelus	21/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	22/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.

Selladora Ángelus	25/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	27/03/2021	Descalibración, poco mantenimiento y falla en el presostato	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa.
Selladora Ángelus	29/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	30/03/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	01/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	02/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	03/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	04/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	06/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	08/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	09/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	10/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	12/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	13/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	14/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	15/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	17/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora	18/04/2021	Descalibración de la	Técnico	Mantenimiento	Rola descalibrada llevada a

Continental		rola	mecánico	Correctivo	mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	20/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	21/04/2021	El rodillo sellador de la segunda operación demasiado suelto	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a ajustar el sello.
Selladora Ángelus	22/04/2021	Mandril desgastado	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambiar mandril por uno nuevo
Selladora Ángelus	23/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	24/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	26/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	27/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	28/04/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	29/04/2021	Ganchos del cuerpo rotos, esto debido al sobreesfuerzo de la máquina	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de ganchos.
Caldero	30/04/2021	Se malogró el ventilador de aire primario.	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Se desarmó el ventilador, se llevó a mantenimiento y se construyó uno nuevo.

DESPUES DE APLICAR EL RCM

Selladora Ángelus	08/09/2021	Des calibración en la entrada de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola des calibrada(llevada a mantenimiento), se puso repuesto
Selladora Continental	13/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	15/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	16/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.

Selladora Ángelus	24/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	27/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Ángelus	28/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	30/09/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	30/09/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.
Selladora Ángelus	05/10/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	10/10/2021	Falla en la presostato, poco mantenimiento y des calibración inadecuada	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a colocar presostatos nuevos por motivo de seguridad de la empresa
Selladora Ángelus	12/10/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Selladora Continental	12/10/2021	Sobre posición insuficiente, cuando el entrelazamiento entre el gancho y el cuerpo de la tapa es menor que el de las especificaciones	Técnico eléctrico	Mantenimiento Correctivo	Se procedió a leer las indicaciones del fabricante con la finalidad de entrelazar correctamente el cabezal.
Selladora Ángelus	13/10/2021	Descalibración de la rola	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Rola descalibrada llevada a mantenimiento, se colocó repuesto.
Caldero	13/10/2021	Falla en el sistema de combustión de la caldera	Técnico mecánico	Mantenimiento Correctivo	Cambio de quemador del caldero y limpieza por acumulación de hollín.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14: AMEF SELLADORA ANGELUS 69 -P

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA							
Nombre del equipo: SELLADORA ÁNGELUS 69 – P					Equipo de diseño	Nº AMEF	
Sistema: Mecánico					Área: Cierre	1 de 1	
COMPONENTE	FUNCIÓN (F)		FALLA FUNCIONAL (FF)		MODO DE FALLA (FM)		EFEECTO DE FALLA
LAS ROLAS DE 1º Y 2º OPERACIÓN	1	Su objeto es enrollar la hojalata del ala del fondo con la de la pestaña del cuerpo del envase, quedando la segunda introducida en la primera	A	1º Operación de cierre apretadas	1	Perfil de ranura estrecho	Máquina inoperativa
					2	Perfil de ranura desgastado	
			B	2º Operación de cierre de las rolas muy flojas	1	Perfil d ranura muy ancho	
					2	Mandril desgastado	
					3	Rolas flojas e inexactas	
			C	Desalineación de rolas	1	Sobrecarga de latas	
					2	Mal cierre de latas	
					3	Rolas de primera operación ajustadas	
			MANDRIL	2	Es un plato montado sobre un eje, con un reborde o labio que se ajusta al fondo a cerrar influyen también sobre la forma y configuración del cierre, ya que hace de	A	
2	Insuficiente presión del muelle del plato de compresión						
3	El espesor del labio del mandril es demasiado grande para la tapa del bote						

		base de apoyo a la acción de las rulinas.			4	Desgaste de bocinas de bronce	
			B	Cierre incompleto	1	Falta de aceite en el mandril	
					2	Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	
					3	El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	
					4	Soporte inferior no gira perfectamente	
					5	Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	
PLATO DE COMPRESIÓN	3	Sirve de soporte al envase, centrándolo en su posición correcta de cierre y transmitiendo la presión del muelle, mandril a través del envase	A	Gancho cuerpo corto	1	Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	
					2	cuerpos de las latas poco rebordeados	
					3	Muelle del elevador inferior roto o dañado	
			B	Gancho cuerpo largo	1	Falla en el resorte del plato	
					2	Sobrecarga de latas y de producción	
MOTOR	4	Se encarga de poner en marcha a la selladora. Funciona a través de energía.	A	Fallo en los Cojinetes	1	Mala conexión	
					2	Mal montaje	
					3	Presencia de objetos extraños	
			B	Vibraciones	1	Piezas en estado de corrosión	

					2	Falta de lubricación	
					3	Des alineamiento del motor	
SISTEMA ELECTRICO	5	Brinda la energía para que la máquina pueda empezar a funcionar	A	Deterioro del sistema de aislamiento	1	Fallo en fusibles	
					2	Envejecimiento de los materiales	
			B	Voltajes de alimentación desbalanceados	1	Sobrecarga	
					2	Mal uso de los fusibles	

ANEXO 15: HOJA DE DECISIÓN DE RCM MAQUINA SELLADORA ANGELUS

HOJA DE DECISIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

HOJA DE DECISIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD																							
Nombre del equipo:			Maquina selladora Ángelus						Facilitador: Grace Miguel Álvarez y Carlos Urbano Aguilar					Fecha: 30/09/2021		Hoja N° 1 de 1							
Sistema:			Mecánico																				
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1			H2			H3			Acción a falta de			Tarea Propuesta		Frecuencia		A realizarse por
							S1			S2			S3										
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4											
							N1	N2	N3														
Rolas de 1er y 2da operación																							
1	A	1	S	S	N	S	S	S	N	N	N	N	Verificar semanalmente el perfil de ranura	Semanal	Mecánico								
1	A	2	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar periódicamente el perfil	Trimestral	Mecánico								
1	B	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Ajustar perfil de ranura	Antes de operar	Mecánico								
1	B	2	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de mandril	Mensual	Mecánico								
1	B	3	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Calibración de rolas	Antes de operar	Mecánico								
1	C	1	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Acomodar rolas y máquina	Antes de operar	Mecánico								
1	C	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Inspección continua de latas	Cada vez que opere	Mecánico								
1	C	3	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisar ajuste de rolas	Antes de operar	Mecánico								
Mandril																							
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar diámetro de Mandril	Antes de operar	Mecánico								

2	A	2	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar presión en el muelle	Antes de operar	Mecánico
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar espesor de Mandril	Cada vez que se reemplace o cambie	Mecánico
2	A	4	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar bocinas de bronce	Mensualmente	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Lubricar mandriles	Al terminar de operar, luego de la limpieza	Mecánico
2	B	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Regular presión de rolas y mandril	Antes de operar	Mecánico
2	B	3	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el radio del mandril	Cada vez que existe un cambio de mandril	Mecánico
2	B	4	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el soporte del giro	Antes de operar	Mecánico
2	B	5	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	Calibración del empujador	Antes de operar	Mecánico
Plato de compresión															
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Regular presión en el muelle del elevador	Antes de operar	Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisar reborde del cuerpo de las latas	Cada vez que opere	Mecánico
3	A	3	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Cambiar muelle del elevador	Mensual	Mecánico
3	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio periódico del resorte del plato	Trimestral	Mecánico
3	B	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar capacidad de máquina	-	
Motor															
4	A	1	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Revisar conexión del motor	-	-
4	A	2	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar el buen funcionamiento	Antes de operar	Mecánico
4	A	3	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Inspección visual	-	-
4	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar piezas corrosivas	Trimestral	Mecánico

4	B	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Lubricar	Antes de operar	Mecánico
4	B	3	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar alineamiento	Antes de operar	Mecánico
Sistema Eléctrico															
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisión de fusibles eléctricos	Semanal	Electricista
5	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Reemplazo periódico de materiales	Trimestral	Electricista
5	B	1	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Desarrollar nuevo procedimiento	-	-
5	B	2	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Capacitación al personal en fusibles	Semestral	Electricista

ANEXO 16: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA SELLADORA ÁNGELUS

PLAN DE MANTENIMIENTO – SELLADORA ÁNGELUS									
Equipo	Tarea Propuesta	Prioridad	Clasificación	Frecuencia	Tiempo Aprox.	Realizado por	Tipo de Mantenimiento	¿Se realizó?	% cumplimiento
Selladora Ángelus	Revisión del plato de compresión	Bajo	Hidráulico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento al sistema de transmisión	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Predictivo	NO	0%
	Mantenimiento al motor asíncrono	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	70%
	Mantenimiento al sistema eléctrico	Alto	Eléctrico	Diario	1 hora	Técnico Eléctrico	Predictivo	SI	60%
	Mantenimiento a las rolas de 1° operación	Medio	Mecánico	Diario	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento a las rolas de 2° operación	Medio	Mecánico	Diario	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento al mandril	Alto	Hidráulico	Diario	2 horas	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	80%
	Mantenimiento General	Alto	Mecánico	Mensual	8 horas	Todos	Preventivo	SI	70%

ANEXO 17: AMEF SELLADORA CONTINETAL

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA									
Nombre del equipo: SELLADORA CONTINETAL					Equipo de diseño	Nº AMEF			
Sistema: Mecánico					Área: Cierre	1 de 1			
COMPONENTE	FUNCIÓN (F)		FALLA FUNCIONAL (FF)		MODO DE FALLA (FM)		EFFECTO DE FALLA		
ROLAS DE 1ER Y 2DA OPERACIÓN	1	Su objeto es enrollar la hojalata del ala del fondo con la de la pestaña del cuerpo del envase, quedando la segunda introducida en la primera	A	1º Operación de cierre apretadas	1	Perfiles muy estrechos	Máquina inoperativa		
					2	Perfil de ranura desgastado			
			B	2º Operación de cierre de las rolas muy flojas	1	Perfil de ranura muy ancho			
					2	El labio de la rola puede dañar el borde de la tapa			
					3	Rolas flojas e inexactas			
			C	Desalineación de rolas	1	Falta pulir rolas			
		2			Mal cierre de latas				
		MANDRIL	2	Es un plato montado sobre un eje, con un reborde o labio que se ajusta al	A	Latas abolladas		1	El diámetro del mandril es demasiado grande
								2	Insuficiente presión del muelle del plato de compresión

		fondo a cerrar influyen también sobre la forma y configuración del cierre, ya que hace de base de apoyo a la acción de las rulinas.			3	El mandril es demasiado grande para la tapa	
					4	Aceite o grasa en el mandril o en la tapa	
			B	Cierre incompleto	1	Falta de aceite en el mandril	
					2	Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	
					3	El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	
					4	Soporte inferior no gira perfectamente	
					5	Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	
PLATO DE COMPRESIÓN	3	Sirve de soporte al envase, centrándolo en su posición correcta de cierre y transmitiendo la presión del muelle, mandril a través del envase	A	Gancho cuerpo corto	1	Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	
					2	cuerpos de las latas poco rebordeados	
					3	Muelle del elevador inferior roto o dañado	
			B	Gancho cuerpo largo	1	Falla en el resorte del plato	
					2	Sobrecarga de latas y de producción	
MOTOR	4	Se encarga de poner en marcha a la selladora. Funciona a través de energía.	A	Fallo en los Cojinetes	1	Mala conexión	
					2	Mal montaje	
					3	Presencia de objetos extraños	
			B	Vibraciones	1	Piezas en estado de corrosión	
					2	Falta de lubricación	

					3	Des alineamiento del motor	
SISTEMA ELECTRICO	5	Brinda la energía para que la máquina pueda empezar a funcionar.	A	Deterioro del sistema de aislamiento	1	Fallo en fusibles	
					2	Envejecimiento de los materiales	
			B	Voltajes de alimentación desbalanceados	1	Sobrecarga	
					2	Mal uso de los fusibles	

ANEXO 18: HOJA DE DECISIÓN DE RCM DE SELLADORA CONTINENTAL

HOJA DE DECISIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

HOJA DE DECISIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD																	
Nombre del equipo:		Maquina selladora Continental							Facilitador: Grace Miguel Álvarez y Carlos Urbano Aguilar				Fecha: 30/09/2021		Hoja N° 1 de 1		
Sistema:		Mecánico															
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de					Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
							S1	S2	S3								
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4					
			N1	N2	N3												
Rolas de 1er y 2da operación																	
1	A	1	S	S	N	S	S	S	N	N	N	N	Verificar semanalmente el perfil de ranura	Semanal	Mecánico		
1	A	2	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar periódicamente el perfil de ranura	Trimestral	Mecánico		
1	B	1	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Cambiar perfil de ranura	Trimestral	Mecánico		
1	B	2	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar la rola al cerrar	Cuando opera	Mecánico		
1	B	3	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N	Calibración de rolas	Antes de operar	Mecánico		
1	C	1	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Acomodar rolas y máquina	Antes de operar	Mecánico		
1	C	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Inspección continua de latas	Cada vez que opere	Mecánico		
1	C	3	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza de rolas	Al terminar de operar	Mecánico		

Mandril

2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar diámetro de Mandril	Antes de operar	Mecánico
2	A	2	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar presión en el muelle	Antes de operar	Mecánico
2	A	3	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar espesor de Mandril	Cada vez que se reemplace o cambie	Mecánico
2	A	4	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambiar bocinas de bronce	Mensualmente	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Mejorar la lubricación de mandriles	Al terminar de operar, luego de la limpieza	Mecánico
2	B	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Regular presión de rolas y mandril	Antes de operar	Mecánico
2	B	3	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el radio del mandril	Cada vez que existe un cambio de mandril	Mecánico
2	B	4	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el soporte del giro	Antes de operar	Mecánico
2	B	5	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	Calibración del empujador	Antes de operar	Mecánico
Plato de compresión															
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Regular presión en el muelle del elevador	Antes de operar	Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisar reborde del cuerpo de las latas	Cada vez que opere	Mecánico
3	A	3	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Cambiar muelle del elevador	Mensual	Mecánico
3	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio periódico del resorte del plato	Trimestral	Mecánico
3	B	2	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar capacidad de máquina	-	
Motor															
4	A	1	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Revisar conexión del motor	-	-
4	A	2	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar el buen funcionamiento	Antes de operar	Mecánico
4	A	3	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Inspección visual	-	-

4	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar piezas corrosivas	Trimestral	Mecánico
4	B	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Lubricar	Antes de operar	Mecánico
4	B	3	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar alineamiento	Antes de operar	Mecánico
Sistema Eléctrico															
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisión de fusibles eléctricos	Semanal	Electricista
5	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Reemplazo periódico de materiales	Trimestral	Electricista
5	B	1	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Desarrollar nuevo procedimiento	-	-
5	B	2	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Capacitación al personal en fusibles	Semestral	Electricista

ANEXO 19: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA SELLADORA CONTINENTAL

PLAN DE MANTENIMIENTO – SELLADORA CONTINENTAL									
Equipo	Tarea Propuesta	Prioridad	Clasificación	Frecuencia	Tiempo Aprox.	Realizado por	Tipo de Mantenimiento	Actividad Realizada	% cumplimiento
Selladora Continental	Revisión del plato de compresión	Bajo	Hidráulico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento al sistema de transmisión	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Predictivo	SI	70%
	Mantenimiento al motor asíncrono	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	70%
	Mantenimiento al sistema eléctrico	Alto	Eléctrico	Diario	1 hora	Técnico Eléctrico	Predictivo	SI	60%
	Mantenimiento a las rolas de 1° operación	Medio	Mecánico	Diario	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento a las rolas de 2° operación	Medio	Mecánico	Diario	1 hora	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento al mandril y perfil de ranura	Alto	Hidráulico	Diario	2 horas	Técnico Mecánico	Preventivo	SI	80%
	Mantenimiento General	Alto	Mecánico	Mensual	8 horas	Todos	Preventivo	SI	70%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 20: AMEF DE CALDERO

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA							
Nombre del equipo: Caldero				Equipo de diseño:		Nº AMEF	
Sistema: Generación de vapor				Código: CAL-001		1 de 1	
COMPONENTE	FUNCIÓN (F)		FALLA FUNCIONAL (FF)		MODO DE FALLA (FM)		EFEECTO DE FALLA
Válvulas	1	Se encarga de controlar los fluidos y el control de la presión, temperatura y nivel.	A	Se atasca al abrir y cerrarla	1	Fuga de gas combustible	No se puede abrir ni cerrar Peligro de explosión de caldero
					2	Ataque corrosivo en el sistema de refrigeración	
					3	Desgaste por abrasión	
					4	Conexiones mal puestas	
Bomba alimentación de caldera	2	Se encarga de bombear o inyectar agua de un lugar a otro que proviene de un tanque, con la finalidad de detectar los niveles de agua ya sea alto o bajo	A	Ausencia de bombeo	1	Bajo nivel de tanque de alimentación	Se bloquea No hay inicio de sistema de generación de vapor
					2	Fallo en rodamientos	
					3	Fallas en el condensador	
					4	Exceso de trabajo de la bomba	
Gasificador	3	Es un reactor termo – químico, Refleja la	A	Poca potencia en el motor	1	No realiza la suficiente caída de	Bloqueo del sistema

		chispa para encender el piloto				presión del gas en el sistema	
					2	Poca cantidad de mezcla combustible entra en el motor	
Tuberías de vapor	4	utilizados para la transferencia de calor en los calderos	A	ruptura de los tubos de las calderas	1	Fugas de vapor y de agua por tuberías externas.	provoca escapes de vapor en los lados de las paredes del horno
Filtro	5	Permite separar las partículas, dejando el aire libre de residuos sólidos, polvo e impurezas	A	Aumento de partículas en filtros	1	Añade aditivos al combustible	Se deforman las piezas y provocan fallas que pueden generar fugas y explosiones.
					2	Fallas en el sensor de presión	
			B	Fugas en el filtro	1	Desgaste excesivo que provoca daños a los filtros	
					2	Alta temperatura	
3	Recalentamiento del gas en la succión del filtro						
Tanque ablandador	6	Trata el agua para disminuir el contenido de sales minerales	A	Falta de análisis previo del agua	1	Presencia de microorganismos o bacterias	No funciona el tanque ablandador de agua
					2	Contaminación del producto	
					3	Agua corrosiva	
			B	Disminución de capacidad de la resina	1	Exceso de polvo	
					2	Revisión de fugas	
					3	Cable mal puesto	
Tanque de Salmuera	7		A	Mal funcionamiento	1	Acumulación de residuos de	No funciona el tanque de salmuera

	Es un sistema que se agrega la sal que contiene resina que mientras más suavizador genere más sal necesitara	B	Iones	2	Limpieza de tanque	
				1	Excesiva agua	
				2	Demasiada sal	

ANEXO 21: HOJA DE DECISIÓN DE RCM DEL CALDERO

HOJA DE DECISIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD																
Nombre del equipo:			Caldero						Facilitador: Grace Miguel Álvarez y Carlos Urbano Aguilar				Fecha: 30/09/2021		Hoja N° 1 de 1	
Sistema:			Mecánico													
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea Propuesta	Frecuencia	A realizarse por
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
			N1	N2	N3											
Válvulas																
1	A	1	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	Limpieza y calibración del regulador de la válvula	Semanal	Mecánico	
1	A	2	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	Limpieza en el sistema de refrigeración	Semanal	Mecánico	
1	A	3	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar componentes	Diario	Mecánico	
1	A	4											Verificar conexiones de válvula	Diario	Mecánico	
Bomba de Alimentación																
2	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Revisión del nivel de alimentación	Diario	Mecánico	
2	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificación estado de los rodamientos	Diario	Mecánico	
2	A	3	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisar condensador	Diario	Mecánico	

2	A	4	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar funcionamiento	Diario	Mecánico
Gasificador															
3	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar la presión del gas	Diario	Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisar la combustión	Semanal	Mecánico
Tuberías de Vapor															
4	A	1	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Revisar la tuberías del vapor	Semanal	Mecánico
Filtro															
5	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisión de partículas en el filtro	Diario	Mecánico
5	A	2	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisar el buen funcionamiento del sensor de presión	Diario	Mecánico
5	B	1	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Cambio periódico de filtros	Mensual	Mecánico
5	B	2	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisar la temperatura	Diario	Mecánico
5	B	3	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Revisar fugas de gas	Antes de encender	Mecánico
Tanque Ablandador															
6	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Toma de muestras para verificar ablandador de agua	Semanal	Medio Ambiente
6	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Análisis del producto terminado	Semanal	Calidad
6	A	3	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificación de limpieza de agua	Diario	Calidad
6	B	1	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Revisión de polvo	Semanal	Calidad
6	B	2	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	Revisión de fugas	Diario	Mecánico
6	B	3	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisión general de cables eléctricos	Semanal	Electricista
Tanque de Salmuera															
7	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificación de residuos	Interdiario	Calidad
7	A	2	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza de tanque	Semanal	Mecánico

7	B	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Limpieza de agua	Semanal	-
7	B	2	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Verificar cantidad de sal	Interdiario	Calidad

ANEXO 22: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL CALDERO

PLAN DE MANTENIMIENTO – CALDERO									
Equipo	Tarea Propuesta	Prioridad	Clasificación	Frecuencia	Tiempo Aprox.	Realizado por	Tipo de Mantenimiento	Actividad Realizada	% cumplimiento
Caldero	Revisión del tanque de salmuera	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	70%
	Revisión del tanque ablandador	Bajo	Eléctrico	Semanal	1 hora	Técnico Eléctrico	Mantenimiento Preventivo	SI	70%
	Revisión de válvulas de control	Medio	Mecánico	Diario	30 min	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	90%
	Revisión de cojinetes	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento general	Alto	Mecánico	Mensual	8 horas	Todos	Mantenimiento Preventivo	SI	90%
	Mantenimiento del gasificado	Medio	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Predictivo	SI	80%
	Limpieza de filtros de succión	Bajo	Mecánico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	80%
	Revisión del conducto de humo	Medio	Mecánico	Diario	30 min	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	80%
	Cambio de agua	Bajo	Mecánico	Semanal	10 min	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	90%
	Revisión de la cámara de combustión	Alto	Hidráulico	Diario	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Predictivo	SI	90%
	Revisión de las bombas de agua	Bajo	Hidráulico	Semanal	1 hora	Técnico Mecánico	Mantenimiento Preventivo	SI	90%

ANEXO 23. REGISTRO INICIAL DE FALLAS DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS

 GENESIS	REGISTRO DE FALLAS Máquina Selladora, Continental y Caldero			
MESES	N° DE FALLAS	TIEMPO DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	ACCIÓN
Enero	24	670 min	10520 min	Mantenimiento Correctivo
Febrero	19	575 min	6680 min	Mantenimiento Correctivo
Marzo	21	975 min	10195 min	Mantenimiento Correctivo
Abril	24	1950 min	13880 min	Mantenimiento Correctivo

ANEXO 24. REGISTRO DE FALLAS DE EQUIPOS CRÍTICOS DESPUÉS DEL RCM

 REGISTRO DE FALLAS – PLANTA GÉNESIS E.I.R.L.				
Meses	N° de fallas	Tiempo de reparación	Horas de proceso	Acción
Septiembre	9	370 min	10520 min	Mantenimiento Correctivo
Octubre	6	460 min	6680 min	Mantenimiento Correctivo

ANEXO 25. CALIFICACIÓN DE RPN DE MÁQUINA SELLADORA ÁNGELUS 69-P

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Perfil de ranura estrecho	0.2	0.6	0.2	0	0.6	0	1.6	1	1	1.6	0.79%
Perfil de ranura desgastado	0	0.2	0.1	0.6	1.2	0.2	2.3	2	2	9.2	4.51%
Perfil de ranura muy ancho	0	0.4	0.2	0.3	1.2	0.05	2.15	1	1	2.15	1.05%
Mandril desgastado	0.05	0.4	0.3	0	0.3	0.2	1.25	3	1	3.75	1.84%
Rolas flojas e inexactas	0.1	0.6	0.2	1.2	0.9	0.05	3.05	3	2	18.3	8.98%
Sobrecarga de latas	0	0.8	0.2	0.3	0.6	0.05	1.95	2	2	7.8	3.83%
Mal cierre de latas	0.1	0.6	0.3	1.2	0.3	0.1	2.6	1	1	2.6	1.28%
Rolas de primera operación ajustadas	0.05	0.6	0.3	0.3	1.2	0.15	2.6	3	1	7.8	3.83%
El diámetro del mandril es demasiado grande	0.2	0.4	0.2	0.9	1.2	0.05	2.95	3	1	8.85	4.34%
Insuficiente presión del muelle del plato de compresión	0.05	0.8	0.3	0.3	0	0	1.45	2	1	2.9	1.42%
El espesor del labio del mandril es demasiado grande para la tapa del bote	0.2	0.2	0.3	0.9	0.6	0	2.2	1	2	4.4	2.16%
Desgaste de bocinas de bronce	0.05	0	0.2	1.2	0.3	0.1	1.85	1	2	3.7	1.82%
Falta de aceite en el mandril	0.05	0.2	0.3	0.9	0	0.05	1.5	2	1	3	1.47%
Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	0.2	0.6	0.4	0.3	0.9	0.2	2.6	2	2	10.4	5.10%
El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	0.2	0	0	0.3	0.9	0.05	1.45	3	1	4.35	2.13%
Soporte inferior no gira perfectamente	0.2	0.8	0.1	0.9	0.3	0.1	2.4	2	2	9.6	4.71%

Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	0.2	0	0.4	0.9	0.6	0	2.1	1	3	6.3	3.09%
Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	0.2	0.4	0.4	0.9	1.2	0.15	3.25	1	1	3.25	1.59%
cuerpos de las latas poco rebordeados	0.15	0.4	0.4	0	0.9	0.15	2	1	1	2	0.98%
Muelle del elevador inferior roto o dañado	0.15	0.8	0.1	0.9	0	0.1	2.05	2	2	8.2	4.02%
Falla en el resorte del plato	0.15	0	0.3	0.6	1.2	0.1	2.35	1	1	2.35	1.15%
Sobrecarga de latas y de producción	0.05	0.6	0.1	1.2	0.3	0.2	2.45	1	1	2.45	1.20%
Mala conexión	0	0.8	0	1.2	1.2	0.15	3.35	1	3	10.05	4.93%
Mal montaje	0.2	0.2	0.1	0.6	0	0.05	1.15	1	3	3.45	1.69%
Presencia de objetos extraños	0.2	0.2	0	0	0.9	0.2	1.5	2	2	6	2.94%
Piezas en estado de corrosión	0.05	0.6	0.1	0.9	0.9	0.2	2.75	2	3	16.5	8.10%
Falta de lubricación	0.1	0.6	0.2	0.3	0.6	0.2	2	1	3	6	2.94%
Des alineamiento del motor	0	0	0.3	0.3	0.3	0.1	1	1	3	3	1.47%
Fallo en fusibles	0.05	0.6	0.3	0.3	0.6	0.1	1.95	2	2	7.8	3.83%
Envejecimiento de los materiales	0	0.2	0.4	1.2	1.2	0.15	3.15	1	3	9.45	4.64%
Sobrecarga	0	0.6	0	1.2	0	0.2	2	3	1	6	2.94%
Mal uso de los fusibles	0.15	0.6	0.3	1.2	0.3	0.1	2.65	2	2	10.6	5.20%

ANEXO 26. CALIFICACIÓN DE RPN DE MÁQUINA SELLADORA CONTINENTAL

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Perfiles muy estrechos	0.05	0.2	0.4	0	0	0.1	0.75	1	1	0.75	0.4%
Perfil de ranura desgastado	0.15	0.8	0.1	0.9	1.2	0.05	3.2	2	2	12.8	7.3%
Perfil de ranura muy ancho	0.2	0.8	0.4	0.9	0.6	0.1	3	1	1	3	1.7%
El labio de la rola puede dañar el borde de la tapa	0.2	0.8	0	0.3	1.2	0.1	2.6	3	1	7.8	4.5%
Rolas flojas e inexactas	0.1	0.8	0	0	0.3	0	1.2	3	2	7.2	4.1%
Falta pulir rolas	0	0	0.4	0.6	0.3	0.1	1.4	2	2	5.6	3.2%
Mal cierre de latas	0.15	0.4	0	0	0.6	0.1	1.25	1	1	1.25	0.7%
Limpieza interna y engrase de rolas	0.2	0.6	0.4	0.6	0.9	0	2.7	3	1	8.1	4.6%
El diámetro del mandril es demasiado grande	0	0.4	0.4	1.2	0	0.05	2.05	3	1	6.15	3.5%
Insuficiente presión del muelle del plato de compresión	0.15	0.4	0.3	0	0.3	0.1	1.25	2	1	2.5	1.4%
El mandril es demasiado grande para la tapa	0	0.8	0.4	0	1.2	0.1	2.5	1	2	5	2.9%
Aceite o grasa en el mandril o en la tapa	0.05	0.4	0	0.3	0.6	0.15	1.5	1	2	3	1.7%
Falta de aceite en el mandril	0	0.6	0.2	0	0	0.15	0.95	2	1	1.9	1.1%
Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	0.15	0.2	0.3	0	1.2	0.05	1.9	2	2	7.6	4.4%
El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	0.1	0.4	0	0	0.3	0.2	1	3	1	3	1.7%
Soporte inferior no gira perfectamente	0.05	0.2	0	0.9	0	0.15	1.3	2	2	5.2	3.0%

Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	0	0.8	0.3	0	1.2	0	2.3	1	3	6.9	4.0%
Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	0.05	0	0.3	0	0.6	0.05	1	1	1	1	0.6%
cuerpos de las latas poco rebordeados	0	0.6	0.2	0.6	0.6	0	2	1	1	2	1.1%
Muelle del elevador inferior roto o dañado	0	0.8	0.4	0	1.2	0.1	2.5	2	2	10	5.7%
Falla en el resorte del plato	0.2	0.2	0	0.3	0	0.2	0.9	1	1	0.9	0.5%
Sobrecarga de latas y de producción	0.05	0	0	0	0.9	0.2	1.15	1	1	1.15	0.7%
Mala conexión	0.2	0.4	0.3	0	0	0.1	1	1	3	3	1.7%
Mal montaje	0.2	0.4	0.3	1.2	1.2	0.05	3.35	1	3	10.05	5.8%
Presencia de objetos extraños	0.1	0	0.4	0	0	0.05	0.55	2	2	2.2	1.3%
Piezas en estado de corrosión	0	0.4	0	0	1.2	0.1	1.7	2	3	10.2	5.8%
Falta de lubricación	0.2	0.8	0.1	0.3	0.6	0	2	1	3	6	3.4%
Desalineamiento del motor	0	0.8	0.1	0.6	1.2	0.05	2.75	1	3	8.25	4.7%
Fallo en fusibles	0.1	0.8	0.1	1.2	0	0.05	2.25	2	2	9	5.2%
Envejecimiento de los materiales	0.05	0.8	0	0.9	0.9	0	2.65	1	3	7.95	4.6%
Sobrecarga	0.15	0.6	0.4	0.6	0.6	0.05	2.4	3	1	7.2	4.1%
Mal uso de los fusibles	0.1	0.4	0.1	0	1.2	0.2	2	2	2	8	4.6%

ANEXO 27. CALIFICACIÓN DE RPN DEL CALDERO

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Fuga de gas combustible	0.05	0.6	0.1	0.3	0.3	0.2	1.55	1	1	1.55	1.0%
Ataque corrosivo en el sistema de refrigeración	0.15	0.8	0.4	0.6	0.9	0.1	2.95	2	2	11.8	8.0%
Desgaste por abrasión	0.1	0.2	0.4	0.6	0.3	0.15	1.75	1	1	1.75	1.2%
Conexiones mal puestas	0	0.2	0.4	0.3	0.9	0.1	1.9	3	1	5.7	3.9%
Bajo nivel de tanque de alimentación	0.15	0	0.2	0.3	1.2	0.15	2	3	2	12	8.1%
Fallo en rodamientos	0	0.6	0	0.6	0.6	0.1	1.9	2	2	7.6	5.1%
Fallas en el condensador	0.05	0.4	0	0.9	0	0	1.35	1	1	1.35	0.9%
Exceso de trabajo de la bomba	0.1	0.2	0.3	1.2	0.6	0.2	2.6	3	1	7.8	5.3%
No realiza la suficiente caída de presión del gas en el sistema	0.15	0.4	0.2	0.6	1.2	0.05	2.6	3	1	7.8	5.3%
Poca cantidad de mezcla combustible entra en el motor	0.05	0.6	0.3	0.9	1.2	0.05	3.1	2	1	6.2	4.2%
Fugas de vapor y de agua por tuberías externas.	0.05	0.8	0.2	0	0.9	0.1	2.05	1	2	4.1	2.8%
Añade aditivos al combustible	0.15	0.2	0.3	0.9	0.9	0.15	2.6	1	2	5.2	3.5%
Fallas en el sensor de presión	0.05	0.8	0.3	0	0	0	1.15	2	1	2.3	1.6%
Desgaste excesivo que provoca daños a los filtros	0.1	0.4	0.4	0.6	0.9	0	2.4	2	2	9.6	6.5%
Alta temperatura	0.2	0.6	0.3	0.9	0	0.05	2.05	3	1	6.15	4.2%
Recalentamiento del gas en la succión del filtro	0.2	0.8	0.2	0.9	0	0.1	2.2	2	2	8.8	6.0%

Presencia de microorganismos o bacterias	0.15	0	0.2	0.3	0.6	0	1.25	1	3	3.75	2.5%
Contaminación del producto	0.05	0.8	0.4	0.9	0	0.05	2.2	1	1	2.2	1.5%
Agua corrosiva	0.05	0	0.2	1.2	0.9	0	2.35	1	1	2.35	1.6%
Exceso de polvo	0.1	0	0.1	0.9	0.9	0.1	2.1	2	2	8.4	5.7%
Revisión de fugas	0.2	0.8	0.3	0	0	0.2	1.5	1	1	1.5	1.0%
Cable mal puesto	0.2	0.8	0.3	0.6	0.3	0	2.2	1	1	2.2	1.5%
Acumulación de residuos	0.1	0.2	0.2	0	1.2	0.05	1.75	1	3	5.25	3.6%
Limpieza de tanque	0.2	0.6	0.3	1.2	0.3	0.05	2.65	1	3	7.95	5.4%
Excesiva agua	0.2	0	0.2	0.9	0	0.15	1.45	2	2	5.8	3.9%
Demasiada sal	0.05	0	0.1	1.2	0	0.1	1.45	2	3	8.7	5.9%

ANEXO 28. NUEVO RPN DE LA MÁQUINA SELLADORA ÁNGELUS LUEGO DE APLICAR EL RCM

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Perfil de ranura estrecho	0.05	0.2	0.2	0.6	0.6	0.05	1.7	1	1	1.7	2.7%
Perfil de ranura desgastado	0.1	0.4	0.1	0.3	0	0.1	1	2	1	2	3.1%
Perfil de ranura muy ancho	0.05	0.4	0.1	0.3	0.6	0.05	1.5	1	1	1.5	2.4%
Mandril desgastado	0.1	0.2	0.2	0	0.6	0	1.1	1	2	2.2	3.4%
Rolas flojas e inexactas	0.05	0.2	0.1	0.3	0	0.05	0.7	2	3	4.2	6.6%
Sobrecarga de latas	0.05	0	0.2	0.6	0	0	0.85	2	2	3.4	5.3%
Mal cierre de latas	0.05	0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.95	1	1	0.95	1.5%
Rolas de primera operación ajustadas	0	0.2	0.2	0	0	0.1	0.5	1	1	0.5	0.8%
El diámetro del mandril es demasiado grande	0	0.2	0	0.6	0	0.1	0.9	3	1	2.7	4.2%
Insuficiente presión del muelle del plato de compresión	0	0	0.1	0.3	0.6	0.05	1.05	2	1	2.1	3.3%
El espesor del labio del mandril es demasiado grande para la tapa del bote	0.05	0.4	0	0	0.6	0	1.05	1	2	2.1	3.3%
Desgaste de bocinas de bronce	0.1	0.4	0.2	0.6	0	0	1.3	1	2	2.6	4.1%
Falta de aceite en el mandril	0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.05	1.05	2	1	2.1	3.3%
Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	0.05	0.2	0.1	0	0.3	0.05	0.7	2	2	2.8	4.4%
El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	0	0	0.1	0.3	0	0.1	0.5	3	1	1.5	2.4%
Soporte inferior no gira perfectamente	0	0.4	0	0.3	0.3	0.1	1.1	2	1	2.2	3.4%

Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	0	0.2	0	0	0	0.05	0.25	1	3	0.75	1.2%
Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	0.05	0.4	0.2	0	0	0.1	0.75	1	1	0.75	1.2%
cuerpos de las latas poco rebordeados	0.1	0.4	0.2	0.6	0	0.1	1.4	1	1	1.4	2.2%
Muelle del elevador inferior roto o dañado	0.1	0	0	0	0	0.1	0.2	2	2	0.8	1.3%
Falla en el resorte del plato	0	0.2	0.1	0	0	0	0.3	1	1	0.3	0.5%
Sobrecarga de latas y de producción	0.1	0.2	0.1	0.3	0.6	0.1	1.4	1	1	1.4	2.2%
Mala conexión	0	0.4	0.1	0.3	0	0.05	0.85	1	3	2.55	4.0%
Mal montaje	0	0	0.2	0.3	0.6	0.1	1.2	1	3	3.6	5.6%
Presencia de objetos extraños	0.05	0.2	0.1	0.3	0.6	0	1.25	3	1	3.75	5.9%
Piezas en estado de corrosión	0.1	0	0	0.6	0.3	0.05	1.05	2	2	4.2	6.6%
Falta de lubricación	0.1	0	0	0.3	0	0.1	0.5	1	1	0.5	0.8%
Des alineamiento del motor	0.05	0.4	0	0	0.3	0.1	0.85	2	1	1.7	2.7%
Fallo en fusibles	0	0.4	0.2	0.3	0.3	0.1	1.3	1	1	1.3	2.0%
Envejecimiento de los materiales	0	0.2	0.1	0.6	0.3	0.05	1.25	1	2	2.5	3.9%
Sobrecarga	0	0	0.2	0	0	0.1	0.3	1	1	0.3	0.5%
Mal uso de los fusibles	0.1	0	0.1	0.6	0.3	0.05	1.15	3	1	3.45	5.4%

ANEXO 29. NUEVO RPN DE LA MÁQUINA SELLADORA CONTINENTAL LUEGO DE APLICAR EL RCM

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Perfiles muy estrechos	0.05	0.2	0.2	0.3	0	0	0.75	1	1	0.75	1.5%
Perfil de ranura desgastado	0.05	0.4	0	0.3	0	0.1	0.85	2	2	3.4	6.9%
Perfil de ranura muy ancho	0.05	0	0	0.6	0.3	0.1	1.05	1	1	1.05	2.1%
El labio de la rola puede dañar el borde de la tapa	0	0	0.2	0	0.3	0.1	0.6	3	1	1.8	3.6%
Rolas flojas e inexactas	0.05	0.2	0	0.6	0.3	0.05	1.2	1	2	2.4	4.8%
Falta pulir rolas	0.1	0.2	0	0	0	0.1	0.4	2	2	1.6	3.2%
Mal cierre de latas	0.1	0.4	0	0	0	0.1	0.6	1	1	0.6	1.2%
Limpieza interna y engrase de rolas	0.1	0	0.2	0.3	0.3	0	0.9	3	1	2.7	5.5%
El diámetro del mandril es demasiado grande	0	0	0.2	0.3	0	0	0.5	3	1	1.5	3.0%
Insuficiente presión del muelle del plato de compresión	0.05	0.2	0	0.3	0.6	0	1.15	2	1	2.3	4.6%
El mandril es demasiado grande para la tapa	0.1	0.2	0.1	0	0	0.1	0.5	1	2	1	2.0%
Aceite o grasa en el mandril o en la tapa	0.05	0.4	0.1	0	0.3	0.1	0.95	1	2	1.9	3.8%
Falta de aceite en el mandril	0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.05	0.95	2	1	1.9	3.8%
Excesiva presión entre el perfil de las rolas de 1° operación y el labio del mandril	0	0.4	0	0.6	0	0.1	1.1	2	1	2.2	4.4%
El radio del mandril no coincide con el radio de la tapa	0	0.2	0.1	0	0.3	0.05	0.65	3	1	1.95	3.9%
Soporte inferior no gira perfectamente	0.1	0	0.1	0	0	0.1	0.3	2	1	0.6	1.2%

Excesiva tolerancia en el empujador del mandril	0.05	0	0	0.3	0.6	0.05	1	1	3	3	6.1%
Excesiva presión en el muelle del elevador inferior	0	0.4	0.1	0.6	0	0.1	1.2	1	1	1.2	2.4%
cuerpos de las latas poco rebordeados	0.1	0.2	0	0	0.3	0.05	0.65	1	1	0.65	1.3%
Muelle del elevador inferior roto o dañado	0	0	0.1	0.3	0.6	0	1	2	1	2	4.0%
Falla en el resorte del plato	0.05	0	0	0	0.3	0.1	0.45	1	1	0.45	0.9%
Sobrecarga de latas y de producción	0	0	0	0	0.6	0.1	0.7	1	1	0.7	1.4%
Mala conexión	0.1	0	0	0	0	0.05	0.15	1	3	0.45	0.9%
Mal montaje	0	0.2	0.1	0.3	0	0.1	0.7	1	3	2.1	4.2%
Presencia de objetos extraños	0	0	0	0.3	0	0.05	0.35	2	2	1.4	2.8%
Piezas en estado de corrosión	0.05	0.4	0.1	0	0	0	0.55	2	3	3.3	6.7%
Falta de lubricación	0.05	0.2	0	0	0	0.05	0.3	1	1	0.3	0.6%
Desalineamiento del motor	0	0	0.2	0	0.3	0.1	0.6	2	1	1.2	2.4%
Fallo en fusibles	0	0.2	0	0.3	0.3	0	0.8	1	1	0.8	1.6%
Envejecimiento de los materiales	0.05	0.4	0.2	0	0.6	0	1.25	1	2	2.5	5.1%
Sobrecarga	0	0.2	0	0.3	0.3	0.1	0.9	1	1	0.9	1.8%
Mal uso de los fusibles	0.05	0.2	0	0.3	0.3	0.05	0.9	1	1	0.9	1.8%

ANEXO 30. NUEVO RPN DEL CALDERO LUEGO DE APLICAR EL RCM

Descripción de modo de falla	Calificación de severidad						RPN				Jerarquía
	FO	SF	MA	IC	OR	OC	SEV	OCU	DET	Valor RPN	
Fuga de gas combustible	0	0	0	0	0	0.1	0.1	1	1	0.1	0.1%
Ataque corrosivo en el sistema de refrigeración	0.15	0	0.1	0.9	0.3	0	1.45	2	2	5.8	7.9%
Desgaste por abrasión	0	0.2	0.1	0.3	0	0.15	0.75	1	1	0.75	1.0%
Conexiones mal puestas	0.15	0.2	0.1	0.6	0	0.15	1.2	3	1	3.6	4.9%
Bajo nivel de tanque de alimentación	0.15	0.4	0	0.9	0.3	0	1.75	2	2	7	9.5%
Fallo en rodamientos	0.1	0.2	0.2	0.6	0	0	1.1	1	2	2.2	3.0%
Fallas en el condensador	0.15	0.6	0.1	0	0.6	0.1	1.55	1	1	1.55	2.1%
Exceso de trabajo de la bomba	0.15	0.6	0	0	0	0.1	0.85	3	2	5.1	6.9%
No realiza la suficiente caída de presión del gas en el sistema	0	0	0.1	0.6	0.6	0.15	1.45	3	1	4.35	5.9%
Poca cantidad de mezcla combustible entra en el motor	0.1	0.2	0	0.6	0.6	0.15	1.65	2	1	3.3	4.5%
Fugas de vapor y de agua por tuberías externas.	0	0.2	0.1	0.3	0	0.15	0.75	1	2	1.5	2.0%
Añade aditivos al combustible	0.05	0.2	0	0.6	0.6	0.05	1.5	1	2	3	4.1%
Fallas en el sensor de presión	0.1	0.6	0.2	0	0.6	0	1.5	2	1	3	4.1%
Desgaste excesivo que provoca daños a los filtros	0	0.6	0.1	0.6	0.3	0.1	1.7	2	1	3.4	4.6%
Alta temperatura	0.05	0.4	0	0	0.3	0.15	0.9	3	1	2.7	3.7%
Recalentamiento del gas en la succión del filtro	0	0.2	0.1	0	0	0.05	0.35	2	1	0.7	0.9%

Presencia de microorganismos o bacterias	0.05	0	0	0	0.6	0.1	0.75	1	3	2.25	3.0%
Contaminación del producto	0.05	0.4	0.2	0.9	0.6	0	2.15	1	1	2.15	2.9%
Agua corrosiva	0.15	0.2	0	0.6	0.3	0.15	1.4	1	1	1.4	1.9%
Exceso de polvo	0.05	0.2	0.1	0	0.3	0	0.65	2	1	1.3	1.8%
Revisión de fugas	0.05	0.2	0.2	0.3	0.3	0	1.05	1	1	1.05	1.4%
Cable mal puesto	0.05	0.6	0	0.6	0.6	0.05	1.9	2	1	3.8	5.1%
Acumulación de residuos	0.15	0.2	0	0	0.6	0.15	1.1	1	3	3.3	4.5%
Limpieza de tanque	0.1	0.2	0.1	0.9	0	0.15	1.45	1	3	4.35	5.9%
Excesiva agua	0.15	0.6	0	0.3	0	0	1.05	2	2	4.2	5.7%
Demasiada sal	0.05	0.6	0.1	0.6	0.6	0	1.95	1	1	1.95	2.6%

ANEXO 31: AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA GÉNESIS E.I.R.L



GÉNESIS E.I.R.L

Jr. JOSÉ OLAYA, Mz. I, LOTES 2 al 7,
asentamiento humano villa maría, zona industrial
Nuevo Chimbote – Ancash

Nuevo Chimbote, 19 de junio de 2021

Grace Miguel Alvarez y Carlos Urbano Aguilar
Estudiantes de IX Ciclo de Ingeniería Industrial
Universidad César Vallejo-Sede Chimbote

Mediante el presente me dirijo a ustedes para saludarlos cordialmente y a la vez en respuesta a la carta de la referencia donde solicitan realizar estudios de **“Mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos críticos de una línea de producción de conserva de pescado en la empresa Génesis E.I.R.L, Nuevo Chimbote – 2021”** en tal sentido se **AUTORIZA** realizar la investigación la cual consistirá en brindarle la información que soliciten a fin de complementar la formación recibida en su institución.

Asimismo, acatamos las normas del gobierno en relación al Covid19 por tal razón la comunicación en su mayoría será por los medios correspondientes a fin de mantener la salud integral de todos.

Sin otro particular, me despido a nombre de nuestra distinguida empresa.

Atentamente,


Ing. Emilio Espino Ramos
JEFE DE PLANTA

Emilio Espino Ramos
Jefe de Planta
GENESIS E.I.R.L