

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



**Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para  
reducir costos del área electromecánica del Hospital Regional  
Lambayeque**

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

**AUTOR**

**Brayan Erwin Manuel Valverde Cumpa**

**ASESOR**

**Alexander Querevalu Morante**

<https://orcid.org/0000-0001-5672-6829>

**Chiclayo, 2023**

**Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la  
confiabilidad para reducir costos del área electromecánica del  
Hospital Regional Lambayeque**

PRESENTADA POR

**Brayan Erwin Manuel Valverde Cumpa**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Joselito Sánchez Pérez

PRESIDENTE

Alejandro Vera Lázaro

SECRETARIO

Alexander Querevalu Morante

VOCAL

## **Dedicatoria**

A mi esposa Carla, a mis hijas Camila Lorena y Mía Valentina que son el soporte de mi vida y son el motivo para esforzarme y seguir mejorando día a día.

A mis padres Manuel y Silvia, también a mi hermana que me brindaron su apoyo constante y nunca me abandonan en los momentos más difíciles de mi vida.

## **Agradecimientos**

A los ingenieros Alexander Querevalu Morante y Joselito Sánchez Pérez, por brindarme su asesoría y apoyo durante el transcurso de la asignatura y desarrollo de esta tesis.

# Valverde Cumpa v1

## ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Internet Source

5%

2

[tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe)

Internet Source

4%

3

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Internet Source

2%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Student Paper

1%

5

[repositoriotec.tec.ac.cr](http://repositoriotec.tec.ac.cr)

Internet Source

1%

6

[dspace.unitru.edu.pe](http://dspace.unitru.edu.pe)

Internet Source

1%

7

[repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe)

Internet Source

1%

8

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Internet Source

1%

9

[repositorio.usm.cl](http://repositorio.usm.cl)

Internet Source

1%

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	10
Materiales y métodos .....	17
Resultados y discusión .....	18
Discusión.....	34
Conclusiones .....	35
Recomendaciones.....	36
Referencias .....	37
Anexos.....	40

## Resumen

Esta investigación se realizó en el Hospital Regional Lambayeque y propone un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para reducir costo del área electromecánica, Se realizó el diagnóstico del área, en donde se registró y codificaron 60 equipos, se realizó una auditoría de mantenimiento obteniendo 53,8%, es decir el desempeño del área se clasificó como nivel regular, resultó vital el reconocimiento de estos puntos débiles para poder repotenciar el trabajo del área, se reconoció el gasto total en mantenimientos que fue S/ 953 200.00; se realizó la medición actual de los indicadores de mantenimiento, al realizar el estudio de criticidad se encontraron a 19 activos críticos que se dieron prioridad, al mismo tiempo se utilizó la matriz AMEF, en donde se reconoció las fallas con alto NPR, en conjunto a las hojas de decisión permitieron establecer las actividades que se ejecutaran en un tiempo definido, de manera que se pueda reducir fallos, a fin de mejorar la disponibilidad de los activos, luego de elaborar la propuesta planteada basada en 8 fases se de los equipos críticos de 73% a 90%, se incrementó la confiabilidad de 83% a 94%, logró mejorar la disponibilidad además se logró prolongar el MTBF de 551 a 8837 horas, por último se realizó la evaluación económica del proyecto teniendo definido como inversión S/ 116 830,50; se obtuvo un VAN de S/ 124,306; un TIR de 40,4% y un beneficio de S/ 0.61 por cada sol invertido, lo que define como viable la propuesta.

**Palabras clave:** Plan de mantenimiento, disponibilidad, confiabilidad, equipos electromecánicos.

### **Abstract**

This research was carried out at the Lambayeque Regional Hospital and proposes a maintenance plan based on reliability to reduce the cost of the electromechanical area. The area was diagnosed, where 60 pieces of equipment were produced and coded, a maintenance audit was carried out. obtaining 53.8%, that is, the performance of the area was classified as regular level, the recognition of these weak points was vital in order to repower the work of the area, the total expense in maintenance was recognized, which was S/ 953,200.00; the current measurement of the maintenance indicators was carried out, when carrying out the criticality study, 19 critical assets were found that were given priority, at the same time the AMEF matrix was extracted, where the failures with high NPR were recognized, together with the decision sheets allowed to establish the activities that will be executed in a defined time, so that failures can be reduced, in order to improve the availability of the assets, after elaborating the proposed proposal based on 8 phases of the critical equipment of 73% to 90%, reliability was increased from 83% to 94%, availability will improve, and MTBF will be improved from 551 to 8,837 hours. Finally, the economic evaluation of the project was carried out, having defined S/ 116,830 as an investment. fifty; a NPV of S/ 124,306 was obtained; an IRR of 40.4% and a benefit of S/ 0.61 for each sol invested, which defines the proposal as viable.

**Keywords:** Maintenance plan, availability, reliability, electromechanical equipment.

## Introducción

A nivel internacional diversas compañías en el mundo pierden millones de soles, por no contar con un plan de mantenimiento efectivo que disminuya los paros improductivos, debido a fallas imprevistas, lo cual se refleja en el 2021, periodo en el que 29 % de las fábricas solo gastaron del 5 al 10 % de su presupuesto anual en mantenimiento; el 25 % gastaron del 11 al 15 %; el 18 % gastaron más del 15 %; el 16 % gastaron menos del 5 %, y el 12 % no registraron su gastos, esto nos orienta a que las empresas actualmente no le brindan la importancia necesaria al área de mantenimiento [1].

Según un informe de Plant Engineering el 94% de las industrias consideran al mantenimiento preventivo importante para evitar la falta de disponibilidad de las máquinas, además según el artículo, solo el 22% de la empresas a nivel internacional, utilizan el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) usando el análisis de datos operacionales, lo cual se relaciona a un menor costo de mantenimiento [2]. La metodología RCM ofrece un “Mayor costo-eficacia del mantenimiento y contribuye a obtener los mejores resultados, disminuyendo la cantidad de trabajo rutinario de cada periodo, normalmente entre 40 y un 70% [3].

Según F. Pacheco [4], indica que, en el Perú, el mantenimiento industrial en las empresas es limitada, por lo que se caracteriza por una mayor ejecución del mantenimiento correctivo, sin planificación, ineficiente, ineficaz e insegura y por consiguiente no efectiva, asimismo, afirma que, las industrias que realizan mantenimiento correctivo abarca un 55% del total, mientras que solo el 33% realizan mantenimiento preventivo, respecto al mantenimiento predictivo solo el 10% de las industrias lo aplican, por último el 2% realiza mantenimiento proactivo.

El Hospital Regional Lambayeque, es una de las instituciones de mayor importancia de la Región, por lo que constituye un Hospital de nivel III-1, es decir, es un nosocomio de ALTA COMPLEJIDAD [5]; cuenta con distintos departamentos debidamente estructurados según el organigrama de la institución, entre los cuales se encuentra la Unidad de Mantenimiento; éstos cumplen sus funciones con una adecuada programación diaria, teniendo como principal beneficiario al paciente y público en general que asiste a este nosocomio. La Unidad de Mantenimiento es encargada de programar, ejecutar, supervisar y controlar las obras de construcción remodelación, equipamiento y mantenimiento del Hospital, asimismo cuenta con un área electromecánica, la cual se encarga de velar por el buen funcionamiento de los equipos

de vapor, gases medicinales, agua caliente, blanda y dura, entre otros, actualmente el sistema electromecánico está compuesto por 60 equipos, los cuales vienen presentando consecutivas 8 fallas y por ende baja disponibilidad del equipamiento, debido a que solo se realiza el mantenimiento correctivo; es decir, se interviene solo cuando se presentan averías, además, no se cuenta con un plan de mantenimiento periódico de los equipos, asimismo no se tiene un registro y las fichas técnicas actualizadas, correspondiente a cada equipo, igualmente no se identifica los equipos críticos debido a que no se registran y cuantifica las frecuencias de fallas, por último no existe un manual de procedimientos para la operación y mantenimiento de los mismos. Todo ello trae como resultado las paradas de actividades diarias en diferentes servicios, como central de esterilización, lavandería y cocina central, además, la no atención, reprogramación de los servicios brindados en el hospital, finalmente obteniendo como consecuencia la generación de altos costos de mantenimiento correctivo, los cual ascienden a S/ 953 200,00 al año. Con respecto a la problemática anteriormente mencionada nace la pregunta: ¿Cómo la propuesta de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad puede reducir los costos del área electromecánica del Hospital Regional Lambayeque?, para lo cual se ha estimado, como objetivo general proponer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para reducir los costos del área electromecánica del Hospital Regional Lambayeque, desarrollando como objetivos específicos, realizar el diagnóstico del área electromecánica de la Unidad de mantenimiento en el Hospital Regional Lambayeque, realizar el estudio de criticidad y análisis modo y efecto de fallos de los equipos del área electromecánica del Hospital, elaborar la propuesta del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para los equipos del área electromecánica y determinar la evaluación económica de la propuesta planteada. La presente investigación se justifica ya que responde a las consecutivas fallas que viene ocurriendo en los equipos electromecánicos, generando gastos y cuantificándose como pérdidas para el nosocomio, considerando que el sistema de vapor, es uno de los más utilizados ya que forma parte de la columna vertebral de procesos, como es el caso del servicio de cocina que requieren de vapor para la cocción de los alimentos mediante las marmitas, ofrecidos a los pacientes hospitalizados y personal de la institución, de la misma forma en los procesos del servicio de lavandería, la cual abastece al personal asistencial con indumentaria para la realización de actividades diarias dentro de la institución, asimismo para la generación de agua caliente y por último en el área de central de esterilización, lo cual es necesario para esterilizar el instrumental quirúrgico utilizados en los distintos procedimiento que se realizan en el nosocomio, entre otras aplicaciones y usos del vapor. Asimismo, a través de la presente se pretende alcanzar una mejora a los indicadores actuales de mantenimiento que cuentan los

equipos del área de esa manera poder trabajar y abastecer al sistema interno del hospital de manera correcta, ya que en el reglamento Ley N°26414 “Ley que establece los derechos de las personas usuarias de los servicios de salud”, que tiene como objetivo establecer y respaldar los derechos de los usuarios de los servicios de salud, otorgando y recibiendo una atención integral, de manera segura y de calidad; Por lo tanto lo que se busca es prevenir las fallas de manera que se evitará procesos legales posteriores iniciados por las denuncias, quejas que puedan ocasionar las reprogramaciones o retraso de los procedimientos que terminan perjudicando directamente al paciente y a la institución, esto también se ve respaldado en lo establecido en el decreto supremo N°031-2014-SA, en el que a través del reglamento de infracciones y sanciones de la superintendencia nacional de salud (SUSALUD); estable que la IPRES, en este caso el hospital, podría recibir una amonestación leve escrita o multa de hasta 100 UIT, de la misma manera por una infracción grave la multa asciende de hasta 300 UIT, por último una infracción muy grave de la institución incurre en una multa de hasta 500 UIT.

### **Revisión de literatura**

R.I. Torres Toledo [6], en su estudio “Propuesta de plan de mantenimiento a calderas ubicadas en hospital almirante NEF”, se detectó que el hospital cuenta solo con acciones correctiva al momento de falla de las caldera, no se planifican, tampoco se registran las intervenciones que se realiza a los equipos, lo que genera incertidumbre respecto a la operatividad del activo, por lo que se estableció como objetivo proponer un plan de mantenimiento preventivo para las calderas del hospital para el mejoramiento operacional basado en análisis de criticidad, elaborando un historial de fallas recurrentes, se utilizó la metodología FMECA, con el fin de reconocer las fallas más recurrentes que perturban a la línea productiva, además del cálculo de RPN permite clasificar las fallas direccionando a las actividades para mitigarlas, se implementó el plan de mantenimiento basado en la predicción de fallas y se realizó el análisis de costos que incluye la propuesta dando un valor de S/. 2 381,542 al mes.

Además, S J. Cossio Risco [7], en su investigación “Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del Hospital Regional Chimbote 2018”, se presentan problemas a tener en cuenta, ya que no hay una gestión de mantenimiento para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos, se tiene como objetivo ejecutar un

modelo de gestión mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los activos en casa de fuerza del nosocomio, la metodología empleada fue deductiva, descriptiva, ya que se describe la falta de gestión de los equipos respecto a la mantenimiento, por ello se analizó la situación actual del mantenimiento, a través de una auditoría técnica de mantenimiento en donde en el desempeño actual del área se obtuvo 42%, luego se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para el hospital y se evaluó la confiabilidad, dando como resultado inicial para la caldera 94,92%, luego de la implementación incrementó a 97,15%, asimismo con el grupo electrógeno obtuvo una confiabilidad inicial de 94,31, y luego de la propuesta aumentó a 96,96%, finalmente deduciendo que la propuesta es aceptable, ya que la fiabilidad de la caldera y el grupo electrógeno aumentan en 2,13% y 2,65% correspondientemente

T. Vargas Quiroz [8], en su investigación “Optimización del servicio de mantenimiento en el Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez”, se halló que no se maneja de manera óptima el área en lo que respecta al control y evaluación de equipos debido a que no se registra costos, fallas, causas, mantenimientos realizados, tampoco se ha establecido un orden de prioridad de intervención para los activos, por lo que se ha establecido como objetivo optimizar el servicio de mantenimiento del Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez, por medio de un modelo gestión de mantenimiento, a través de la metodología denominada “Balanced Scorecard”, lo que permitió medir la gestión de mantenimiento en cuatro perspectivas, a su vez se definen las metas a alcanzar como parte del proceso de control y mejora continua, creando un mapa estratégico, basándose en características del servicio de mantenimiento. Como parte del proceso de implementación se diseñan estrategias, y analizan los posibles riesgos al implementar los cambios propuestos, por medio de este análisis se determina el procedimiento a seguir para mitigar estos riesgos.

D. Mendoza Bustamante [9], en su estudio “Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Reducir las Paradas Imprevistas del Sistema de Producción de Vapor y Agua Caliente para los Servicios Usuarios del Hospital Regional de Ayacucho”, detectó que los equipos que suministran vapor y agua caliente para los servicios como lavandería y nutrición, se han venido deteriorando al punto de llegar a paros inesperados, por lo que se estableció como objetivo principal implementar un plan de mantenimiento preventivo para el Hospital con el fin de mejorar la disponibilidad de los activos, a través del nivel de criticidad se pudo realizar el plan de mantenimiento, se aumentó la efectividad global de los equipos en 11%, así mismo se obtuvo como disponibilidad inicial para el sistema de producción de vapor 90%, lavandería

88% y nutrición 90%, luego de la propuesta planteada se obtuvo como mejora para el sistema de vapor, lavandería y nutrición valores de 96%, 96% y 97% respectivamente.

J.C. Faya Silva [10], en su investigación “Propuesta de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en la línea congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A - Motupe para mejorar sus indicadores”, el objetivo es elaborar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en la línea congelados de la empresa para mejorar sus indicadores, se diagnosticó la situación actual del área de mantenimiento, para lo cual se aplicó una auditoría de mantenimiento la cual obtuvo como resultado 52 % en el desenvolvimiento del área, también se realizó un estudio de indicadores a través de la metodología OEE que obtuvo como resultado un 80 %, también se realizó un análisis de criticidad a los equipos de la empresa en la que se obtuvo 7 equipos críticos, asimismo se realizó un análisis Weibull a los equipos, se aplicó la metodología AMEF, en la cual se reconoció a 113 fallas de los equipos evaluados, se implementó el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad y se realizó la evaluación económica de la implementación del RCM, en la que resultó un VAN de S/ 660 925,56 y una TIR de 24 % optimizando ingresos y definiendo a proyecto como rentable.

También, R. Chávez García, O. Testa Rodríguez, X. Silva Angelito [11], en su artículo “Diseño del plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del Hospital Regional de Santiago Pinoteca Nacional”, actualmente la institución presenta averías y fallas en sus calderas pirotubulares, por lo que se planteó como objetivo realizar un plan de mantenimiento preventivo con el fin de optimizar el funcionamiento de las calderas y la eficacia de la red de distribución, debido a que se identificó las fallas de operación a través de la evaluación de funcionamiento de los equipos, se definió guías de rutina de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las calderas, de esta manera puedan operar de forma eficiente, también se elaboró un manual de procedimiento que contempla los pasos a seguir para realizar el mantenimiento, finalmente se estableció una lista de actividades calendarizadas para el mantenimiento preventivo de los inyectores pirotubulares, se utilizó una metodología descriptiva, ya que se reconoció los métodos de mantenimientos actuales, también un enfoque cualitativo utilizando la observación para reconocer las fallas y procesos, una entrevista al jefe del área, se elaboró bitácoras, un informe de rutina, una libreta de anotaciones, todo esto logró que los operadores de mantenimiento identificaran las averías, realizar inspecciones, ajustes, cambiar repuestos que se necesitaban, de esta manera la calderas trabajen de manera eficiente y se evitaron los paros inesperados de los equipos.

Por otro lado N. Allauca Sierra [12], en su investigación “Plan de mantenimiento basado en RCM para caldero de 50 BHP, caso: Hospital ciudad del Cusco”, el nosocomio, tiene equipos de 15 años de antigüedad, el cual viene presentando fallas, por ello la investigación tiene como objetivo proponer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad con el fin de mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los calderos, aquí se utilizó una metodología exploratoria, descriptiva y explicativa con un diseño no experimental, se formuló planes de mantenimiento centrado en la confiabilidad para calderos, se validó y evaluó el plan de mantenimiento propuesto, usando para ello instrumentos y técnicas como la entrevista, observación de campo, análisis de criticidad para diagnosticar el sistema actual, así mismo se implementó el software RCM3, con el que se caracterizó el estado del equipo analizado, realizando el análisis del historial de fallas, con el fin de identificar acciones, que lograron mejorar costos a través de la reducción de ocurrencia eventos no deseados y de fallas, asimismo se minimizó sus consecuencias en el caldero desglosando para un mejor estudio del sistema, sub sistema y equipo, consiguiendo mejorar su disponibilidad y confiabilidad del caldero generador de vapor, destacando que con un software se minimiza el tiempo de evaluación y medidas preventivas sobre el sistema evaluado.

Además, J. Guanche Ravelo [13], en su estudio “Plan de mantenimiento de una sala de calderas”, realizó un estudio de una sala de máquinas para la generación de vapor de una lavandería industria, producción de vapor, tratamiento de agua que no dispone de un plan de mantenimiento integral del conjunto de elemento de la sala; el objetivo de esta investigación es implantar un plan de mantenimiento en una sala de calderas de una Lavandería Industrial Hospitalaria, a fin de mantener en buenas condiciones el equipamiento, con el fin de mejorar y aumentar la disponibilidad de la instalación y reducir el coste de futuras averías que tenga impacto en la producción, para esto se utilizó diferentes técnicas de mantenimiento disponibles actualmente en la industria y seleccionando la de mayor interés para la instalación, teniendo en cuenta todos los factores que afecten a la sala de calderas; finalmente se realizó los planes de trabajo óptimos en donde se consideró una cobertura productiva de las empresas industriales en general.

A. Cosanatan Flores [14], en su investigación “Plan de mantenimiento de la sala de calderas del Hospital de Apoyo Chepén”, actualmente la institución no cuenta con un plan de mantenimiento para las calderas, que son un equipo crítico dentro del nosocomio ya que de la generación de vapor dependen otras áreas, como central de equipos, cocina y lavandería; El 13

objetivo de este proyecto es planificar y programar el mantenimiento de la sala de calderos del Hospital de Apoyo de Chepén, con el fin de proporcionando comodidad, seguridad y economía en las instalaciones del hospital para los trabajadores, proveedores y visitantes; se implementó rutinas de mantenimiento, como herramienta al momento de llevar adelante una estrategia de mantenimiento que permitió tener un historial, conocer el estado actual de los equipos, se identificó las causas que provocan las fallas, se crearon ficha de control para un equipo, orden de trabajo, orden de servicio y reportes de actividades. Al poner en marcha este plan de mantenimiento se obtendría como ahorro de costos de mantenimiento anual S/ 59 724,00.

C. Vishnu, V. Regikumar [15], in your research “Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study”, The importance of maintenance function has increased due to its role in keeping and improving the availability, product quality, safety requirements and operating cost levels of the process plants. Accordingly, maintenance strategy selection became one of the most important decision-making activity in the industry. This paper proposes a general approach to implement Reliability Centered Maintenance (RCM) in process plants. RCM is a recently evolved maintenance strategy that incorporates all the advantages of traditional maintenance strategies. More precisely, RCM selects the most appropriate and tailor made maintenance strategy for all the equipment in the plant based on its criticality score and reliability parameters. RCM implementation requires the collection and analysis of historical failure and maintenance data to determine current condition of the equipments. Subsequently, maintenance strategy is framed for the unit by following Analytical Hierarchy Process (AHP) based methodology. This should be done by taking expert opinions of personals from both the maintenance and production departments. RCM implementation model presented here is validated with the maintenance history data of a process plant manufacturing titanium dioxide with a production capacity of 20,000 metric tonnes per annum. Currently the firm follows a combination of scheduled and breakdown maintenance strategies. However, RCM implementation in this plant is justified by the maintenance simulation results that revealed the current poor availability and performance of the equipments.

El punto de inicio del mantenimiento es mantener en estado correcto y funcional los equipos e instalaciones [16]. Según la norma DGE- en la sección 28 seguridad de funcionamiento y calidad de servicio [17], define al mantenimiento como la mezcla de todas las operaciones administrativas y técnicas, en la que se incluyen acciones de vigilancia, propuestas a mantener o reintegrar un componente a un estado en el que se pueda ejecutar una función solicitada.

La norma DGE, define al mantenimiento preventivo como el mantenimiento efectuado a ciertos momentos establecidos o según criterios prescritos, está predestinado a disminuir la probabilidad de falla o la degradación del trabajo de una unidad. [17]. Asimismo, el mantenimiento preventivo intenta reducir o evitar en cierta forma la reparación de un equipo mediante una rutina de inspecciones implantadas periódicas y la modificación de los elementos averiados. El éxito de esta técnica de mantenimiento depende de la elección correcta del período de intervención [16].

Las fases del mantenimiento preventivo son: inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo, procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente, control de frecuencias, indicaciones exactas de la fecha a efectuar el trabajo, registro de operaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar [16].

El plan mantenimiento de mecanismos se centra en la inspección periódica de los equipos, maquinarias e instalaciones de la planta con la finalidad de prevenir situaciones que conlleven a paros no programados y afectar la producción, todo esto de manera básica. Las actividades se disponen siguiendo el Cronograma Anual de Mantenimiento de los equipos críticos [18].

Los indicadores del mantenimiento, nos permite obtener una medición de la eficiencia de un proceso o sistema, es muy importante, teniendo en cuenta que algo que no se logra medir no se consigue controlar [3].

#### a) Disponibilidad

Dada por la proporción de tiempo en el cual un sistema o equipo estuvo en circunstancias de ser utilizado [3].

$$\text{Disponibilidad} = (TTo / Tpp) * 100\%$$

$$TTo = Tpp - TF - TR$$

Donde:

TTo: Tiempo de operación

Tpp: Tiempo programado para producir

TF: Tiempo de falla

TR: Tiempo de reparación

## b) Confiabilidad

Es la posibilidad de que un dispositivo, equipo, mecanismo o sistema, cumpla su trabajo bajo circunstancias de tiempo y periodo establecido. Por lo tanto, es un complemento de la probabilidad de falla [3].

$$\text{Confiabilidad} = \text{MTTF}/(\text{MTTR}+\text{MTTF})$$

Donde:

MTTF: tiempo medio entre fallas

MTTR: tiempo medio para reparar

MTTF: tiempo medio entre fallas

## c) Tiempo medio entre fallo

Se calcula a través del cociente entre el tiempo programado sobre el número de fallas, permite reconocer la frecuencia en la cual suceden las averías [3].

$$\text{Tiempo medio entre fallas (MTBF)} = T_{pp} / N^{\circ} \text{ fallas}$$

Dónde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas (horas/falla)

$T_{pp}$ : Tiempo programado para producir (horas)

NF: Número de fallas

## d) Tiempo promedio para reparar

Este indicador se halla dividiendo el tiempo para reparar sobre la cantidad de fallas (número de fallas) ocurridas, nos permite reconocerla importancia de las averías, teniendo en cuenta el tiempo medio hasta que se solucione [3].

$$\text{Tiempo medio para reparar (MTTR)} = TTR / N^{\circ} \text{ falla}$$

Dónde:

MTTR: Tiempo medio para reparar (minutos/falla)

TTR: Tiempo para reparar (minutos, horas)

NF: Número de fallas

## **Materiales y métodos**

### **Realizar el diagnóstico del área electromecánica del Hospital Regional Lambayeque.**

Para diagnosticar la situación actual, en la cual se tuvo como muestra a los 60 equipos electromecánicos y 7 trabajadores (Jefe de la unidad de mantenimiento, al jefe del área electromecánica y 5 técnicos electromecánicos) del área; primero se realizó un inventario y codificación [19] de los equipos a tratar durante la investigación, también se procedió a registrar las fallas durante el periodo que se realizó la investigación, luego se aplicó la herramienta Auditoría de mantenimiento [24], en donde se consideró a los 7 colaboradores, que son los encargados de las actividades del área, posteriormente se realizó un estudio técnico a los equipos y labores que desarrolla el personal, también se detalló los costos que genera el mantenimiento de los equipos actualmente y por último se calculó los indicadores actuales que tienen los equipos pertenecientes al área, todo esto se registró a través de la herramienta Excel.

### **Realizar el estudio de criticidad y análisis modo y efecto de fallos de los equipos del área electromecánica del Hospital.**

Se realizó un estudio de criticidad a los 60 equipos, a través de la matriz de criticidad de equipos [25] que cuenta con ponderaciones, parámetros y observaciones, lo cual nos facilitó el trabajo de determinar el grado de criticidad de cada equipo, de manera que podamos identificar cuáles son los equipos que debemos atacar directamente para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema de vapor, luego se realizó un diagrama causa efecto a los equipos críticos, de manera que se pueda obtener un AMEF validado, se utilizó la matriz AMEF [26], se hizo un análisis de modo y efecto de falla a los equipos críticos, que se reconocieron en la etapa anterior, al mismo tiempo se calculó el NPR de cada componente para determinar los modos de falla más urgentes para intervenir y priorizar, finalmente se utilizó la herramienta de diagrama de árbol lógico de decisiones RCM [26] para cada equipo, así registrar las actividades, rutina de mantenimiento que se va a realizar, frecuencia y quién será el responsable que lo llevará a cabo.

### **Elaborar la propuesta del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para los equipos del área electromecánica.**

La propuesta se dividió en 8 fases, ésta se elaboró tomando en cuenta los equipos críticos identificados anteriormente, con la finalidad de mejorar la efectividad de las actividades laborales, con tareas necesarias, oportunas definiendo frecuencias en que se realizará el

mantenimiento y los procedimientos para cada actividad de mantenimiento respectivamente, que se obtendrán de manuales e instructivos de equipos y del análisis de modo y efecto de falla, también se realizará un plan de mantenimiento y Check-list en donde se especificará las actividades diarias y rutinarios que serán efectuadas por los técnicos de mantenimiento y supervisadas por el ingeniero a cargo, asimismo se sugirió la contratación de un ingeniero especialista en RCM quien será el encargado de implantar la metodología en la institución

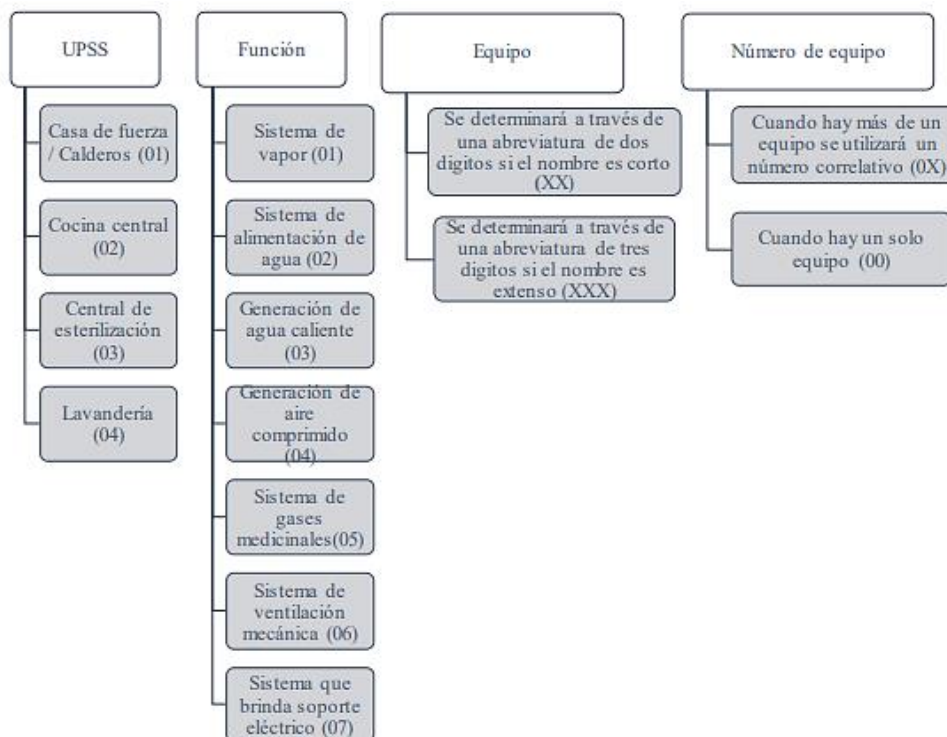
#### **Determinar la evaluación económica de la propuesta planteada.**

Para esto se tuvo pertinente utilizar la herramienta Excel, considerando listas de costos por mano de obra, la cual contendrá los sueldos del personal de mantenimiento que labora en el área los cuales fueron obtenidos a través del portal web del hospital [5], costos de insumos y repuestos de mantenimiento para lo cual, la data fue facilitada por el jefe del área electromecánica, algunos precios faltantes se obtuvo a través de cotizaciones a través de la web, también se realizó visitas a centros de distribución de estos suministros y por último se tomó en cuenta el costo de servicio terciarios de mantenimiento los cuales se obtuvieron a través de la información suministrada por el jefe de mantenimiento; una vez concluida la recopilación de datos se procederá a ingresar los datos a una hoja de cálculo Excel para así obtener y calcular el VAN, TIR y el análisis costo beneficio y retorno de la inversión, que generará esta investigación.

### **Resultados y discusión**

#### **Realizar el diagnóstico del área electromecánica en el Hospital Regional Lambayeque.**

El primer objetivo comienza con el inventario de los equipos del área electromecánica, teniendo como resultado que la población a tomar en cuenta está conformada por 60 equipos, luego se procedió a codificar cada uno, y así lograr identificarlos por el código único que poseen, para este procedimiento se consideró la el tipo de codificación [19] alfanumérica que consta de 8 y 9 dígitos (compuesto de números y letras), en donde se consideró información útil como: UPSS a la que pertenece, función que realiza dentro del área, denominación del equipamiento y por último el número de equipo, así como se muestra en la Ilustración criterios para codificación de equipos (Figura 01).



**Figura 1. Criterios para codificación de equipos**

**Fuente:** Elaboración propia, En base a García Garrido 2010.

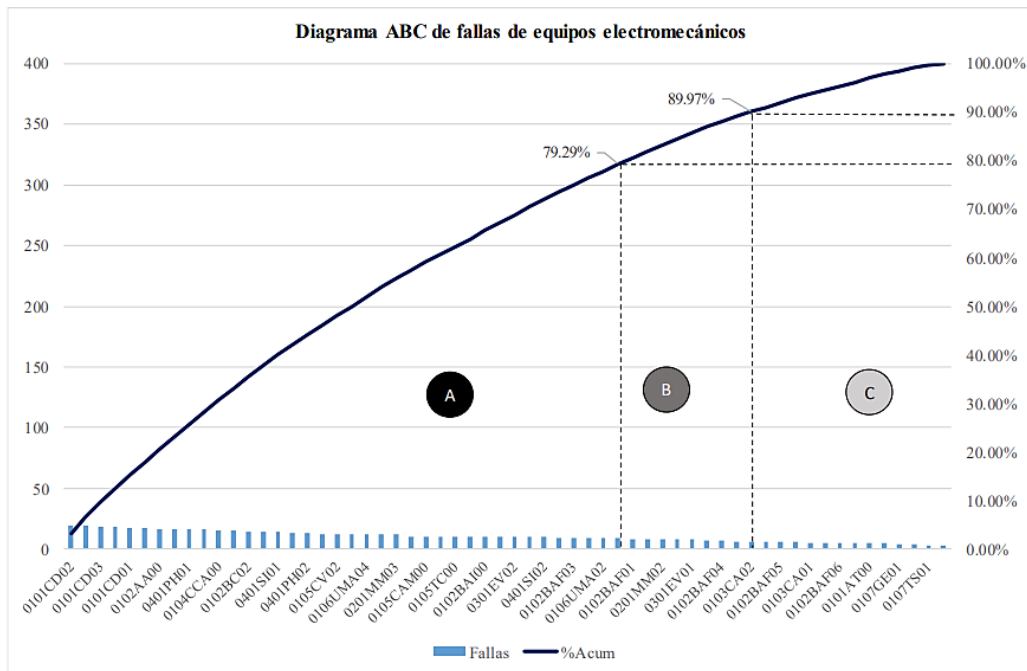
Asimismo, se muestran los equipos que abordaremos en esta investigación se ordenó en forma resumida en la Tabla de equipos del área electromecánica (Tabla 1), teniendo en cuenta nombre de equipo, características y ubicación; éstos se encuentran distribuidos en las Áreas de Casa de fuerza, Cocina central, central de esterilización y lavandería; en este paso se realizó un inventario y codificación correspondiente de los activos como se muestra en (Anexo 1).

**Tabla 1. Equipos del área electromecánica**

Ítem	Tipo de equipo	Marca	N° de equipos	UPSS
1	Caldero	Cimelco	3	
2	Tanque de condensado	Tecnigas Ingenieros	1	
3	Bomba de caldero	Grundfos	3	
4	Calentador de agua	Equipos Térmicos Perú	2	
5	Compresor de aire	Bauker	4	
6	Bomba de agua caliente	Foras	3	
7	Bomba de agua fría	Grundfos	6	
8	Bomba sistema contra incendio	Patterson	1	
9	Ablandador de agua	Pentair	1	
10	Bomba de agua blanda	Grundfos	2	
11	Compresor de aire medicinal	Amico	1	Casa de Fuerza/ Calderos
12	Compresor de vacío	Kaeser	2	
13	Tanque criogénico O2	Chart ferox	1	
14	Vaporizador atmosférico	Chart ferox	1	
15	Extractor de aire	Cook	4	
16	Grupo electrógeno	Armstrong Power	2	
17	Transformador seco	Fengyuan	2	
18	Incinerador pirolítico	Cimelco	1	
19	Autoclave 25 Kg	Esteriliza S. A	1	
20	Bomba de agua incineración	Foras	1	
21	UMA-03 B, 7.4 TON	Trane	5	
22	Marmita 100 LT	Tutnahuer	3	Cocina central Central de esterilización
24	Esterilizador a vapor	Esteriliza S. A	2	
26	Lavadora industrial	Sea Lyon	3	
27	Secadora Industrial	Sea Lyon	2	
28	Calandria	Sea Lyon	1	Lavandería
29	Prensa hidráulica	Sea Lyon	2	
<b>Total</b>			<b>60</b>	

**Fuente: Elaboración propia**

Luego se procedió a registrar las fallas correspondientes al periodo de la realización de la investigación (Anexo 2), en donde se reconoció, que en el año 2021 se registraron un total de 618 fallas; posteriormente se realizó un análisis ABC de las fallas de equipos electromecánicos (Figura 2), en donde se determinó que de los 60 equipos evaluados, 38 activos pertenecen a la clasificación A y presentan mayor frecuencia de fallas, lo quiere decir que el 63% de los equipos representan el 79,29% del total de fallas registradas durante 2021, dentro de los cuales destacan los calderos, compresores de aire, ablandador de agua, prensas hidráulicas, lavadoras, secadoras industriales, etc. También tenemos que 9 equipos pertenecen a la clasificación B (15%) suponen el 10,68% del total de fallas registradas y por último 13 equipos están en la clasificación C (22%) solo representan el 10,03 % del total de fallas de los equipos electromecánicos, el desarrollo completo se visualiza en el Anexo 3.



**Figura 2. Diagrama ABC de fallas de equipos electromecánicos**  
Fuente: Elaboración propia

Además se procedió diagnosticar el desempeño actual de la Unidad de Mantenimiento, usando la herramienta Auditoría de Mantenimiento [24], instrumento que sirve para determinar en qué condiciones, modo de operación, debilidades y coordinación con otros departamentos tiene el desarrollo del mantenimiento del Área Electromecánica, éste cuenta con 12 categorías, las cuales están formadas por 10 preguntas, que debe responder el personal que trabaja en el área con sinceridad y responsabilidad, concientizándolos que no es solo para el beneficio de la investigación, sino que ayudará a determinar los puntos débiles del área, ellos establecieron una puntuación asignando número entre 1 y 10, de acuerdo a su criterio y tomando como referencia la tabla de baremo asignada para la herramienta. Para el desarrollo se consideró a 7 trabajadores del área: los cuales fueron el jefe de la unidad de mantenimiento, el jefe del área electromecánica y 5 técnicos electromecánicos encargados de las actividades operativas del área (Anexo 4).

Una vez finalizada la Auditoría (Anexo 5), se procede a evaluar las categorías incluidas, las cuales cuenta con un peso asignado adecuadamente y con el puntaje ya obtenido anteriormente se calculó la categoría ponderada expresada en %, obteniendo finalmente como resultado un valor de 54% determinando que el desarrollo del mantenimiento del área está en un nivel Regular (Anexo 6), eso quiere decir que existen deficiencias que se visualiza de mejor manera en el Radar de Auditoría de Mantenimiento (Figura 3), en donde vemos que la categoría más

baja es la de Abastecimiento para el departamento de Mantenimiento (39,2 %), seguido del Planeamiento de Mantenimiento (39,5 %), y también tenemos a la Programación del mantenimiento (41,7 %), esto nos sitúa sobre los puntos más débiles que tiene el área.



**Figura 3. Radar de resultados de Auditoría de Mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia, En base a Collantes Bohórquez

Consecutivamente, se detalló los costos del área de mantenimiento, considerando, los servicios de mantenimiento de empresas terceras para los equipos electromecánicos, lo que nos arrojó el monto de S/ 953 200, 00 anualmente, en donde se observa que lo equipos que generan mayor costo de mantenimiento son los calderos, grupos electrógenos, prensas hidráulicas, esterilizadores a vapor, lavadoras, secadoras industriales; también cuantificó los costos de mano de obra con la que cuenta el área electromecánica y genera un costo de S/ 79 723, 00; de tal manera que los costos actuales de mantenimiento ascienden a S/ 1 032 923,12 (Anexo 7).

Para finalizar, se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento más importantes, en la tabla de Resumen de indicadores de Mantenimiento (Tabla 2); observamos que en Casa de Fuerza, el equipo que tiene mayor disponibilidad es el tanque de condensado 98% y presenta una confiabilidad del 100%, también muestra un MTBF de 1434 horas y un MTTR de 6 Horas; por lo contrario vemos al equipo Caldero 2 que tiene una baja disponibilidad de 51%, con una confiabilidad del 70% y presenta un MTBF de 222 horas con un MTTR de 96 horas.

En Cocina Central, el equipo Extractor de aire/ Veh-06, presenta la mayor disponibilidad con 91%, una confiabilidad de 95%, un MTBF de 999 horas y 48 horas de MTTR; mientras que la Marmita 3 presenta la menor disponibilidad con 87%, una confiabilidad de 93%, con valores de MTBF y MTTR de 634 y 48 horas respectivamente.

En Central de esterilización, el equipo con mayor disponibilidad es la Esterilizadora a vapor 148 con un valor de 89%, una confiabilidad de 97%; su MTBF y MTTR son de 780 y 24 horas respectivamente; por lo contrario, el compresor de aire central tiene una disponibilidad de 77%, confiabilidad de 89%, MTBF y MTTR de 395 y 48 horas respectivamente.

En Lavandería, se encontró a la Lavadora Industrial 3 con la mayor disponibilidad 88%, una confiabilidad de 90%, y valores de MTBF y MTTR de 1536 y 168 horas respectivamente, mientras que la menor disponibilidad la tuvo la Lavadora Industrial 1 con 68%, una confiabilidad de 73%, un MTBF de 456 horas y MTTR de 168 horas; y así se realizó el cálculo de indicadores de todos los equipos (Ver Anexo 8). También se procedió a graficar los valores obtenidos de todos los equipos respecto a los indicadores de mantenimiento con el fin de tener una mejor visión del comportamiento de ellos (Ver Anexo 9).

**Tabla 2. Resumen de indicadores de Mantenimiento**

UPSS	Equipo	Código	Valor	Disponibilidad	Confiabilidad	MTBF	MTTR
Casa de fuerza / Calderos	Tanque de condensado	0102TC00	Max	98%	100%	1434	6
	Caldero 2	0101CD02	Min	51%	70%	222	96
Cocina central	Extractor de aire / Veh 06	0206EA02	Max	91%	95%	999	48
	Marmita 3	0201MM03	Min	87%	93%	634	48
Central de esterilización	Esterilizador a vapor 148	0301EV01	Max	89%	97%	780	24
	Compresor central	0304CAC00	Min	77%	89%	395	48
Lavandería	Lavadora industrial 3	0401LI03	Max	88%	90%	1536	168
	Lavadora industrial 1	0404CAL00	Min	68%	73%	456	168

Fuente: Elaboración propia

### **Realizar el estudio de criticidad y análisis modo y efecto de fallos de los equipos del área electromecánica del Hospital**

Se utilizó la herramienta de evaluación de criticidad de equipos [25], que clasificará a los activos evaluados, en el rango de críticos, importantes, regular u opcionales, en función puntaje total obtenido (Anexo 10); que posteriormente determinará que equipos se priorizarán para nuestra propuesta; culminada la evaluación de criticidad de los equipos (Anexo 11), se obtuvo 19 equipos críticos que representa el 31,67% de 60 activos.

En la siguiente tabla de equipos críticos (Tabla 3), se muestran los 19 activos que obtuvieron la ponderación de críticos, los cuales son muy importantes para ofrecer un correcto servicio hacia el personal asistencial y pacientes en general que acuden al nosocomio.

**Tabla 3. Tabla de equipos críticos**

N°	Equipo	Ponderación	Escala de referencia	¿Se incluye en el PMP?
1	Caldero 1	18	Crítico	No
2	Caldero 2	18	Crítico	No
3	Caldero 3	18	Crítico	No
4	Bomba de caldero 1	16	Crítico	No
5	Bomba de caldero 2	16	Crítico	No
6	Bomba de caldero 3	16	Crítico	No
7	Compresor de aire calentadores	17	Crítico	No
8	Ablandador de agua	16	Crítico	No
9	Marmita 1	16	Crítico	Si
10	Marmita 2	16	Crítico	Si
11	Marmita 3	16	Crítico	Si
12	Compresor de aire central	17	Crítico	Si
13	Compresor de aire	17	Crítico	Si
14	Lavadora industrial 1	16	Crítico	Si
15	Lavadora industrial 2	16	Crítico	Si
16	Lavadora industrial 3	16	Crítico	Si
17	Secadora industrial 1	16	Crítico	Si
18	Secadora industrial 2	16	Crítico	Si
19	Calandria	17	Crítico	Si

**Fuente: Elaboración propia**

Además, realizó un diagrama causa efecto (Anexo 12) considerando los factores que intervienen en el deficiente funcionamiento de los equipos electromecánicos considerados en ésta investigación, luego se desarrolló la herramienta AMEF [26] para los 19 equipos, que fueron agrupados en 8, en donde se tomó en cuenta el tipo de equipo, las características técnicas y función que cumplen, así como se observa en la tabla de Resumen de AMEF para los equipos electromecánicos (Tabla 4), también permitió evaluar la situación actual del Número de Prioridad de Riesgo [27] correspondiente a cada falla funcional, teniendo en cuenta los criterios para valoración de riesgo de gravedad, ocurrencia y detección (Anexo 13); este paso es muy importante ya que se pueda identificar las fallas funcionales, modo de fallo y causas potenciales y es información determinante para la elaboración de los planes de mantenimiento.

En la siguiente tabla se observa las 8 matrices realizadas, en donde se le asignó el grupo, denominación para que equipo se ejecutó, además de una breve descripción de los resultados obtenidos y en la última columna se detalló el Anexo en donde se visualiza todo el desarrollo completo de la matriz AMEF de cada activo.

**Tabla 4. Resumen de AMEF para equipos electromecánico**

N°	Denominación	Equipos	Descripción	Anexo
1	AMEF de Caldero	Caldero 1	En esta matriz, las averías que obtuvieron un NPR igual o superior a 300 se dio en los componentes: electrodo, válvula Check de alimentación de agua, columna McDonnell, sensor de flama, purga de fondo, también tenemos a 3 componentes que obtienen un NPR mayor a 200 y son: sensor de flama, ventilador de quemador y presostato; finalmente todos ellos se agrupan y son considerado como fallos inaceptables.	14
		Caldero 2		
		Caldero 3		
2	AMEF de Bomba de Caldero	Bomba de caldero 1	En éste AMEF, se obtuvieron 8 modos de fallo inaceptable, con valores que superan el valor de 200 de NPR, lo que representa el 57% del total de fallos, los cuales corresponden a los componentes de motor, caja de conexiones y tablero alimentador.	15
		Bomba de caldero 2		
		Bomba de caldero 3		
3	AMEF de compresor de aire	Compresor de calentadores de agua	En el AMEF para compresores de aire, se obtuvieron 10 modos de falla obtuvieron un NPR mayor a 200, lo que nos direcciona al 67% de modos de fallas del compresor están dentro del rango de fallas inaceptables, teniendo solo a dos componentes dentro del rango de reducción deseable y obtuvieron un NPR menor a 200 y estos son: filtro de aire y manómetro.	16
		Compresor de central de esterilización		
4	AMEF de ablandador	Ablandador de agua	Aquí se obtuvo un 50% del total de modos de fallo, dentro del rango de fallas Inaceptables y estos pertenecen a los componentes: Programador, tanque salmuera y filtro del ablandador y representan un total de 5 modos de fallas.	17
		Marmita 1	En esta matriz se obtuvo que 8 modos de falla obtienen un NPR mayos a 200 que los cataloga como fallas inaceptables, por otro lado, tenemos solo a dos modos de falla con un NPR entre 125 y 200 que los direcciona a fallas con reducción deseable.	
5	AMEF de Marmita	Marmita 2		
		Marmita 3		
6	AMEF de lavadora	Lavadora Industrial 1	Aquí se encontró 27 modos de fallas de los componentes del equipo, dando como resultado que 12 fallas son inaceptables teniendo un NPR mayor a 200, es decir el 44% del total de fallas, son inaceptables.	19
		Lavadora Industrial 2		
		Lavadora Industrial 3		
7	AMEF de secadora	Secadora industrial 1	En este caso se obtuvo como resultado, que un 56% de las fallas evaluadas están en el rango de inaceptables, lo cual representa 15 fallas de 27 evaluadas.	20
		Secadora Industrial 2		
8	AMEF de Calandria	Calandria	En el AMEF de Calandria se obtuvo un total de 9 fallas con un NPR mayor a 200, que pertenecen al rango de fallas Inaceptables y representan el 82% del total de fallas evaluadas.	21

**Fuente: Elaboración propia**

Para finalizar, se utilizó el diagrama de árbol de decisiones o formato de hoja de decisiones [26], para cada grupo (Anexo 22), lo que nos permite determinar, registrar la actividad de mantenimiento más adecuada, quién será el responsable que llevará a cabo la actividad y con qué frecuencia la realizará, con el fin de minimizar las fallas de cada activo; para el desarrollo detallado de cada matriz se acudió a diversas recomendaciones realizadas por técnicos especialistas, asimismo se revisó manuales de equipos, el desarrollo de los árboles de decisiones, se efectuó como se indica en la siguiente tabla (Tabla 5).

**Tabla 5. Lista de hojas de decisiones para los equipos electromecánicos**

N°	Grupo	Denominación	Equipos	Anexo
1	Caldero	Hoja de decisión de Caldero	Caldero 1 Caldero 2 Caldero 3	Anexo 23
2	Bomba de caldero	Hoja de decisión de Bomba de Caldero	Bomba de caldero 1 Bomba de caldero 2 Bomba de caldero 3	Anexo 24
3	Compresor	Hoja de decisión de compresor de aire	Compresor de calentadores de agua Compresor de central de esterilización Compresor de lavandería	Anexo 25
4	Ablandador	Hoja de decisión de Ablandador de agua	Ablandador de agua	Anexo 26
5	Marmita	Hoja de decisión de Marmita a vapor	Marmita 1 Marmita 2 Marmita 3	Anexo 27
6	Lavadora	Hoja de decisión de Lavadora Industrial	Lavadora industrial 1 Lavadora industrial 2 Lavadora industrial 3	Anexo 28
7	Secadora	Hoja de decisión de Secadora Industrial	Secadora industrial 1 Secadora industrial 2	Anexo 29
8	Calandria	Hoja de decisión de Calandria	Calandria	Anexo 30

**Fuente: Elaboración propia**

### **Elaborar la propuesta del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para los equipos del área electromecánica.**

Para la elaboración de la propuesta se tuvo en cuenta directamente el inventario y codificación realizados anteriormente de todos los equipos electromecánicos, este objetivo se dividió en 8 fases, las cuales están relacionadas para obtener un óptimo plan de mantenimiento para la institución.

**Fase 01: Codificación de las tareas de mantenimiento,** cuando se ejecute un mantenimiento a un activo, se registrará a través de un formato de OTM, al cual se establecerá un número, por ello se plantea un código alfa-numérico compuesto de 6 dígitos divididos en dos partes: la primera, está formada por las iniciales del tipo de mantenimiento realizado, así como se muestra: para un Mantenimiento preventivo programado (MPP), Mantenimiento correctivo programado (MCP), Mantenimiento correctivo imprevisto (MCI); la segunda parte formada por 3 caracteres y representa el número correlativo de OTM iniciando con el número 001 y seguirá la numeración consecutivamente, de manera que se clasificará e identificará rápidamente el tipo de mantenimiento ejecutado, teniendo en cuenta los criterios relatados técnicos especialistas, asimismo se revisó manuales de equipos, el desarrollo de los árboles de decisiones, se efectuó como se indica en la siguiente tabla (Tabla 5). anteriormente, se muestra un ejemplo de codificación de tarea de mantenimiento en la siguiente tabla (Tabla 6).

**Tabla 6. Ejemplo de codificación de tarea de mantenimiento para OTM**

Tipo de mantenimiento	Correlativo	Código	Interpretación
MPP	001	MPP001	Mantenimiento preventivo programado, número 001

Fuente: Elaboración propia

**Fase 02: Codificación de las fallas**, en esta etapa, se usará un código alfa-numérico de 9 dígitos, y estará compuesto de 3 partes: El primero para identificar el tipo de falla, de la siguiente manera: si es mecánica (M), eléctrica (E), neumática (N), electrónica (O); en la segunda parte se identificará porque se produjo el error: si el error fue producido por el usuario (U) y si es por el propio uso del equipo (P) y los 3 dígitos restantes son una numeración correlativa que iniciaran en 001. Para una mejor comprensión se elaboró un ejemplo de codificación (Tabla 7).

**Tabla 7. Ejemplo de codificación de falla para OTM**

Tipo de falla	Producida por	Correlativo
E	U	001
Código	Interpretación	
EU 001	Falla eléctrica ocasionada por el personal usuario, número de falla 1	

Fuente: Elaboración Propia

**Fase 03: Diseño de manual procedimiento para mantenimiento de equipos**, el objetivo es definir y establecer la secuencia de operaciones cuando se efectúen las actividades de mantenimiento comprendidas para los equipos electromecánicos, en donde se implantaron y detallaron los pasos correctos para la ejecución de un mantenimiento preventivo (Visualizar Anexo 31).

**Fase 04: Elaboración de formatos de registro de mantenimiento**, a través de los cuales se podrá estandarizar los distintos procedimientos y poder contar con una data actualizada de los equipos, para que los responsables del mantenimiento encuentren la información necesaria para desarrollar una determinada actividad. Se diseñaron los siguientes formatos, así como se observa en la siguiente tabla (Tabla 8).

**Tabla 8. Formatos de registro de mantenimiento**

N°	Formato	Descripción	Contenido	Anexo
1	Orden de trabajo de mantenimiento	Es una forma de documentar las el trabajo realizado hacia un equipo	Fecha de apertura, ubicación del equipo, modelo, serie, marca, descripción de la falla, tipo de mantenimiento, diagnóstico técnico, prioridad, falla, fecha de apertura y termino del trabajo, descripción del trabajo realizado, lista, costos de repuestos a utilizar y de mano de obra	32
2	Solicitud de mantenimiento	Se realiza con el fin de agilizar los requerimientos de mantenimiento de un equipo	Nombre del solicitante, datos, ubicación del equipo, fecha y hora de solicitud, descripción del trabajo a realizar, firma, sello del solicitante; firma y sello de recepción.	33
3	Traslado de equipo	Sirve para documentar el traslado de un activo si es necesario	Fecha de traslado del equipo, datos del equipo, área de donde proviene el equipo, usuario del equipo, encargado del traslado del equipo, destino, explicación de la verificación y observaciones.	34
4	Tarjeta de control de mantenimiento	Se utiliza para registrar actividades de mantenimiento y estará pegada al equipo	Fecha, estado del equipo, tipo de actividad y el responsable del mantenimiento	35
5	Historial de vida del equipo	Sirve para documentar las distintas actividades realizadas al equipo	Nombre del equipo, ubicación, marca, modelos, serie, año de fabricación, fecha de compra, datos del proveedor y registro histórico del mantenimiento.	36
6	Ficha técnica de equipos	Se utilizará para registrar los datos técnicos de cada activo	Denominación de equipo, marca, modelo, serie, ubicación, voltaje de alimentación máximo y mínimo, corriente nominal, presión, peso, otros, datos técnicos de funcionamiento y recomendaciones de fabricante.	37

**Fuente:** Elaboración propia

**Fase 05: Diseño de Check list para equipos electromecánicos,** se diseñó un Check list de actividades diarias cortas, las más resaltantes son las inspecciones, mediciones, verificaciones; estas se tomaron, de la hoja de decisiones de cada equipo, todo ello se realizará con el fin de tener un registro de trabajo diario de los equipos que cuenta el hospital (Ver Anexo 38).

**Fase 06: Diseño del plan de mantenimiento para equipos electromecánicos críticos,** se elaboró el plan de mantenimiento propuesto, incluyendo las actividades y frecuencia de intervención, extraídas de las hojas de decisiones; además insumos, herramientas, equipos y tiempo requerido para cada actividad, las cuales fueron determinadas por los especialistas del área, de tal manera que se estableció un cronograma adecuado para el plan de mantenimiento de equipos electromecánicos críticos, es importante mencionar que cada actividad será realizada por los técnicos electromecánicos del área, la distribución de los planes desarrollados se observa en la siguiente tabla de distribución de planes de mantenimiento para equipos electromecánicos (Tabla 9).

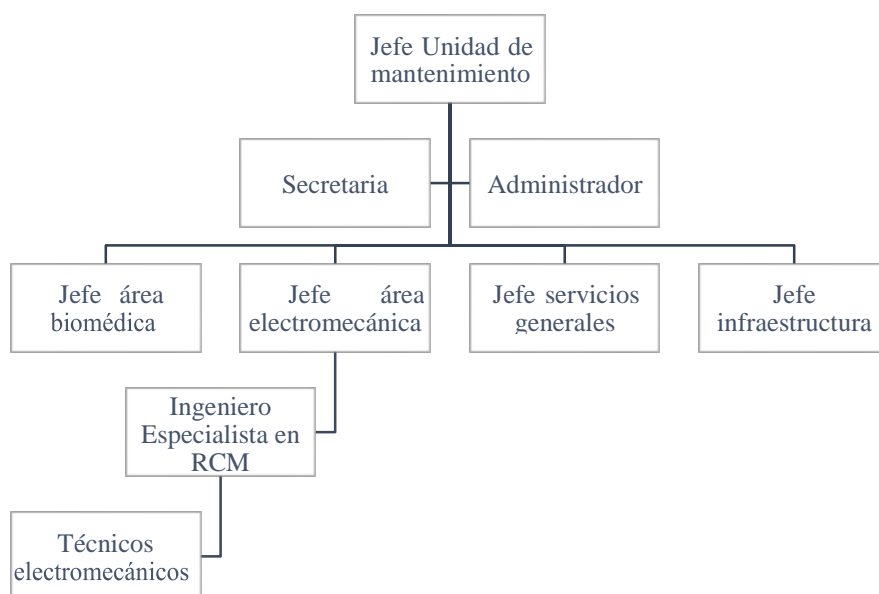
**Tabla 9. Distribución de planes de mantenimiento para equipos electromecánicos**

N°	Equipo	Anexo
1	Caldero	39
2	Bomba de caldero	40
3	Compresor de aire	41
4	Ablandador	42
5	Marmita	43
6	Lavadora	44
7	Secadora	45
8	Calandria	46

Fuente: Elaboración propia

**Fase 07: Incorporación de ingeniero especialista en RCM para el área electromecánica,** se propone contratar un ingeniero especialista en RCM, por un lapso de 2 años, teniendo un sueldo mensual de S/ 5 000,00, este personal asistirá mínimo 3 y máximo 4 días a la semana a la institución, de manera que con sus conocimientos se orientará correctamente la implementación de la metodología del RCM en el área electromecánica.

**Fase 08: Diseñar organigrama de Mantenimiento,** el organigrama, muestra la estructura propuesta para la Unidad de mantenimiento (Figura 4), la cual cuenta con un Jefe de Unidad, que tiene a cargo una secretaria, administrador, también las áreas, biomédica, servicios generales, infraestructura y área electromecánica un ingeniero especialista en RCM quien tendrá a su cargo a los técnicos electromecánicos.



**Figura 4. Organigrama propuesto de Unidad de Mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia

## **Mejoras obtenidas después de la propuesta planteada**

En el Anexo 47, se muestran las distintas mejoras que se obtuvieron, a través de la propuesta planteada en los distintos aspectos evaluados para el diagnóstico inicial del área, los cuales se explican a continuación:

Número de fallas, con la propuesta del plan de mantenimiento para equipos electromecánicos se redujo el número total de fallas, gracias a las actividades y frecuencias establecidas en dicho formato, se redujo de 618 fallos al año a 362 fallos al año para los equipos electromecánicos, lo que quiere decir que se redujo un 59 % del total de las fallas que ocurrieron en los equipos electromecánicos al año.

Luego se realizó una nueva evaluación de Auditoria de mantenimiento, se observa que se obtuvo mejoras correspondientes al diagnóstico inicial, entre las más destacables tenemos, a la administración del mantenimiento, planeamiento de mantenimiento, programación del mantenimiento, abastecimiento para el mantenimiento, que pasaron de un nivel de evaluación inicial regular a un nivel bueno post mejora de la propuesta planteada; en total se obtuvo una mejora del 15,65% que se traduce en un resultado final de 69,49%, lo que califica finalmente como bueno al desempeño del área de mantenimiento luego de la propuesta planteada.

Respecto a los gastos de mantenimientos correctivos se tuvo un monto inicial de S/ 953 200, luego de la mejora se tiene un monto de S/ 635 000, lo que quiere decir que nuestra propuesta planteada brinda un ahorro de S/ 318 200 al año.

Por último teniendo en cuenta a los indicadores de mantenimiento de los equipos críticos inicialmente eran: disponibilidad 73%, Confiabilidad 83% y MTBF 551 horas; luego de la propuesta planteada se aumentó la disponibilidad en 17%, es decir el valor propuesto es 90%, también se incrementó la confiabilidad en un 11%, obteniendo un valor de 94%, por último, se optimizó el MTBF de los equipos ya que resultó en 8837 horas, es decir una diferencia de 8286 horas más que el valor obtenido antes de la propuesta planteada.

### Determinar la evaluación económica de la propuesta planteada

Para el desarrollo del presente objetivo, se consideró como ingresos el monto de S/ 953 200,00 que es el costo anual de mantenimiento (Anexo 7), en lo que respecta a inversión de la propuesta se consideró costos como: Insumos y repuestos, herramientas, adquisición de equipos, equipos de protección personal, capacitaciones y por último la contratación de un ingeniero consultor senior (Ver Anexo 48), lo cual se resumen en la siguiente tabla (Tabla 10).

**Tabla 10. Inversión total de la propuesta**

Ítem	Descripción	Monto
1	Insumos y repuestos	S/ 22 652,90
2	Herramientas	S/ 6 227,90
3	Equipos de para área electromecánica	S/ 6 989,90
4	Equipos de protección personal	S/ 759,80
5	Capacitaciones para personal	S/ 17 200,00
6	Contrato de Ingeniero consultor senior en RCM	S/ 60 000,00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 116 830,50</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Asimismo, se tomó en cuenta los costos operativos (Anexo 49), en donde detalla los sueldos del personal de mantenimiento que labora en el área, esta data se obtuvo de la página del hospital, y dio un total de S/ 82 123,12;

Los gastos administrativos (Anexo 50) contemplan la compra de equipos informáticos, materiales de oficina, lo que nos arroja un valor de S/ 9 126,00.

Respecto a la depreciación de los activos, se halló considerando 10% para maquinaria y equipos adquiridos y 25% para equipos informáticos, establecido por Sunat [28], por lo tanto, el valor a depreciar es de S/ 1 898,99.

Se consideró como beneficios, el monto de S/ 318 200,00; gracias a la propuesta de mantenimiento planteada se ahorra esta cantidad, ya que estos mantenimientos, se harán directamente con los recursos del hospital, evitando la contratación de empresas terciarias para estos servicios (Ver anexo 51).

Se calculó la TMAR (Tasa mínima aceptada de rendimiento), estableciendo el porcentaje de ganancia deseable por el inversionista que es de 19%, también se consideró el último reporte

de tasa de inflación establecida por el BCR [29], en donde informa que en setiembre de 2022 la tasa es de 8,74%, de tal manera que se obtuvo un TMAR global de 29,4% para este proyecto.

Por último, realizando la evaluación económica, se obtuvo un VAN (Valor actual neto) de S/ 124,306 y una TIR (Tasa interna de retorno) de 40,4%, por lo tanto, al obtener un VAN positivo y obteniendo un TIR mayor que el TMAR quiere decir que nuestro proyecto resulta viable, respecto al análisis costo beneficio nos resultó optimo, ya que se obtuvo un valor de 1,61; lo que significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de S/ 0,61; el desarrollo completo del flujo de caja en un lapso de 3 años se visualiza e la siguiente tabla (Tabla 11), en donde a partir del segundo año se obtiene una utilidad acumulada de S/ 945 216,47.

Tabla 11. Flujo de caja de la propuesta planteada

CONCEPTO/AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>I. INGRESOS</b>				
Presupuesto anual otorgado al área electromecánica	S/	953 200,00 S/	953 200,00 S/	953 200,00
Ahorro por mantenimiento correctivos	S/	318 200,00 S/	318 200,00 S/	318 200,00
Depreciación	S/	1 898 99 S/	1 898,99 S/	1 898,99
Calibración de equipos	S/	2 400,00 S/	2 400,00 S/	2 400,00
<b>TOTAL, INGRESO</b>	<b>S/</b>	<b>1 267 101,01 S/</b>	<b>1 267 101,01 S/</b>	<b>1 267 101,01</b>
<b>II. EGRESOS</b>				
Costos de mantenimiento tercerizado	S/	635 000,00 S/	635 000,00 S/	635 000,00
Inversión de propuesta	S/	116 830,50 S/	32 012,70 S/	32 012,70
<b>TOTAL, DE EGRESOS POR INVERSION</b>	<b>S/</b>	<b>751 830,50 S/</b>	<b>667 012,70 S/</b>	<b>667 012,70</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				
Gastos Administrativos	S/	9 126,00 S/	4 086,00 S/	4 086,00
<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>				
Costos directos	S/	21 512,12 S/	21 512,12 S/	21 512,12
Costos indirectos	S/	58 211,00 S/	58 211,00 S/	58 211,00
<b>TOTAL, DE EGRESOS</b>	<b>S/</b>	<b>840 679,62 S/</b>	<b>750 821,82 S/</b>	<b>750 821,82</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>-S/</b>	<b>751 830,50 S/</b>	<b>426 421,39 S/</b>	<b>516 279,19</b>
Impuesto a la renta 29.5%	S/	1 257,94 S/	1 257,94 S/	1 257,94
<b>FLUJO DE CAJA ECONOMICO</b>	<b>S/</b>	<b>427 679,33 S/</b>	<b>517 537,13 S/</b>	<b>517 537,13</b>
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO</b>	<b>S/</b>	<b>427 679,33 S/</b>	<b>945 216,47 S/</b>	<b>1 462 753,60</b>

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

Para la realización del diagnóstico de la Unidad del área electromecánica del Hospital, se realizó un inventario de equipos, luego se utilizó la Auditoría de Mantenimiento [24], a fin de conocer el desempeño del área, se obtuvo como resultado 53,8%, lo cual orientó a niveles bajos de desempeño en planeamiento, programación, abastecimiento y sistemas informáticos, asimismo se midió los indicadores de mantenimiento para los 60 equipos del área electromecánica en el periodo evaluado, los cuales nos arrojaron valores que podemos tomar en cuenta para identificar a que equipos debemos enfocarnos para la propuesta, estos hallazgos guardan relación de acuerdo a S. Cossío Risco [7], utilizó el método de auditoría de mantenimiento en el Hospital Regional Chimbote 2018, obteniendo como resultado 42% obteniendo valores bajos en Gestión de la información, gestión de repuestos, organización y planeamiento de mantenimiento, lo que significa que la gestión de mantenimiento requiere mejoras, en su investigación evaluó la confiabilidad solo a los equipos de casa de fuerza siendo solo un total de 12 activos.

Respecto al análisis de criticidad de los 60 equipos, se utilizó la matriz de evaluación de criticidad de equipos [25], obteniendo como resultado 19 activos críticos, los cuales fueron agrupados en 8 de acuerdo a las características que contienen estos, en el nivel importante se encuentran 40 equipos y en regular 1; también se utilizó la matriz AMEF [26], a fin de determinar los modos y efectos e fallas de cada equipo categorizado como crítico, con la finalidad de atacar las fallas enumeradas para obtener un mejor desempeño del equipamiento, obteniendo actividades previas para el cronograma de mantenimiento, por su parte D. Mendoza Bustamante [9], utilizó la matriz de criticidad de equipos en donde evaluó 71 equipos, de los que encontró a 8 equipos críticos, 60 importantes y 3 de nivel regular, por otro lado respecto a la matriz AMEF utilizada por J. Chapoñan Sullon [30], en donde también le permitió identificar las fallas funcionales, el modo de fallo y las causas potenciales; así también permitió evaluar la situación actual del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) correspondiente a cada falla funcional, con el fin de reconocer las principales actividades para mitigar dichas fallas enumeradas.

En el presente proyecto la propuesta de mantenimiento se dividió en 8 fases, destacando la implementación de un formato de codificación de tareas de mantenimiento y codificación de fallas, además del diseño de un manual de procedimientos y la sugerencia de incorporación de

un ingeniero especialista en RCM, coincidiendo con la investigación de J.Faya Silva [10] , en la elaboración de formatos de registros de mantenimiento, diseñó un Check list, plan de mantenimiento, diseñó de un organigrama de mantenimiento, sin embargo esta investigación se diferencia por la ficha técnica y organización de equipos la cual no se presenta en el presente proyecto.

Por ultimo para la evaluación económica de la investigación, se requiere una inversión inicial de S/ 116 830,50, cuya tasa interna de retorno es 40,4% y un beneficio de S/ 0.61 por cada sol invertido, evaluado en un periodo de 3 años, mientras que J. Chapañan Sullon [30] necesitó una inversión de S/ 24 006,6 para su propuesta, lo que significa solo el 20% del presente proyecto, esta desproporción radica, en que nuestro proyecto los insumos tienen un valor más elevado, además se considera la compra de equipos de mediciones y la incorporación de un ingeniero consultor senior en RCM; ésta investigación obtuvo un tiempo de recuperación de 66 días, con un TIR de 53% y un costo beneficio de S/ 3, lo que designo a la investigación como rentable.

## **Conclusiones**

OG: La propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de reducir costos en el área electromecánica resulta viable, debido a que la institución obtiene una reducción de costos del 33,38% del total de costos de mantenimiento y corresponde a la cantidad de S/ 318 200,00 al año.

OE 1: Habiendo realizado el diagnóstico del sistema actual, se encontraron problemas existentes como, los 60 equipos no se encontraban correctamente inventariados, también durante el periodo evaluado se obtuvieron 618 fallas de todos los activos, como resultado de la Auditoría de Mantenimiento dio resultado 53,8%, es decir el desempeño del área se clasificó como nivel regular, resultó vital el reconocimiento de estos puntos para poder repotenciar el trabajo del área, se reconoció el costo total en mantenimientos correctivos fue S/ 953 200.00; por último se realizó la medición actual de los indicadores de mantenimiento.

OE 2: Se logró identificar 19 equipos críticos que se priorizarán para el plan de mantenimiento planteado, además con la herramienta AMEF se reconoció las fallas con alto Número de prioridad de riesgo, en conjunto a las hojas de decisión permitieron establecer las actividades preliminares que se ejecutaran en un tiempo definido, de manera que se pueda mitigando esos fallos se logrará un mejor desempeño de los activos.

OE 3: Luego de la propuesta planteada se logró mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de 73% a 90%, se incrementó la confiabilidad de 83% a 94%, además se logró prolongar el MTBF de 551 a 8837 horas.

OE 4: Realizando la evaluación económica del proyecto propuesto y teniendo definido como inversión S/ 116 830,50; se obtuvo un VAN de S/ 124,306; un TIR de 40,4% y un beneficio de S/ 0.61 por cada sol invertido, lo que define como viable la propuesta

## **Recomendaciones**

Se recomienda evaluar indicadores de mantenimiento periódicamente a través de otras metodologías como el OEE.

Se recomienda implementar software de mantenimiento como RCM3 o MP9 para la correcta gestión y programación de las actividades de mantenimiento que comprenden al área.

Realizar las capacitaciones en RCM que sean necesarias al personal operativo, administrativo y técnico, presente en la actualidad y los que se integren a la industria en el futuro, para poder crear una cultura organizacional en esta filosofía de mantenimiento.

Es importante mantener una planeación y programación de mantenimiento adecuada, con el objetivo de minimizar el tiempo de parada del sistema operativo dentro de la institución, y realizar la gestión necesaria a un nivel superior para controlar y cumplir con el tiempo de mantenimiento, estableciendo indicadores de resultado.

## Referencias

- [1] Statista, «Gestión de instalaciones: presupuesto gastado en equipos y suministros de limpieza/mantenimiento en los Estados Unidos 2017-2021,» Statista, New York, 2021.
- [2] B. McCrea, «Encuesta Anual de Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MRO) 2018: Gasto en aumento,» Logistics Management, 2018.
- [3] O. Mantilla, «Indicadores clase de Rendimiento del mantenimiento,» Asociación Española de Normalización y certificación (AENOR), Madrid, 2008.
- [4] F. Pacheco, «Seminario taller: Programa de Mantenimiento Equipo y Materiales,» IPEMAN, Lima, 2019.
- [5] Hospital Regional Lambayeque, «Información Institucional,» Gobierno regional de Lambayeque, [En línea]. Available: <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/informacion-institucional?m1=14533&pass=MTc0MDAw>. [Último acceso: 11 Mayo 2021].
- [6] R. I. Torres Toledo, Propuesta de Plan de Mantenimiento a calderas ubicadas en Hospital Almirante NEF., Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María, 2018.
- [7] S. J. Cossios Risco, Gestión del Mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del Hospital Regional Chimbote 2018, vol. 37, Nuevo Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018, pp. 135 - 144.
- [8] T. M. Vargas Quirós, Optimización del servicio de mantenimiento en el Hospital, Cartago: Escuela de Ingeniería Electromecánica TEC, 2017.
- [9] D. R. Mendoza Bustamante, Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Reducir las Paradas Imprevistas del Sistema de Producción de Vapor y Agua Caliente para los Servicios Usuarios del Hospital Regional de Ayacucho, Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2021.
- [10] J. C. Faya Silva, Propuesta de Plan de Mantenimiento centrado en confiabilidad en la línea congelado de la empresa Agroindustria AIB S.A - Motupe para mejorar sus indicadores, vol. 5, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020, pp. 471 -486.
- [11] R. Chávez García, O. M. Testa Rodríguez y X. A. Silva Angelito, «Diseño del plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del Hospital Regional de Santiago Pinotepa Nacional,» *Ciencias exactas e ingeniería*, vol. 2, n° 3, pp. 244-249, 201.

- [12] N. R. Allauca Sierra, Plan de Mantenimiento basado en RCM para caldero de 50 BHP, Caso: Hospital Ciudad del Cusco, vol. 4, Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2019, pp. 34 - 37.
- [13] J. M. Guanche Ravelo, Plan de mantenimiento de una Sala de Calderas, Tenerife: Universidad de La Laguna, 2016.
- [14] A. E. Cosanatan Flores, Plan de Mantenimiento de la sala de calderas del Hospital de Apoyo Chepén, vol. 37, Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017, pp. 135 - 144.
- [15] C. R. Vishnu y V. Regikumar, «Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study,» *Procedia technology*, vol. 25, pp. 1080-1087, 2016.
- [16] F. C. Gómez de León, Tecnología del Mantenimiento Industrial, Murcia: Universidad de Murcia, 1998.
- [17] Ministerio de Energía y minas de Perú, Norma DGE Terminología en electricidad, Lima: Ministerio de Energía y Minas, 2002.
- [18] J. Moubray, Mantenimiento centrado en la Confiabilidad, Carolina North: Aladon LLC, 2004.
- [19] S. Garcia Garrido, «Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial,» 2009 - 2012. [En línea]. Available: <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [20] G. Sigúenza Glez, «Porque implementar el RCM mantenimiento centrado en la confiabilidad,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.industrialtijuana.com/pdf/CC08.pdf>. [Último acceso: 15 11 2021].
- [21] Ministerio General de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, Código Nacional de Electricidad - Utilización, Lima: Ministerio General de Energía y Minas, 2006.
- [22] Ministerio de Salud, Norma Técnica de Salud NTS N°119 -MINSA/DGIEM-V.01 "Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Tercer Nivel de Atención", Lima: DGIEM, 2015.
- [23] L. Navarro Elola, A. C. Pastor Tejedor y J. M. Mugaburu Lacabrera, Gestión integral de mantenimiento, Barcelona, Marcombo: 1997, 1997.
- [24] J. R. Collantes Bohórquez, «Auditoria de Mantenimiento,» UDEP, Piura, 2007.
- [25] J. R. Collantes Bohórquez, «Estudio de criticidad de equipos,» UDEP, Piura, 2007.

- [26] A. Parra y A. Crespo, «Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos,» Ingeman, Sevilla, 2012.
- [27] Automotive Industry Action Group (AIAG), Manual de Análisis de modo efecto de fallas potenciales, AIAG, 2008.
- [28] SUNAT, «Régimen Especial de depreciación y modificación de plazos de depreciación,» SUNAT, 15 02 2022. [En línea]. Available: <https://eboletin.sunat.gob.pe/node/54>. [Último acceso: 05 10 2022].
- [29] Banco Central de Reserva, «Reporte de inflación Setiembre 2022,» BCR, Lima, 2002.
- [30] J. D. D. Chapoñan Sullon, Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento en la empresa ALPES CHICLAYO S.A.C. para disminuir las pérdidas económicas, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020.

## Anexos

## Anexo 1: Inventario y codificación de equipos del área electromecánica

N°	UPSS	AMBIENTE	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO/POTENCIA
1			Caldero 1	0101CD01	CIMELCO	CH-80 / 80 BHP
2			Caldero 2	0101CD02	CIMELCO	CH-80 / 80 BHP
3			Caldero 3	0101CD03	CIMELCO	CH-80 / 80 BHP
4			Tanque condensado	0102TC00	TECNIGAS INGENIEROS	HORIZONTAL ESTACIONARIO / 2000 GLN
5			Bomba de caldero 1	0102BC01	GRUNDFOS	BVM.CR3-12 / 3HP
6			Bomba de caldero 2	0102BC02	GRUNDFOS	BVM.CR3-12 / 3HP
7			Bomba de caldero 3	0102BC03	GRUNDFOS	BVM.CR3-12 / 3HP
8			Calentador de agua 1	0103CA01	EQUIPOS TERMICOS PERU	SV.PV.70PSI / 4LTS*S
9			Calentador de agua 2	0103CA02	EQUIPOS TERMICOS PERU	SV.PV.70PSI / 4LTS*S
10			Compresor de aire calentadores	0104CCA00	BAUKER	AB100-248M / 2HP
11			Bomba de agua caliente 1	0102BAC01	FORAS	PSS-250.5T / 2.5 KW
12		SALA DE CALDEROS	Bomba de agua caliente 2	0102BAC02	FORAS	PSS-250.5T / 2.5 KW
13			Bomba de agua caliente 3	0102BAC02	FORAS	PSS-250.5T / 2.5 KW
14			Bomba de agua fría 1	0102BAF01	GRUNDFOS	CR15-3 - A96503820P31117 / 4 KW
15			Bomba de agua fría 2	0102BAF02	GRUNDFOS	CR15-3 - A96503820P31117 / 4 KW
16	CASA DE FUERZA / CALDEROS		Bomba de agua fría 3	0102BAF03	GRUNDFOS	CR15-3 - A96503820P31117 / 4 KW
17			Bomba de agua fría 4	0102BAF04	GRUNDFOS	CR15-3 - A96503820P31117 / 4 KW
18			Bomba de agua fría 5	0102BAF05	GRUNDFOS	CR5-4 - A96518027P31117 / 1.10 KW
19			Bomba de agua fría 6	0102BAF06	GRUNDFOS	CR5-4 - A96518027P31117 / 1.10 KW
20			Bomba de agua contra incendio	0102BCI00	PATTERSON	5X4X12SSC/ 10 HP
21			Ablandador de agua	0102AA00	PENTAIR	278 / 764
22			Bomba de agua blanda 1	0102BAB01	GRUNDFOS	CR5-4 - A96503173117 / 3 KW
23			Bomba de agua blanda 2	0102BAB02	GRUNDFOS	CR5-4 - A96503173117 / 3 KW
24			Compresor de aire medicinal	0105CAM00	AMICO	A-SCD-D-120P-BS-N-100
25			Compresor de vacío 1	0105CV01	KAESER	ASV 60
26		CENTRAL DE GASES MEDICINALES	Compresor de vacío 2	0105CV02	KAESER	ASV 60
27			Tanque criogénico o2	0105TC00	CHART FEROX	VS - 6000 VERTICAL
28			Vaporizador atmosférico	0104VA00	CHART FEROX	TIPO ALETAS
29			Extractor de aire / veh-05	0106EA01	COOK	500 - 751 CFM 7 / 0.44 kw
30		SUB ESTACION ELECTRICA	Grupo electrógeno 1	0107GE01	ARMSTRONG POWER SYSTEM	ACUM500SI A GAS PROPANO / 400 kw
31			Grupo electrógeno 2	0107GE02	ARMSTRONG POWER SYSTEM	ACUM500SI A GAS PROPANO / 400 kw
32		SUB ESTACION ELECTRICA	Transformador seco 1	0107TS01	FENGYUAN	S13-M-10 / 800 KW
33			Transformador seco 2	0107TS02	FENGYUAN	S13-M-10 / 800 KW
34			Incinerador pirólítico	0101HP00	CIMELCO	PV A-100
35			Autoclave	0101AT00	ESTERILIZA S.A	E200 CC / 25 KG
36	CASA DE FUERZA / CALDEROS	RESIDUOS SOLIDOS	Compresor de aire residuos	0104CAR00	BAUKER	AB100-248M / 2HP
37			Bomba de agua incinerador	0102BAI00	FORAS	PSS-250.5T (2.5 KW)
38			Uma - 03	0106UMA01	TRANE	WL00A4 / 1.5 HP
39			Uma - 04	0106UMA02	TRANE	WL00A4 / 1.5 HP
40		AZOTEA SALA OPERACIONES	Uma - 05	0106UMA03	TRANE	WL00A4 / 1.5 HP
41			Uma - 06	0106UMA04	TRANE	WL00A4 / 1.5 HP
42			Uma - 07	0106UMA05	TRANE	WL00A4 / 1.5 HP
43			Marmita 1	0201MM01	TUTNAHUER	CMS-85 / 100LT
44	COCINA CENTRAL	PREPARACION	Marmita 2	0201MM02	TUTNAHUER	CMS-85 / 100LT
45			Marmita 3	0201MM03	TUTNAHUER	CMS-85 / 100LT
46		AZOTEA	Extractor de aire / veh-06	0206EA02	COOK	270SD57518 - 2800 CFM / 1.5 HP
47		PREPARACION	Estenizador a vapor 148	0301EV01	ESTERILIZA	E150 CC / 500 LT
48	CENTRAL DE ESTERILIZACION		Estenizador a vapor 149	0301EV02	ESTERILIZA	E150 CC / 500 LT
49		AZOTEA CENTRAL ESTERILIZACIÓN	Extractor de aire / veh-09	0306EA03	COOK	2700SD57518 - 1000 CFM / 1 HP
50			Compresor de aire central	0304CAC00	CAMPBELL HAUSFELD	VT619505AJ / 2400 W
51			Compresor de aire	0404CAL00	CAMPBELL HAUSFELD	VT619505AJ / 2400 W
52			Lavadora industrial 1	0401LI01	SEALYON	BW-500
53			Lavadora industrial 2	0401LI02	SEALYON	BW-500
54		LA VADO Y CENTRIFUGADO	Lavadora industrial 3	0401LI03	SEALYON	BW-500
55			Secadora industrial 1	0401SI01	SEA LYON	GZZ-50
56	LAVANDERIA		Secadora industrial 2	0401SI02	SEA LYON	GZZ-50
57			Calandria	0401CL00	SEA LYON	YZI-2500
58		SECADO Y PREPARACION	Prensa hidráulica 1	0401PH01	SEA LYON	JZQ-1250
59			Prensa hidráulica 2	0401PH02	SEA LYON	JZQ-1250
60			Extractor de aire / veh-02	0406EA04	COOK	165 ACRU 165R5B - 2600 CFM / 1 HP

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Registro de fallas año 2021

N°	Equipo	Código	Falla	Fuente:	N°	Equipo	Código	Falla
1	Caldero 1	0101CD01	17		31	Grupo electrógeno 2	0107GE02	6
2	Caldero 2	0101CD02	20		32	Transformador seco 1	0107TS01	3
3	Caldero 3	0101CD03	19		33	Transformador seco 2	0107TS02	3
4	Tanque condensado	0102TC00	6		34	Incinerador pirolítico	0101IP00	4
5	Bomba de caldero 1	0102BC01	12		35	Autoclave	0101AT00	5
6	Bomba de caldero 2	0102BC02	14		36	Compresor de aire residuos	0104CAR00	16
7	Bomba de caldero 3	0102BC03	10		37	Bomba de agua incinerador	0102BAI00	10
8	Calentador de agua 1	0103CA01	5		38	Uma - 03	0106UMA01	12
9	Calentador de agua 2	0103CA02	6		39	Uma - 04	0106UMA02	9
10	Compresor de aire calentadores	0104CCA00	15		40	Uma - 05	0106UMA03	10
11	Bomba de agua caliente 1	0102BAC01	9		41	Uma - 06	0106UMA04	12
12	Bomba de agua caliente 2	0102BAC02	5		42	Uma - 07	0106UMA05	14
13	Bomba de agua caliente 3	0102BAC03	6		43	Marmita 1	0201MM01	12
14	Bomba de agua fría 1	0102BAF01	8		44	Marmita 2	0201MM02	8
15	Bomba de agua fría 2	0102BAF02	7		45	Marmita 3	0201MM03	12
16	Bomba de agua fría 3	0102BAF03	9		46	Extractor de aire / veh-06	0206EA02	8
17	Bomba de agua fría 4	0102BAF04	7		47	Esterilizador a vapor 148	0301EV01	8
18	Bomba de agua fría 5	0102BAF05	6		48	Esterilizador a vapor 149	0301EV02	10
19	Bomba de agua fría 6	0102BAF06	5		49	Extractor de aire / veh-09	0306EA03	10
20	Bomba de agua sistema contra incendio	0102BCI00	9		50	Compresor de aire central	0304CAC00	17
21	Ablandador de agua	0102AA00	16		51	Compresor de aire	0404CAL00	18
22	Bomba de agua blanda 1	0102BAB01	5		52	Lavadora industrial 1	0401LI01	13
23	Bomba de agua blanda 2	0102BAB02	8		53	Lavadora industrial 2	0401LI02	9
24	Compresor de aire medicinal	0105CAM00	10		54	Lavadora industrial 3	0401LI03	5
25	Compresor de vacío 1	0105CV01	10		55	Secadora industrial 1	0401SI01	14
26	Compresor de vacío 2	0105CV02	12		56	Secadora industrial 2	0401SI02	10
27	Tanque criogénico o2	0105TC00	10		57	Calandria	0401CL00	15
28	Vaporizador atmosférico	0104VAA00	10		58	Prensa hidráulica 1	0401PH01	16
29	Extractor de aire / veh-05	0106EA01	20		59	Prensa hidráulica 2	0401PH02	13
30	Grupo electrógeno 1	0107GE01	4		60	Extractor de aire / veh-02	0406EA04	16
					<b>Total</b>			
					<b>618</b>			

### Hospital Regional Lambayeque

## Anexo 3: Análisis ABC de fallas de equipos electromecánicos

N°	Equipo	Código	Fallas	%	% Acum	Clasificación	N°	Equipo	Código	Fallas	%	% Acum	Clasificación
1	Caldero 2	0101CD02	20	3.24%	3.24%	A	31	Esterilizador a vapor 149	0301EV02	10	1.62%	68.77%	A
2	Extractor de aire / veh-05	0106EA01	20	3.24%	6.47%	A	32	Extractor de aire / veh-09	0306EA03	10	1.62%	70.39%	A
3	Caldero 3	0101CD03	19	3.07%	9.55%	A	33	Secadora industrial 2	0401SI02	10	1.62%	72.01%	A
4	Compresor de aire	0404CAL00	18	2.91%	12.46%	A	34	Bomba de agua caliente 1	0102BAC01	9	1.46%	73.46%	A
5	Caldero 1	0101CD01	17	2.75%	15.21%	A	35	Bomba de agua fría 3	0102BAF03	9	1.46%	74.92%	A
6	Compresor de aire central	0304CAC00	17	2.75%	17.96%	A	36	Bomba de agua sistema contra incendio	0102BCI00	9	1.46%	76.38%	A
7	Ablandador de agua	0102AA00	16	2.59%	20.55%	A	37	Uma - 04	0106UMA02	9	1.46%	77.83%	A
8	Compresor de aire residuos	0104CAR00	16	2.59%	23.14%	A	38	Lavadora industrial 2	0401LI02	9	1.46%	79.29%	A
9	Prensa hidráulica 1	0401PH01	16	2.59%	25.73%	A	39	Bomba de agua fría 1	0102BAF01	8	1.29%	80.58%	B
10	Extractor de aire / veh-02	0406EA04	16	2.59%	28.32%	A	40	Bomba de agua blanda 2	0102BAB02	8	1.29%	81.88%	B
11	Compresor de aire calentadores	0104CCA00	15	2.43%	30.74%	A	41	Marmita 2	0201MM02	8	1.29%	83.17%	B
12	Calandria	0401CL00	15	2.43%	33.17%	A	42	Extractor de aire / veh-06	0206EA02	8	1.29%	84.47%	B
13	Bomba de caldero 2	0102BC02	14	2.27%	35.44%	A	43	Esterilizador a vapor 148	0301EV01	8	1.29%	85.76%	B
14	Uma - 07	0106UMA05	14	2.27%	37.70%	A	44	Bomba de agua fría 2	0102BAF02	7	1.13%	86.89%	B
15	Secadora industrial 1	0401SI01	14	2.27%	39.97%	A	45	Bomba de agua fría 4	0102BAF04	7	1.13%	88.03%	B
16	Lavadora industrial 1	0401LI01	13	2.10%	42.07%	A	46	Tanque condensado	0102TC00	6	0.97%	89.00%	B
17	Prensa hidráulica 2	0401PH02	13	2.10%	44.17%	A	47	Calentador de agua 2	0103CA02	6	0.97%	89.97%	B
18	Bomba de caldero 1	0102BC01	12	1.94%	46.12%	A	48	Bomba de agua caliente 3	0102BAC02	6	0.97%	90.94%	C
19	Compresor de vacío 2	0105CV02	12	1.94%	48.06%	A	49	Bomba de agua fría 5	0102BAF05	6	0.97%	91.91%	C
20	Uma - 03	0106UMA01	12	1.94%	50.00%	A	50	Grupo electrógeno 2	0107GE02	6	0.97%	92.88%	C
21	Uma - 06	0106UMA04	12	1.94%	51.94%	A	51	Calentador de agua 1	0103CA01	5	0.81%	93.69%	C
22	Marmita 1	0201MM01	12	1.94%	53.88%	A	52	Bomba de agua caliente 2	0102BAC02	5	0.81%	94.50%	C
23	Marmita 3	0201MM03	12	1.94%	55.83%	A	53	Bomba de agua fría 6	0102BAF06	5	0.81%	95.31%	C
24	Bomba de caldero 3	0102BC03	10	1.62%	57.44%	A	54	Bomba de agua blanda 1	0102BAB01	5	0.81%	96.12%	C
25	Compresor de aire medicinal	0105CAM00	10	1.62%	59.06%	A	55	Autoclave	0101AT00	5	0.81%	96.93%	C
26	Compresor de vacío 1	0105CV01	10	1.62%	60.68%	A	56	Lavadora industrial 3	0401LI03	5	0.81%	97.73%	C
27	Tanque criogénico o2	0105TC00	10	1.62%	62.30%	A	57	Grupo electrógeno 1	0107GE01	4	0.65%	98.38%	C
28	Vaporizador atmosférico	0104VAA00	10	1.62%	63.92%	A	58	Incinerador pirolítico	0101IP00	4	0.65%	99.03%	C
29	Bomba de agua incinerador	0102BAI00	10	1.62%	65.53%	A	59	Transformador seco 1	0107TS01	3	0.49%	99.51%	C
30	Uma - 05	0106UMA03	10	1.62%	67.15%	A	60	Transformador seco 2	0107TS02	3	0.49%	100.00%	C

Fuente: Hospital Regional Lambayeque

### Anexo 4: Lista de colaboradores que participaron en la Auditoría de Mantenimiento

Ítem	Colaborador	Puesto
1	Luis Alberto Ramos Martínez	Jefe de la Unidad de Mantenimiento
2	Luis Alberto Villalobos Mendoza	Jefe del área electromecánica
3	Jorge Orlando Seminario Vincés	Técnico Electromecánico
4	Ezequiel Reyes Peche	Técnico Electromecánico
5	Carlos Arcila Quiroz	Técnico Electromecánico
6	Luis Simón Castillo Piscoya	Técnico Electromecánico
7	Martin Valdera Flores	Técnico Electromecánico

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 5: Auditoría de Mantenimiento Terminada

Puntaje de calificación de Auditoría		
Mínimo	Máximo	Nivel
0	4	Deficiente
5	6	Regular
7	8	Bueno
9	10	Muy bueno

Empresa:	Hospital Regional Lambayeque	
1	Organización del Mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
1.01	Claridad de la ubicación del Departamento de Mantenimiento dentro de la organización de su empresa.	98 77 78 87 71
1.02	Claridad de la Organización del departamento de Mantenimiento de su empresa.	98 76 67 5 6 86
1.03	Autonomía que el departamento de mantenimiento tiene dentro de la Organización de su empresa.	7 6 5 4 3 6 3 4 86
1.04	Califique la organización del departamento de mantenimiento	8 7 6 4 6 7 6 6 29
1.05	Califique las vías de comunicación entre el dpto. de mantenimiento con los otros departamentos	8 8 7 6 4 8 6 6 7 1
1.06	Califique las vías de comunicación internas del departamento de mantenimiento	9 8 6 5 4 7 7 6 5 7
1.07	Grado de Impacto de mantenimiento sobre la ganancia de su empresa.	5 5 5 4 4 3 3 4 1 4
1.08	El departamento de mantenimiento tiene definidas claramente sus funciones.	8 8 7 6 6 7 7 0 0
1.09	El departamento de mantenimiento tiene claramente definidas sus responsabilidades.	9 8 6 6 4 7 5 6 4 3
1.10	El departamento de mantenimiento es considerado para la toma de decisiones por los demás departamentos.	6 5 6 5 4 5 6 5 2 9
2	Administración del Mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
2.01	Califique el Apoyo de la Administración al departamento de mantenimiento	8 9 4 4 5 3 5 4 3
2.02	Califique la comunicación de todos los dptos. de la empresa con el dpto. de mantenimiento	6 9 6 6 5 8 6 6 5 7
2.03	Califique el Apoyo del departamento de Recursos Humanos al departamento de mantenimiento	8 7 5 4 4 7 3 5 7 1
2.04	Califique el Apoyo del departamento de Logística al departamento de mantenimiento	6 8 5 4 5 5 5 4 3
2.05	Califique el Apoyo de las divisiones de compras al departamento de mantenimiento	6 8 4 5 4 5 3 5 0 0
2.06	Califique el Apoyo del departamento de Sistemas al departamento de mantenimiento	8 9 5 3 4 5 3 2 9
2.07	Califique el Apoyo del departamento de Contabilidad al departamento de mantenimiento	8 5 5 4 5 5 4 5 1 4
2.08	Califique el Apoyo del departamento de Planeamiento s al departamento de mantenimiento	8 9 5 6 7 5 6 4 3
2.09	Califique el Apoyo del departamento de Calidad al departamento de mantenimiento	8 9 3 2 1 6 1 4 2 9
2.10	La información de los servicios usuarios le llega a Mantenimiento a tiempo y en forma.	6 6 3 2 2 6 1 3 7 1
3	Planeamiento del Mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
3.01	Califique el Planeamiento de mantenimiento dentro de la Organización de su empresa	6 6 3 2 3 5 2 3 8 6
3.02	Califique la Recepción de solicitudes de servicio de producción por el dpto. de Mantenimiento	6 6 4 2 3 2 4 3 8 6
3.03	Califique el manejo de Ordenes de trabajo en el departamento de mantenimiento	8 8 2 5 2 5 3 4 7
3.04	Califique el Planeamiento de la Mano de obra en el departamento de mantenimiento	8 8 2 2 4 5 3 4 5 7
3.05	Califique el Planeamiento de Materiales en el departamento de mantenimiento	8 8 4 4 2 5 5 5 1 4
3.06	Califique el Planeamiento del Equipo de Mantenimiento en el departamento de mantenimiento	8 8 2 5 2 5 4 4 8 6
3.07	Califique el Planeamiento de los contrastes en el departamento de mantenimiento	8 8 3 3 5 4 5 5 1 4
3.08	Califique la Coordinación de fechas para realizar mantenimiento con los servicios	8 8 2 4 5 5 3 5 0 0
3.09	Califique el Planeamiento del mantenimiento preventivo en el departamento de mantenimiento	6 6 4 4 4 3 4 4 3
3.10	Califique el Reporte de cumplimiento de mantenimiento planificado por el dpto. de mantenimiento	8 8 2 5 2 5 4 4 8 6
4	Programación del Mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
4.01	Califique la programación del mantenimiento dentro de la Organización de su empresa	8 7 5 3 2 5 5 4 5 7
4.02	Califique la Programación de las solicitudes de los distintos servicios de la organización	8 6 4 4 3 4 4 4 0
4.03	Califique la Programación de la Orden de trabajo en el departamento de mantenimiento	8 7 4 3 4 4 5 5 0 0
4.04	Califique la Programación de la Mano de obra en el departamento de mantenimiento	8 8 5 2 2 5 3 4 7 1
4.05	Califique la Programación de Materiales en el departamento de mantenimiento	8 8 4 3 3 4 3 4 7 1
4.06	Califique la Programación del Equipo de Mantenimiento en el departamento de mantenimiento	8 8 2 4 2 5 4 4 7 1
4.07	Califique la Programación de los contrastes en el departamento de mantenimiento	8 8 6 3 4 5 5 5 5 7
4.08	Califique la Coordinación con los servicios para la entrega de máquina para realizar mantenimiento	8 8 5 4 5 5 3 5 4 3
4.09	Califique la Programación del mantenimiento preventivo en el departamento de mantenimiento	6 6 5 4 3 4 4 5 7
4.10	Califique el Reporte de cumplimiento de mantenimiento programado por el dpto. de mantenimiento.	8 7 4 5 2 5 4 5 0 0
5	Personal para el mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
5.01	El departamento de Mantenimiento tiene el personal en cantidad suficiente?	7 7 2 2 5 2 4 0 0
5.02	El departamento de Mantenimiento tiene el personal con calidad técnica?	9 9 5 3 5 7 3 5 8 6
5.03	El departamento de Mantenimiento tiene el personal con experiencia suficiente?	9 9 3 2 2 8 2 5 0 0
5.04	El personal de Mantenimiento conocen y están involucrados con los objetivos de la Empresa?	9 9 5 4 3 7 5 6 0 0
5.05	El personal de Mantenimiento está involucrado con los objetivos propios de su departamento?	9 9 2 3 5 6 2 5 1 4
5.06	El personal de Mantenimiento es evaluado y calificado periódicamente?	9 9 4 3 2 7 3 5 2 9
5.07	Facilidad para cubrir al personal de Mantenimiento. (10 cuando es muy fácil)	5 5 5 5 4 7 3 4 8 6
5.08	El personal de Mantenimiento trabajan solos y son responsables de las tareas que realizan.	9 9 4 4 5 7 2 5 7 1
5.09	El personal de Mantenimiento tiene habilidades para resolver problemas y tomar decisiones solos.	9 9 5 2 3 6 4 5 4 3
5.10	El personal del Mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.	6 6 3 5 2 4 3 4 1 4
6	Ejecución del Mantenimiento de equipos	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
6.01	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.	9 8 2 1 2 5 2 4 1 4
6.02	El departamento de mantenimiento participa en la elaboración de los programas de producción?	9 9 3 3 4 4 3 5 0 0
6.03	¿Cómo calificaría la aplicación del concepto de MP en la institución, inspección y revisión planeada?	6 6 3 2 4 5 3 4 1 4
6.04	¿Cómo calificaría el desempeño del dpto. de mantenimiento para resolver los problemas de emergencia?	8 8 7 7 8 7 6 7 2 9
6.05	El dpto. de mantenimiento devuelve las solicitudes de Mantto. con la información de los trabajos realizados?	9 9 3 4 3 6 2 5 1 4
6.06	El departamento de mantenimiento tiene archivos de documentación técnica e histórica de equipos al día?	8 8 3 2 4 4 3 4 5 7
6.07	El departamento de mantenimiento dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes?	6 6 3 2 4 2 3 3 7 1
6.08	El dpto. de mantenimiento dispone de suficientes herramientas, equipos y máquinas en buen estado?	6 6 3 2 3 2 3 5 7
6.09	El departamento de mantenimiento presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas?	8 8 6 7 6 7 7 0 0
6.10	El departamento de mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos?	8 8 4 4 3 4 4 5 0 0

Empresa:	Hospital Regional Lambayeque	
7	Supervisión del Mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
7.01	¿Existe supervisión del personal de mantenimiento?	8 8 5 6 5 6 6 4 3
7.02	La supervisión de mantenimiento conoce sus obligaciones técnicas, funciones y responsabilidades?	8 8 6 6 5 7 5 6 4 3
7.03	La supervisión elabora los planes y programas de actividades de Mantenimiento y los controla?	8 8 7 5 6 4 7 6 4 3
7.04	La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos del departamento de mantenimiento?	8 8 7 7 6 5 7 6 8 6
7.05	La supervisión maneja y aplica la economía y control de costos de mantenimiento de su empresa?	8 8 6 6 5 7 6 6 8 6
7.06	La supervisión de mantenimiento de la empresa sabe escuchar a su personal?	8 8 6 6 5 7 6 6 5 7
7.07	La supervisión de mantenimiento de la empresa analiza y resuelve problemas por sí misma?	8 8 7 7 6 5 6 6 7 1
7.08	La supervisión de mantenimiento de la empresa sabe escuchar a otro personal de otros departamentos?	8 8 6 5 7 6 7 6 7 1
7.09	La supervisión de mantenimiento tiene fluida refacción con los niveles superiores de la empresa?	8 8 5 6 7 7 7 6 8 6
7.10	¿Cómo calificaría la relación entre los Supervisores de empresa con los supervisores de Mantenimiento?	8 8 6 7 5 7 5 6 5 7
8	Abastecimiento para el mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
8.01	¿Cómo calificaría la respuesta a las solicitudes de compras pedidas por el dpto. de mantenimiento?	6 6 5 4 4 4 4 7 1
8.02	Los Almacenes de repuestos para mantenimiento están correctamente ordenados?	7 7 4 3 4 4 4 4 7 1
8.03	¿Cómo están los mecanismos de recepción de repuestos para mantenimiento en calidad y cantidad?	7 5 4 6 5 4 5 4 1 4
8.04	Se compra en base a especificaciones precisas del departamento de mantenimiento?	8 8 4 5 4 4 5 2 9
8.05	El Catálogo de Componentes (repuestos) de la planta es permanentemente actualizado?	8 8 4 5 4 4 5 1 4
8.06	Disponibilidad de repuestos, materiales y suministros para mantenimiento?	7 7 4 3 4 4 3 4 5 7
8.07	El departamento de Mantenimiento de la planta tiene participación en el proceso de compra?	6 6 4 4 3 3 4 4 2 9
8.08	El Registro de Proveedores para mantenimiento es actualizado permanentemente?	7 7 5 4 6 5 5 5 5 7
8.09	Se respetan los niveles máximo / mínimo de existencias para mantenimiento? (stock)	6 6 4 3 3 4 3 4 1 4
8.10	Es fácil contratar servicios de terceros para mantenimiento?	6 6 5 5 5 6 5 5 4 3
9	Proceso de Gestión del mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
9.01	¿Cómo calificaría los Planes a Mediano y Largo plazo del departamento de mantenimiento?	6 6 5 4 5 4 5 0 0
9.02	¿Cómo calificaría las Metas y Objetivos para Todos los Niveles del departamento de mantenimiento?	6 6 4 5 5 4 5 0 0
9.03	¿Cómo calificaría el Presupuesto del departamento de mantenimiento?	6 6 3 4 3 5 3 2 9
9.04	¿Cómo calificaría los Métodos y procedimientos del departamento de mantenimiento?	8 7 5 4 5 4 5 4 3
9.05	¿Cómo calificaría los Indicadores de Medición del Desempeño del departamento de mantenimiento?	8 8 6 7 6 5 4 6 2 9
9.06	¿Cómo calificaría los Indicadores de Control de Costos del departamento de mantenimiento?	6 6 4 5 4 5 5 0 0
9.07	¿Cómo calificaría los Indicadores de Control de mano de obra del departamento de mantenimiento?	8 8 6 7 6 6 6 8 6
9.08	¿Cómo calificaría los Indicadores de Control de calidad del departamento de mantenimiento?	8 8 7 6 6 7 6 8 6
9.09	¿Cómo calificaría los Evaluación del desempeño individual en el departamento de mantenimiento?	8 8 7 6 7 7 0 0
9.10	El grado de Conocimiento de las necesidades del Cliente interno por parte del dpto. de mantenimiento?	8 8 6 5 6 7 6 6 5 7
10	Sistemas informáticos para la gestión del mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
10.01	¿Existe un Sistema Informático de Mantenimiento?	6 6 4 5 4 5 5 0 0
10.02	¿Existe un Registro de Equipos en el Sistema Informático de su empresa?	8 8 7 6 6 6 5 6 5 7
10.03	¿Existe un programa para la Gestión de Orden de trabajo en el Sistema Informático de su empresa?	6 6 5 4 5 5 5 1 4
10.04	¿Existe un programa para el Planeamiento de trabajos de mant. en el Sistema Informático de su empresa?	6 6 4 3 5 4 5 4 7 1
10.05	¿Existe un programa para la Programación de trabajos de mant. en el Sistema Informático de su empresa?	6 6 5 4 3 4 5 4 7 1
10.06	¿Existe un programa para el Control de Existencias (stock) en el Sistema Informático de su empresa?	6 6 3 3 4 3 4 1 4
10.07	¿Existe una base de datos para el Historial de los Equipos en el Sistema Informático de su empresa?	8 8 5 5 5 6 5 6 0 0
10.08	¿Existe un programa para el Control de costos en el Sistema Informático de su empresa?	5 5 5 4 5 4 3 4 3
10.09	¿Existe un programa para el Monitoreo de la Condición de Equipos en el Sistema Informático de su empresa?	4 4 3 3 4 3 3 3 4 3
10.10	¿Existe un programa para medir rendimiento de los Equipos en el Sistema Informático de su empresa?	4 4 3 3 2 3 2 3 0 0
11	Seguridad para el mantenimiento	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
11.01	¿Cómo calificaría a la Política de Seguridad del departamento de mantenimiento?	8 8 5 6 5 6 4 6 1 4
11.02	¿Cómo calificaría a los Procedimientos de seguridad del departamento de Mantenimiento?	8 8 5 4 5 6 5 7 1
11.03	¿Cómo calificaría el cumplimiento de política y procedimientos de seguridad por el dpto. de mantenimiento?	8 8 4 4 5 6 5 5 7
11.04	¿Cómo calificaría el Conocimiento del Impacto sobre seguridad por el departamento de mantenimiento?	8 8 5 4 4 6 5 5 7 1
11.05	La política de seguridad del departamento de mantenimiento es actualizada permanentemente?	8 8 4 5 4 5 5 5 7 1
11.06	¿Cómo calificaría la Política de seguridad para trabajos en lugares confinados en el departamento de Mantenimiento?	8 8 6 4 6 5 4 5 8 6
11.07	¿Cómo calificaría la Política de seguridad para trabajos en caliente en el departamento de Mantenimiento?	8 8 4 6 5 5 5 8 6
11.08	¿Cómo calificaría la Política de seguridad para trabajos con peligro de lesiones por apisonamiento en Mantenimiento?	8 8 6 6 6 4 5 6 1 4
11.09	¿Cómo calificaría la Política de seguridad contra incendios en el departamento de Mantenimiento?	8 8 4 6 4 6 5 8 6
11.10	¿Cómo calificaría la Política de seguridad contra sustancias nocivas en el departamento de Mantenimiento?	8 8 4 6 6 5 6 1 4
12	Clima & Cultura organizacional para el área electromecánica	Puntaje
N°	Componentes	1 2 3 4 5 6 7 Prom
12.01	¿Cómo calificaría al Trabajo en equipo en el departamento de mantenimiento?	9 9 6 6 3 4 5 4 7 1
12.02	¿Cómo calificaría al Trabajo en equipo entre el departamento de mantenimiento y los demás departamentos?	8 8 5 3 4 5 4 5 2 9
12.03	¿Cómo calificaría la Productividad en el departamento de mantenimiento?	8 8 4 6 6 3 5 8 6
12.04	¿Cómo calificaría la Sensibilidad de Cambio en el departamento de mantenimiento?	8 8 5 6 4 5 3 5 5 7
12.05	¿Cómo calificaría las Condiciones de Trabajo en el departamento de mantenimiento?	8 8 5 3 6 5 5 5 7 1
12.06	¿Cómo calificaría la Motivación en el departamento de mantenimiento?	8 8 4 5 3 5 6 5 5 7
12.07	¿Cómo calificaría la Filosofía y análisis de errores en el departamento de mantenimiento?	8 8 3 4 5 4 5 2 9
12.08	¿Cómo calificaría la Confiabilidad en el departamento de mantenimiento?	8 8 4 5 4 6 5 7 1
12.09	¿Cómo calificaría el Enfoque del cliente interno por parte del departamento de mantenimiento?	6 6 4 4 3 5 4 8 6
12.10	¿Cómo calificaría la Calidad las actividades del departamento de mantenimiento?	8 8 4 4 6 3 5 5 7

Fuente: Elaboración propia, en base a Collantes Bohórquez 2007

## Anexo 6: Resultados de la Auditoría de Mantenimiento

Auditoría de Mantenimiento					
Unidad de Operación:			Hospital Regional Lambayeque		
N°	Categorías	Peso (/10)	Puntaje (%)	Categoría Ponderada (%)	Nivel de evaluación
1	Organización del departamento de Mantenimiento	10	6,19	58,76%	Bueno
2	Administración del departamento de Mantenimiento	10	5,30	50,35%	Regular
3	Planeamiento del Mantenimiento	9	4,64	39,46%	Regular
4	Programación del Mantenimiento	9	4,90	41,65%	Regular
5	Personal del departamento de mantenimiento	9	5,14	46,29%	Regular
6	Ejecución del Mantenimiento	9	4,96	44,61%	Regular
7	Supervisión en el departamento de Mantenimiento	8	6,64	53,14%	Regular
8	Abastecimiento para el departamento de mantenimiento	8	4,90	39,20%	Regular
9	Procesos de Gestión para el departamento de mantenimiento	9	5,83	49,54%	Regular
10	Sistemas informáticos para el departamento de mantenimiento	9	4,71	42,43%	Regular
11	Seguridad para el departamento de mantenimiento	10	5,86	55,64%	Regular
12	Clima & Cultura organizacional para el departamento de mantenimiento	9	5,51	49,63%	Regular
<b>Total Auditoría</b>		106		53,84%	<b>Regular</b>

**Fuente: Elaboración propia. En base a Collantes Bohórquez 2007**

## Anexo 7: Costos actuales de mantenimiento

N°	Equipo	Código	Costo total	N°	Equipo	Código	Costo total
1	Caldero 1	0101CD01	S/ 70 000	31	Grupo electrógeno 2	0107GE02	S/ 30 000
2	Caldero 2	0101CD02	S/ 70 000	32	Transformador seco	0107TS01	S/ 8 000
3	Caldero 3	0101CD03	S/ 70 000	33	Transformador seco	0107TS02	S/ 8 000
4	Tanque condensado	0102TC00	S/ 3 000	34	Incinerador pirolítico	0101IP00	S/ 32 000
5	Bomba de caldero 1	0102BC01	S/ 8 000	35	Autoclave 25 kg	0101AT00	S/ 16 000
6	Bomba de caldero 2	0102BC02	S/ 8 000	36	Compresor de aire	0104CAR00	S/ 2 400
7	Bomba de caldero 3	0102BC03	S/ 8 000	37	Bomba de agua incinerador	0102BAI00	S/ 1 800
8	Calentador de agua 1	0103CA01	S/ 20 000	38	Uma - 03	0106UMA01	S/ 16 000
9	Calentador de agua 2	0103CA02	S/ 20 000	39	Uma - 04	0106UMA02	S/ 16 000
10	Compresor de aire calentadores	0104CCA00	S/ 1 800	40	Uma - 05	0106UMA03	S/ 16 000
11	Bomba de agua caliente 1	0102BAC01	S/ 4 000	41	Uma - 06	0106UMA04	S/ 16 000
12	Bomba de agua caliente 2	0102BAC02	S/ 4 000	42	Uma - 07	0106UMA05	S/ 16 000
13	Bomba de agua caliente 3	0102BAC02	S/ 4 000	43	Marmita 1	0201MM01	S/ 4 000
14	Bomba de agua fría 1	0102BAF01	S/ 8 000	44	Marmita 2	0201MM02	S/ 4 000
15	Bomba de agua fría 2	0102BAF02	S/ 8 000	45	Marmita 3	0201MM03	S/ 4 000
16	Bomba de agua fría 3	0102BAF03	S/ 8 000	46	Extractor de aire / veh-06	0206EA02	S/ 2 000
17	Bomba de agua fría 4	0102BAF04	S/ 8 000	47	Esterilizador a vapor 148	0301EV01	S/ 20 000
18	Bomba de agua fría 5	0102BAF05	S/ 8 000	48	Esterilizador a vapor 149	0301EV02	S/ 20 000
19	Bomba de agua fría 6	0102BAF06	S/ 8 000	49	Extractor de aire / veh-09	0306EA03	S/ 1 000
20	Bomba de agua contra incendio	0102BCI00	S/ 6 000	50	Compresor de aire central	0304CAC00	S/ 2 200
21	Ablandador de agua	0102AA00	S/ 12 000	51	Compresor de aire	0404CAL00	S/ 2 200
22	Bomba de agua blanda 1	0102BAB01	S/ 7 000	52	Lavadora industrial 1	0401LI01	S/ 30 000
23	Bomba de agua blanda 2	0102BAB02	S/ 7 000	53	Lavadora industrial 2	0401LI02	S/ 30 000
24	Compresor de aire medicinal	0105CAM00	S/ 50 000	54	Lavadora industrial 3	0401LI03	S/ 30 000
25	Compresor de vacío 1	0105CV01	S/ 20 400	55	Secadora industrial 1	0401SI01	S/ 20 000
26	Compresor de vacío 2	0105CV02	S/ 20 400	56	Secadora industrial 2	0401SI02	S/ 20 000
27	Tanque criogénico o2	0105TC00	S/ 20 000	57	Calandria	0401CL00	S/ 20 000
28	Vaporizador atmosférico	0104VAA00	S/ 10 000	58	Prensa hidráulica 1	0401PH01	S/ 20 000
29	Extractor de aire / veh-05	0106EA01	S/ 2 000	59	Prensa hidráulica 2	0401PH02	S/ 20 000
30	Grupo electrógeno 1	0107GE01	S/ 30 000	60	Extractor de aire / veh-02	0406EA04	S/ 2 000
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 953 200</b>			

Costos de Mano de Obra Área Electromecánica					
N°	Puesto	Sueldo Mensual	Gratificaciones	Essalud	Costo Anual
1	Ingeniero Jefe de Unidad	S/ 2 500	S/ 600	S/ 325	S/ 30 825
2	Ingeniero Jefe de Área	S/ 2 200	S/ 600	S/ 286	S/ 27 286
3	Técnico Electromecánico	S/ 1 724	S/ 600	S/ 224	S/ 21 512
<b>Total</b>					<b>S/ 79 623</b>

Costos Actuales de Mantenimiento		
N°	Descripción	Costo
1	Gastos en mantenimiento correctivo	S/ 953 200
2	Costos de mano de obra Área electromecánica	S/ 79 623
<b>Total</b>		<b>S/ 1 032 823</b>

**Fuente: Hospital Regional Lambayeque**

### Anexo 8: Indicadores de Mantenimiento de equipos Electromecánicos HRL

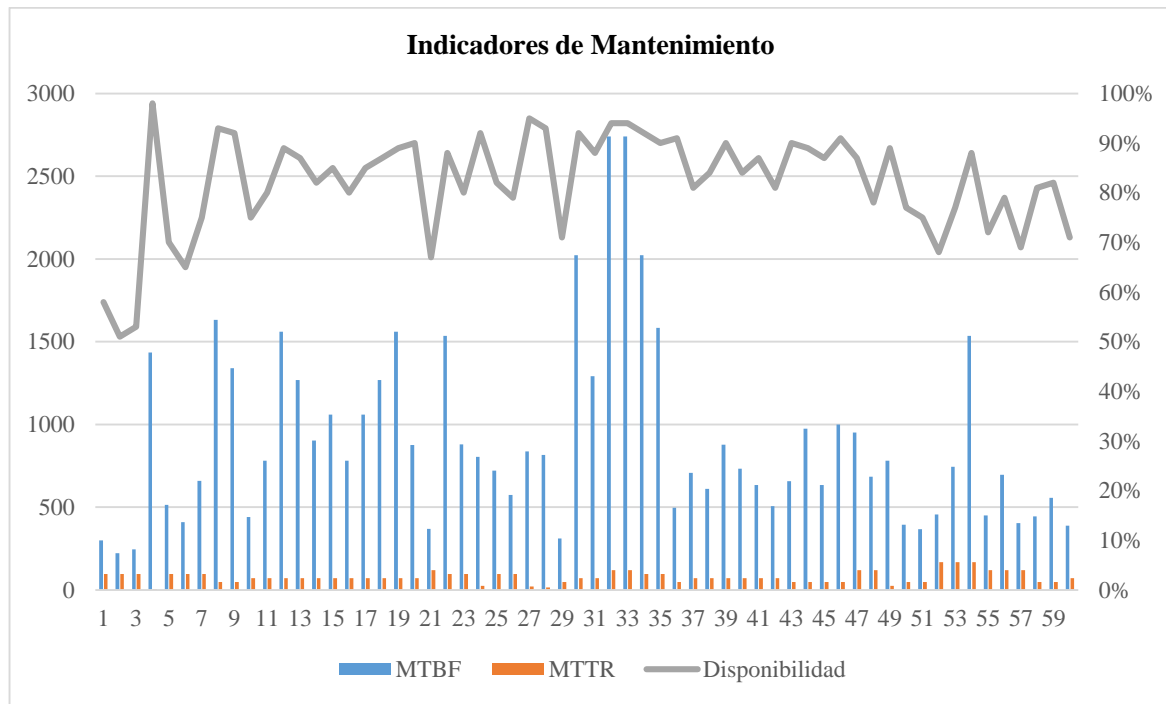
N°	Equipo	Código	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Confiability
1	Caldero 1	0101CD01	299	96	58%	76%
2	Caldero 2	0101CD02	222	96	51%	70%
3	Caldero 3	0101CD03	245	96	53%	72%
4	Tanque condensado	0102TC00	1434	6	98%	100%
5	Bomba de caldero 1	0102BC01	514	96	70%	84%
6	Bomba de caldero 2	0102BC02	410	96	65%	81%
7	Bomba de caldero 3	0102BC03	660	96	75%	87%
8	Calentador de agua 1	0103CA01	1632	48	93%	97%
9	Calentador de agua 2	0103CA02	1340	48	92%	97%
10	Compresor de aire calentadores	0104CCA00	440	72	75%	86%
11	Bomba de agua caliente 1	0102BAC01	781	72	80%	92%
12	Bomba de agua caliente 2	0102BAC02	1560	72	89%	96%
13	Bomba de agua caliente 3	0102BAC03	1268	72	87%	95%
14	Bomba de agua fría 1	0102BAF01	903	72	82%	93%
15	Bomba de agua fría 2	0102BAF02	1059	72	85%	94%
16	Bomba de agua fría 3	0102BAF03	781	72	80%	92%
17	Bomba de agua fría 4	0102BAF04	1059	72	85%	94%
18	Bomba de agua fría 5	0102BAF05	1268	72	87%	95%
19	Bomba de agua fría 6	0102BAF06	1560	72	89%	96%
20	Bomba de agua contra incendio	0102BCI00	876	72	90%	92%
21	Ablandador de agua	0102AA00	368	120	67%	75%
22	Bomba de agua blanda 1	0102BAB01	1536	96	88%	94%
23	Bomba de agua blanda 2	0102BAB02	879	96	80%	90%
24	Compresor de aire medicinal	0105CAM00	804	24	92%	97%
25	Compresor de vacío 1	0105CV01	720	96	82%	88%
26	Compresor de vacío 2	0105CV02	574	96	79%	86%
27	Tanque criogénico o2	0105TC00	836	20	95%	98%
28	Vaporizador atmosférico	0104VA00	816	15	93%	98%
29	Extractor de aire / veh-05	0106EA01	310	48	71%	87%
30	Grupo electrógeno 1	0107GE01	2022	72	92%	97%

N°	Equipo	Código	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Confiability
31	Grupo electrógeno 2	0107GE02	1292	72	88%	95%
32	Transformador seco 1	0107TS01	2740	120	94%	96%
33	Transformador seco 2	0107TS02	2740	120	94%	96%
34	Incinerador pirólítico	0101IP00	2022	96	92%	95%
35	Autoclave	0101AT00	1584	96	90%	94%
36	Compresor de aire residuos	0104CAR00	496	48	91%	91%
37	Bomba de agua incinerador	0102BAI00	708	72	81%	91%
38	Uma - 03	0106UMA01	610	72	84%	89%
39	Uma - 04	0106UMA02	877	72	90%	92%
40	Uma - 05	0106UMA03	732	72	84%	91%
41	Uma - 06	0106UMA04	634	72	87%	90%
42	Uma - 07	0106UMA05	506	72	81%	88%
43	Marmita 1	0201MM01	658	48	90%	93%
44	Marmita 2	0201MM02	975	48	89%	95.3%
45	Marmita 3	0201MM03	634	48	87%	93%
46	Extractor de aire / veh-06	0206EA02	999	48	91%	95.4%
47	Extrahizador a vapor 148	0301EV01	951	120	87%	89%
48	Extrahizador a vapor 149	0301EV02	684	120	78%	85%
49	Extractor de aire / veh-09	0306EA03	780	24	89%	97%
50	Compresor de aire central	0304CAC00	395	48	77%	89%
51	Compresor de aire	0404CAL00	367	48	75%	88%
52	Lavadora industrial 1	0401LI01	456	168	68%	73%
53	Lavadora industrial 2	0401LI02	745	168	77%	82%
54	Lavadora industrial 3	0401LI03	1536	168	88%	90%
55	Secadora industrial 1	0401SI01	451	120	72%	79%
56	Secadora industrial 2	0401SI02	696	120	79%	85%
57	Calandria	0401CL00	404	120	69%	77%
58	Prensa hidráulica 1	0401PH01	445	48	81%	90%
59	Prensa hidráulica 2	0401PH02	556	48	82%	92%
60	Extractor de aire / veh-02	0406EA04	389	72	71%	84%

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 9: Gráfico de Indicadores de mantenimiento de equipos electromecánicos



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10: Matriz de evaluación de criticidad de equipos

Ítem	Variables	Concepto	Ponderación	Observaciones
1 Efecto sobre el Servicio que proporciona:		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2 Valor Técnico - Económico: Considerar el costo de		Alto	3	Más de US 15000
	Adquisición, Operación y	Medio	2	Más de US 10000
	Mantenimiento.	Bajo	1	Menos de US 1000
3 La falla Afecta:				
	a. Al Equipo en si	Si	1	¿Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al Servicio	Si	1	¿Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador:	Riesgo	1	¿Posibilidad de accidente del operador?
		Sin Riesgo	0	
	d. A la seguridad en General.	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas ù otros equipos cercanos.
		No	0	
4 Probabilidad de Falla (Confiabilidad)		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar
		baja	0	correctamente cuando se le necesite?
5 Flexibilidad del Equipo en el Sistema:		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
6 Dependencia Logística:		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc./Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
7 Dependencia de la Mano de Obra:		Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
8 Facilidad de Reparación(Mantenibilidad):		Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros.
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
		Baja	1	Mantenimiento difícil.
		Alta	0	Mantenimiento fácil.

Escala de referencia		
A	Critica	16 a 20
B	Importante	11 a 15
C	Regular	06 a 10
D	Opcional	00 a 05

Fuente: Estudio de criticidad de equipos Ing. Jaime Remigio Collantes Bohórquez

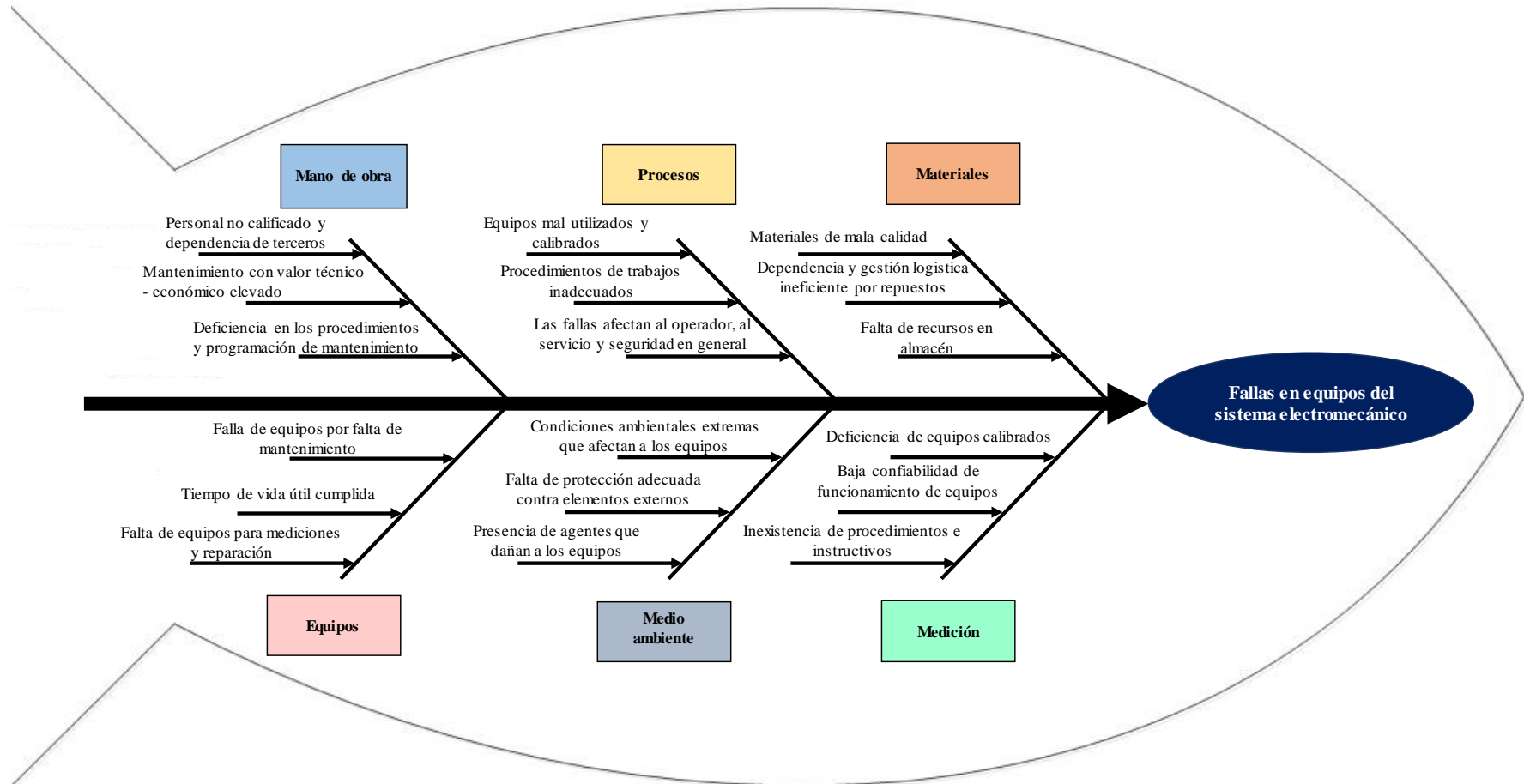
### Anexo 11: Evaluación de criticidad de equipos electromecánicos

N°	Código	Equipo	Ponderación								Escala de referencia	¿Se incluye en el PMP?				
			1	2	3A	3B	3C	3D	4	5			6	7	8	Total
1	0101CD01	Caldero 1	4	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	18	Critico	Si
2	0101CD02	Caldero 2	4	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	18	Critico	Si
3	0101CD03	Caldero 3	4	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	18	Critico	Si
4	0101TC00	Tanque condensado	2	2	1	1	0	1	0	2	0	0	1	10	Regular	No
5	0102BC01	Bomba de caldero 1	4	2	1	1	0	1	1	2	1	2	1	16	Critico	Si
6	0102BC02	Bomba de caldero 2	4	2	1	1	0	1	1	2	1	2	1	16	Critico	Si
7	0102BC03	Bomba de caldero 3	4	2	1	1	0	1	1	2	1	2	1	16	Critico	Si
8	0103CA01	Calculador de agua 1	2	3	1	0	1	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
9	0103CA02	Calculador de agua 2	2	3	1	0	1	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
10	0103CA03	Compresor de aire calentadores	4	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	17	Critico	Si
11	0102BA01	Bomba de agua caliente 1	2	2	0	1	0	0	2	1	1	2	1	12	Importante	No
12	0102BA02	Bomba de agua caliente 2	2	2	0	1	0	0	2	1	1	2	1	12	Importante	No
13	0102BA03	Bomba de agua caliente 3	2	2	0	1	0	0	2	1	1	2	1	12	Importante	No
14	0102BA04	Bomba de agua fría 1	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
15	0102BA05	Bomba de agua fría 2	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
16	0102BA06	Bomba de agua fría 3	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
17	0102BA07	Bomba de agua fría 4	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
18	0102BA08	Bomba de agua fría 5	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
19	0102BA09	Bomba de agua fría 6	2	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	11	Importante	No
20	0102BC00	Bomba de agua sistema contraincendios	4	2	0	1	0	0	0	2	1	2	1	13	Importante	No
21	0102AA00	Ablandador de agua	4	3	1	1	0	1	2	1	2	1	1	16	Critico	Si
22	0102BA01	Bomba de agua blanda 1	2	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	13	Importante	No
23	0102BA02	Bomba de agua blanda 2	2	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	13	Importante	No
24	0105CA00	Compresor de aire medicinal	4	3	1	1	0	0	2	1	2	1	1	15	Importante	No
25	0105CV01	Compresor de vacio	2	3	1	1	0	0	1	1	2	2	1	14	Importante	No
26	0105CV02	Compresor de vacio	2	3	1	1	0	0	1	1	2	2	1	14	Importante	No
27	0105TC00	Tanque criogénico o2	4	3	1	1	0	0	2	1	2	1	1	15	Importante	No
28	0104VA00	Vaporizador atmosférico	4	3	1	1	0	0	2	1	2	1	1	15	Importante	No
29	0104EA01	Estimador de aire / veh-05	0	2	1	1	0	0	2	1	2	1	1	12	Importante	No
30	0107GE01	Grupo electrigeno 1	2	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
31	0107GE02	Grupo electrigeno 2	2	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
32	0107FS01	Transformador seco 1	2	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
33	0107FS02	Transformador seco 2	2	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	13	Importante	No
34	0101IP00	Incinerador pirolitico	2	3	1	1	1	0	0	2	1	2	1	14	Importante	No
35	0101AT00	Autoclave 25 kg	2	3	1	1	1	1	0	2	1	2	1	15	Importante	No
36	0104CAR00	Compresor de aire residuos	4	1	1	1	0	0	2	2	0	2	0	13	Importante	No
37	0102BA00	Bomba de agua incinerador	4	1	1	1	0	1	2	0	2	0	0	12	Importante	No
38	0108MA01	Uma - 03	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	1	12	Importante	No
39	0108MA02	Uma - 04	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	1	12	Importante	No
40	0108MA03	Uma - 05	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	1	12	Importante	No
41	0108MA04	Uma - 06	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	1	12	Importante	No
42	0108MA05	Uma - 07	2	2	1	0	0	0	1	2	1	2	1	12	Importante	No
43	0201MM01	Mamita 1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	16	Critico	Si
44	0201MM02	Mamita 2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	16	Critico	Si
45	0201MM03	Mamita 3	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	16	Critico	Si
46	0302EA02	Extractor de aire / veh-06	0	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1	12	Importante	No
47	0301EV01	Esterilizador a vapor 148	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15	Importante	No
48	0301EV02	Esterilizador a vapor 149	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15	Importante	No
49	0301EA03	Extractor de aire / veh-09	0	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1	12	Importante	No
50	0304CAC00	Compresor de aire central	4	2	1	1	1	1	2	2	1	2	0	17	Critico	Si
51	0404CAL00	Compresor de aire	4	2	1	1	1	1	2	2	1	2	0	17	Critico	Si
52	0401LI01	Lavadora industrial 1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	Critico	Si
53	0401LI02	Lavadora industrial 2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	Critico	Si
54	0401LI03	Lavadora industrial 3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	Critico	Si
55	0401SD01	Secadora industrial 1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	Critico	Si
56	0401SD02	Secadora industrial 2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	16	Critico	Si
57	0401CL00	Calandria	4	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	17	Critico	Si
58	0401PH01	Presna hidraulica	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	15	Importante	No
59	0401PH02	Presna hidraulica	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	15	Importante	No
60	0402EA04	Extractor de aire / veh-02	0	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1	12	Importante	No

Resumen		
Escala de referencia	Cantidad	%
Critico	19	31.67
Importante	40	66.67
Regular	1	1.67
Opcional	0	0.00
Total	60	100

Fuente: Estudio de criticidad de equipos Ing. Jaime Remigio Collantes Bohórquez

## Anexo 12: Diagrama Causa efecto – Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13: Criterios para obtención de NPR

Gravedad		Detección			
Erecto	Criterio	Nivel	Probabilidad de detección	Criterio	Nivel
Peligroso sin aviso	La falta afecta la operación segura del equipo, puede poner en riesgo al operador, la falla ocurre sin previo aviso.	10	Casi imposible	Sin control de proceso actual; No Puede detectarse.	10
Peligroso con aviso	La falla afecta la operación segura del equipo. puede poner en riesgo al operador, la falla ocurre con previo aviso.	9	Muy remota	La causa del Modo de Falla no es fácilmente detectada.	9
Muy alto	Puede ser que el 100% del producto se deseche. Paro de línea	8	Remota	Detección del Modo de falla posterior al procesamiento, por el operador por medios visuales/táctiles/audibles.	8
Alto	Puede ser que una proporción de la corrida de producción se deseche. Desviación del proceso primario incluyendo un decremento en la velocidad de la línea o adición de mano de obra.	7	Muy baja	Detección del Modo de Falla en la estación por el operador a través de medios visuales/táctiles/ audibles.	7
Moderado	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que re- trabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	6	Baja	Detección del Modo de Falla posterior al procesamiento, por el operador con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa)	6
Bajo	Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	5	Moderada	Detección del Modo de Falla en la estación por el operador a través del uso de gages o controles que notifiquen al operador (luz, timbre).	5
Muy bajo	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que re-trabajarse en la estación, antes de ser procesada	4	Moderadamente alta	Detección del Modo de Falla posterior al procesamiento por controles automatizados.	4
Remoto	Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que re-trabajarse en la estación, antes de ser procesada.	3	Alta	Detección del Modo de la Falla en la estación por controles automatizados.	3
Muy Remota	Leve o ligera inconveniencia al proceso, operación u operador.	2	Muy alta	Detección de las causas del fallo en la estación por controles automatizados que detectan el error y lo previenen	2
	Sin efecto discernible.	1	Casi cierta	Prevención de las causas del fallo como resultado del diseño de un dispositivo, diseño de la máquina o diseño	1

Ocurrencia		NPR = Gravedad x Ocurrencia x Detección			
Efecto	Criterio	Nivel	Rango	Nivel	Símbolo
Muy alta, Fallos muy repetitivos	1 falla al mes	5	NPR > 200	Inaceptable	I
Alta. Fallos repetitivos	1 falla entre 1 a 3 meses	4			
Moderada. Fallo ocasionales	1 falla entre 3 meses a 6 meses	3	200 >= NPR > 125	Reducción deseable	R
Baja. Pocos fallos	1 falla entre 6 meses a un año	2			
Muy baja. Muy poco fallos	1 falla cada un año	1	125 >= NPR	Aceptable	A

Fuente: Automotive Industry Action Group (AIAG), 2008

### Anexo 14: AMEF de Caldero

Nombre de la Máquina: Caldero		Realizado por: Bryan Erwin Manuel Valverde Cumpa						N° AMEF: 01		Pag: 1 de 8			
Función: Generación y alimentación de vapor a otras áreas		Aprobado por: Alexander Querevali Morante						Condiciones existentes					
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Quemador	1	Mezcla el GLP con el aire para que a través del piloto se inicie la combustión	A	No inicia la combustión	1	Fallo de programador que inicia la combustión	Bloqueo del sistema No envía señal	Suciedad en programador, contactos sulfatados	9	3	7	189	Reducción deseable
Ventilador de quemador	1	Impulsar aire hacia el quemador para la generación de la combustión	B	No impulsa el aire	1	Condensador de motor quemado	Motor recalienta	Condensador excedió vida útil, vibraciones del motor, falta de mantenimiento	8	3	10	240	Inaceptable
Toma de aire de quemador	1	Permite el paso de flujo de aire adecuado para la combustión	C	No impulsa el flujo adecuado de aire	2	Bobina recalientada	No enciende el motor	Falta de mantenimiento	8	3	9	216	Inaceptable
Sensor de flama	1	Permite el paso del GLP para el inicio de combustión	D	No hay detección de flama y no permite el paso de GLP	1	Damper no apertura correctamente	La combustión no es adecuada	Regulación damper, contactos sulfatados	8	3	8	192	Reducción deseable
Columna Mccdonell	1	Controla el nivel de agua del caldero	E	No hay control de nivel	1	Falla en el sistema de alimentación de agua	Bloqueo de la caldera por seguridad	Componentes interiores con suciedad e incrustaciones	9	5	7	315	Inaceptable
					2	Control Mccdonell dañado	Bloqueo de la caldera por seguridad	Electrodos sulfatados	9	4	7	252	Inaceptable
Presostato	1	Mantiene la presión constante en el caldero, enviando señal al quemador para activación	F	No envía señal al quemador	1	Diaphragma roto	Caldera funciona sin control y activa válvulas de seguridad	Antigüedad del componente	9	3	7	189	Reducción deseable
					2	Presostato con incrustaciones	Caldera no produce vapor	Los muelles se pegan por suciedad, incrustaciones	9	4	7	252	Inaceptable
Electrodo	1	Refleja la chispa para encender el piloto	G	No hay chispa	1	Falla por calibración	Bloqueo del sistema	Mala regulación de electrodos	9	3	9	243	Inaceptable
					2	Falla por sulfatación	Bloqueo del sistema	Falta de limpieza a electrodos	9	4	10	360	Inaceptable
Valvula Check alimentación de agua	1	Permite el paso de agua en una sola dirección	H	No sella correctamente y permite el retorno del vapor hacia la red de agua	1	Vapor retorna a la red de agua y bomba no puede succionar agua hacia el caldero	Caldero se queda sin agua y se bloquea sistema	Acumulación de sarro e incrustaciones en las paredes de la válvula	10	4	9	360	Inaceptable
Purga de fondo	1	Purgar el caldero de sales en el fondo del hogar	I	No purga correctamente el caldero	1	Empaquetaduras rotas	Sales almacenadas al fondo del hogar del caldero	Empaquetaduras excedieron vida útil	10	3	10	300	Inaceptable
Manómetro	1	Permite visualizar la presión en la que está trabajando el sistema	J	No se visualiza la presión en la que trabaja el sistema	1	Manómetro deformado	No permite visualizar el rango de presión de trabajo del equipo	Excedió su vida útil, falta de monitorización	8	3	8	192	Reducción deseable

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15: AMEF de Bomba de Caldero

Nombre de la Máquina: Bomba de Caldero		Realizado por: Bryan Erwin Manuel Valverde Cumpa						N° AMEF: 02		Pag: 2 de 8							
Función: Bombear agua de alimentación hacia la caldera		Aprobado por: Alexander Querevali Morante						Condiciones existentes									
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual				
Motor	1	Hace girar el eje	A	No gira el eje de motor	1	Rodajes averiados	Recalentamiento de bobina de motor	Rodamiento excedió su vida útil	9	3	7	189	Reducción deseable				
					2	Eje atascado por suciedad	Bobina de motor quemada	Falta de mantenimiento a rotor de motor	10	4	8	320	Inaceptable				
					3	Eje el impulsor con incrustaciones	Recalentamiento de motor por sobreesfuerzo de trabajo	Falta de lubricación de eje	9	3	8	216	Inaceptable				
Caja de conexiones	1	Alimentación eléctrica a motor	C	No hay alimentación eléctrico para motor	1	No hay agua en el hogar del caldero	Contactor de alimentación averiado	Contactos sulfatados, falta de limpieza, falso contacto de terminales	9	4	9	324	Inaceptable				
					2	Impulsa agua para el caldero	B	No impulsa caudal adecuado de agua	2	Hay vapor en la red de agua	Válvula check con sales, incrustaciones	Falta de mantenimiento	9	4	7	252	Inaceptable
					3	Ingresa poco caudal de agua	Bobinado en mal estado	Sellado inadecuado de válvula check	9	4	3	108	Aceptable				
Ventilador	1	Ventilar al motor	D	No ventila el motor	1	Bomes recalientados	Cortocircuito, recalentamiento de motor	Falso contacto de bornes	9	3	8	216	Inaceptable				
					2	Cables recalientados	Cortocircuito, recalentamiento de motor	Contactos sulfatados y flojos	9	3	8	216	Inaceptable				
Tablero alimentador	1	Alimentación eléctrica y automática a Bomba de agua	E	No hay alimentación eléctrica y automática a Bomba de agua	1	Motor excede temperatura de trabajo	Recalentamiento de motor, bobina	Ventilador roto, excedió su vida útil	9	3	7	189	Reducción deseable				
					3	Radar de nivel averiado	No enciende motor, bajo nivel de agua, sobrepresión en caldero	Radar excedió su vida útil, falta de monitorización	2	4	9	72	Aceptable				
Manómetro	1	Permite visualizar la presión en la que está trabajando el sistema	F	No se visualiza la presión en la que trabaja el sistema	1	Contactor quemado	No enciende motor, bajo nivel de agua, sobrepresión en caldero	Contactos sulfatados, falso contacto de terminales, suciedad en contactor.	10	3	9	270	Inaceptable				
					1	Manómetro deformado	No permite visualizar el rango de presión de trabajo del equipo	Excedió su vida útil, falta de monitorización.	8	3	8	192	Reducción deseable				

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 16: AMEF de Compresor de aire

Nombre de la Máquina: Compresor de aire		Realizado por: Brayan Erwin Manuel Valverde Cumpa		N° AMEF: 03		Pag: 3 de 8							
Función: Generar aire comprimido para los calentadores de agua				Aprobado por: Alexander Querevalu Morante									
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Rodamientos	1	Reduce la fricción entre un eje y las piezas, conectadas por medio de rodajes, sirve de apoyo y facilita su desplazamiento	A	Rodajes presentan recalentamiento, vibraciones, genera ruido y se visualiza corrosión	1	Sobrecalentamiento	No trabaja en su total eficiencia	Falta de lubricación	9	4	9	324	Inaceptable
					2	Vibraciones	Ruido excesivo	Rodamiento excedió su vida útil	9	4	8	288	Inaceptable
					3	Corrosión	No trabaja en su total eficiencia	Rodamiento presenta suciedad y humedad	9	3	8	216	Inaceptable
Sello del eje	1	Evita la fuga de aceite y presión, garantiza hermeticidad del motor	B	Rastros de aceite en cuerpo del compresor	1	Fuga de aceite	Paro de funcionamiento del equipo	Desgaste por horas de trabajo	8	3	10	240	Inaceptable
Motor del compresor	1	Dar arranque y poner en operatividad el equipo	C	No funciona el compresor	1	Contacto y relé averiados	No comprime aire correctamente, recalentamiento de motor	Contactos sulfatados, falso contacto de terminales, suciedad en contactor y relé	9	3	9	243	Inaceptable
Tanque de almacenamiento de aire	1	Almacena el aire comprimido	D	Almacena humedad junto al aire comprimido	1	Humedad en línea de aire	Mal funcionamiento de equipos a los que alimenta	No se purga equipo	7	4	10	280	Inaceptable
Filtro de aire	1	Retiene el polvo y partículas que pueden ingresar al compresor	E	No funciona correctamente y no retiene el polvo	1	Deformación de filtro	Entra aire al motor y se llena de tierra	Filtro roto, desgaste, no sella adecuadamente,	8	3	8	192	Reducción deseable
					2	Saturación de polvo	No ingresa aire para la generación de compresión		8	3	8	192	Reducción deseable
Filtro de aceite	1	Retiene restos de aceite que salgan de motor hacia la red de aire	F	No retiene restos de aceite que ingresan al sistema	1	Deformación de filtro	Se deterioran piezas de los equipos que funcionan con el sistema de aire comprimido	Falta de mantenimiento, excedió su vida útil, desgaste	9	3	10	270	Inaceptable
					1	Cables recalentados	Activo deja de funcionar, cortocircuito	Tomillos y boneras flojas	10	3	10	300	Inaceptable
Presostato	1	Envía señal de encendido al motor por falta de presión de aire, mantiene presión constante del sistema	G	Presostato no envía señal y no se mantiene la presión constante	2	Resorte de presostato estirado	Activo no deja de funcionar, no se llega la presión establecida y requerida	Horas de trabajo, componente excedió su vida útil	8	3	8	192	Reducción deseable
					3	Bomeras recalentadas	Activo deja de funcionar, cortocircuito	Falta de limpieza, suciedad, polvo, humedad	8	2	10	160	Reducción deseable
					4	Válvula antirretorno averiada	Activo no deja de funcionar, no se llega la presión establecida y requerida	No se purga equipo, válvula excedió vida útil	9	3	9	243	Inaceptable
Manómetro	1	Permite visualizar la presión en la que está trabajando el sistema	H	No se visualiza la presión en la que trabaja el sistema	1	Manómetro deformado	No permite visualizar el rango de presión de trabajo del equipo	Excedió su vida útil, falta de monitorización.	8	3	8	192	Reducción deseable

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 17: AMEF de Ablandador de agua

Nombre de la Máquina: Ablandador de agua		Realizado por: Brayan Erwin Manuel Valverde Cumpa		N° AMEF: 04		Pag: 4 de 8							
Función: Generar agua blanda para la red de los equipos				Aprobado por: Alexander Querevalu Morante									
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Programador	1	Permite regeneración automática de la resina y la producción de agua blanda cada cierto tiempo	A	No se regenera el agua y se obtiene agua dura	1	Desprogramación	No produce agua blanda	Cortes de energía	8	4	10	320	Inaceptable
					2	Conector rajado	Fuga de agua	Desgaste por horas de trabajo, vibraciones	9	3	10	270	Inaceptable
					3	Fuga de agua	Riesgo de que se malogre placa electrónica	Falta de mantenimiento y monitorización	9	2	10	180	Reducción deseable
Tuberías	1	Conduce el líquido sin impurezas y minerales	B	No trabaja eficientemente y no conduce líquido requerido	1	Picadura de tubería	Paro de funcionamiento del equipo, pérdida de presión y caudal	Tubería excedió vida útil, falta de monitorización y mantenimiento	9	2	10	180	Reducción deseable
					2	Fuga de agua	Paro de funcionamiento del equipo		7	2	10	140	Reducción deseable
Válvula	1	Regula el paso de agua hacia las tuberías cuando se realiza la regeneración de agua	C	No regula el paso correcto del agua	1	Fuga de agua y sobre consumo	Exceso de consumo de agua y expansión de H2O por zona de máquinas	Válvula excedió tiempo de vida útil	7	2	8	112	Aceptable
Tanque Salmuera	1	Almacena la salmuera que sirve para la regeneración de la resina	D	No almacena la suficiente cantidad de H2O	1	Tanque rajado	Fuga de agua en sala de máquinas	Falta de mantenimiento y monitorización	10	5	5	250	Inaceptable
					2	Falta de NaCl	No regenera correctamente el H2O		8	4	8	256	Inaceptable
Filtro de ablandador	1	Realiza el intercambio iónico	E	No regenera el agua correctamente	1	Agua no está dentro de los parámetros requeridos	Equipos se desgastan más rápidos, incrustaciones en accesorios de equipos, procesos inadecuados	Resina catiónica excedió vida útil, falta de monitorización	8	4	8	256	Inaceptable
Manómetro	1	Permite visualizar la presión en la que está trabajando el sistema	F	No se visualiza la presión en la que trabaja el sistema	1	Manómetro deformado	No permite visualizar el rango de presión de trabajo del equipo	Excedió su vida útil, falta de monitorización.	8	3	8	192	Reducción deseable

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 18 AMEF de Marmita a vapor

Nombre de la Máquina: Mamita 100LT		Realizado por: Brayan Erwin Manuel Valverde Cumpa		N° AMEF: 05		Pag: 5 de 8							
Función: Cocción de alimentos				Aprobado por: Alexander Querevalu Morante									
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Válvula de seguridad	1	Aperturar y aliviar un aumento de la presión interna del vapor	A	No apertura por aumento de presión de vapor	1	Resorte estirado, rígido	Presión excesiva, deformación de estructura	Falta de lubricación y mantenimiento	10	3	9	270	Inaceptable
					2	Asiento desgastado, rajado o roto	Cierre de flujo de vapor impreciso, fuga de vapor	Fricción de asiento con flujo de vapor y estructura de válvula	10	2	9	180	Reducción deseable
					1	Resorte rígido		Falta de mantenimiento y lubricación, falta de monitorización, fricción de asiento con estructura de válvula, válvula excedió vida útil	10	4	10	400	Inaceptable
Válvula reguladora de presión	1	Regular la presión de vapor proveniente de la línea principal de acuerdo a especificaciones del equipo	B	No regula la presión de ingreso de vapor	2	Resorte roto	Deficiente control de temperatura, sobrepresión de vapor, regulación y cierre de flujo de vapor impreciso		10	3	10	300	Inaceptable
					3	Asiento desgastado, rajado o roto			10	3	10	300	Inaceptable
Manómetro	1	Medición de presión manométrica de vapor para el control de funcionamiento del equipo	C	No permite visualizar ni monitorear adecuadamente la presión de vapor que ingresa al equipo	1	Descalibración (Fuera de rango)	Lectura inadecuada e imprecisa de presión vapor para trabajo del equipo.	Manómetro excedió su tiempo de vida útil, falta de mantenimiento	8	3	10	240	Inaceptable
					2	Pegado / inamovilidad de agua			8	3	10	240	Inaceptable
Trampa de vapor de flotador	1	Filtrar vapor condensado y gases no condensables	D	No filtra el condensado de vapor adecuadamente	1	Flotador (Boya) con picaduras, incrustaciones y corrosión	Amastre, fugas de vapor, acumulación de condensado dentro de la cámara de vapor, inadecuada calidad de vapor y cocción de alimentos	Falta de mantenimiento	8	4	9	288	Inaceptable
					2	Articulación rígida (pérdida de movimiento)			8	4	8	256	Inaceptable
Cámara de vapor	1	Almacena vapor para la transferencia de calor, cocción de alimentos	E	No almacena vapor y no se hace la transferencia de calor	1	Deformación de estructura de cámara	Fugas, picaduras de estructura, deformación	Falta de mantenimiento	9	2	9	162	Reducción deseable

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 19: AMEF de Lavadora Industrial

Nombre de la Máquina: Lavadora Industrial		Realizado por: Bryan Erwin Manuel Valverde Cumpa		N° AMEF: 06		Pag: 6 de 8									
Función: Lavado de ropa quirúrgica para servicios del Hospital		Aprobado por: Alexander Querevalú Morante		Condiciones existentes											
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual		
Motor eléctrico	1	Genera movimiento horario y antihorario al tambor de lavadora	A	No genera movimiento giratorio al tambor	1	No llega energía al motor	No hay movimiento rotatorio en motor	Cables recalentados, terminales sulfatados, bobina de motor recalentada, falla de mantenimiento	8	4	9	288	Inaceptable		
					2	Motor no enciende			8	4	9	288	Inaceptable		
					3	Motor quemado			8	2	10	160	Reducción deseable		
Tablero eléctrico	1	Alimentación eléctrica al sistema de lavadora	B	No genera alimentación eléctrica al activo	1	Interruptor general averiada	No enciende la lavadora	Falta de mantenimiento, falta de monitores de operario, terminales de conexión quemados, no enciende lavadora, cortocircuito	9	3	9	243	Inaceptable		
					2	Interruptor general bajo			8	3	5	120	Acceptable		
					3	Conexiones recalentadas			10	3	9	270	Inaceptable		
Sistema electrónico, sensores	1	Permite conectar sistemas automáticos internos con los componentes mecánicos, neumáticos y eléctricos	C	No permite la conexiones internas y comunicación entre sistemas automáticos y componentes de lavadora	1	Interruptor general averiada	El dispositivo de seguridad deja de funcionar, se apertura internamente y tarjeta no funciona, se corta el paso de la energía eléctrica	Sobrecarga eléctrica, mala conexión del circuito, corto circuito	8	3	9	216	Inaceptable		
					2	Falla en fuente de poder			No alimenta las tarjetas de control del equipo	Sobrecarga eléctrica, vibraciones por movimientos bruscos de equipo, sulfatación	8	2	9	144	Reducción deseable
					3	Falla en tarjeta electrónica de entradas y salidas			No genera señales para los distintos puntos de distribución.	Sobrecarga eléctrica, recalentamientos, contactos sulfatados, polvo	8	2	9	144	Reducción deseable
Variador	1	Controla los movimientos rotatorios del motor y tambor, recibiendo órdenes del sistema electrónico	D	No controla los movimientos rotatorios del motor y tambor, no recibe órdenes del sistema electrónico	1	Variador en falla	Variador bloqueado, equipo no realiza sus actividades normalmente	Sobrecarga eléctrica, recalentamientos, contactos sulfatados, polvo	8	2	10	160	Reducción deseable		
					3	Falla en tarjeta de memoria	Deja de almacenar información de los procesos de lavado, los programas se deben volver a integrar	Sobrecarga eléctrica, recalentamientos, contactos sulfatados, polvo	8	2	9	144	Reducción deseable		
					4	Falla en tarjeta de memoria	Deja de almacenar información de los procesos de lavado, los programas se deben volver a integrar	Sobrecarga eléctrica, recalentamientos, contactos sulfatados, polvo	8	2	9	144	Reducción deseable		
Final de línea	1	Filtrar vapor condensado y gases no condensables	E	No filtra el condensado de vapor adecuadamente	1	Se obstruye final de línea	Temperatura inadecuado, sistema bloqueado	Falta de monitoreo y mantenimiento	10	3	10	300	Inaceptable		
Estación reductora	1	Regula la presión de vapor con la que trabaja el activo	F	No se regula adecuadamente el flujo de vapor que ingresa a la máquina	1	Válvula no regula flujo de vapor	Temperatura de trabajo inadecuada, no ingresa vapor	Falta de mantenimiento y lubricación	10	3	10	300	Inaceptable		
Válvula distribuidora de caudal de detergente-agua	1	Distribución de detergente y agua para cada proceso	G	Inadecuada dosificación de fluido de agua y detergente para los procesos del equipo	1	Bajo flujo de agua	Falta de fluido para operación de máquina	Mala calidad de vapor, corrosión, incrustaciones	8	2	9	144	Reducción deseable		
					2	Obstrucción o bloqueo de válvula	No proporciona la cantidad de detergente o agua ideal	Falta de mantenimiento, incrustaciones, excedió vida útil	8	2	10	160	Reducción deseable		
					3	Válvula rota	Pérdida de fluido	Corrosión, cavitación, sobrepresión, vibraciones	8	2	10	160	Reducción deseable		
Mangueras dispensadoras	1	Distribución del fluido	H	No se distribuye fluido adecuadamente	1	Manguera obstruida	No hay paso de fluido	Falta de mantenimiento y limpieza a mangueras	8	2	8	128	Reducción deseable		
					2	Manguera fisurada	Pérdida de fluido	Manguera excede su vida útil	8	2	8	128	Reducción deseable		
Pernos y tuercas de fijación de puerta	1	Asegurar adecuadamente puerta del equipo	I	No se asegura puerta adecuadamente	1	Pernos rotos, rajados	Desperdicio de agua y material por puerta mal sellada	Sobre esfuerzo, corrosión, vibraciones, falta de mantenimiento, pernos flojos	10	2	7	140	Reducción deseable		
Pestillo de puerta	1	Bloquea automático de puerta cuando activo está en funcionamiento	J	No se bloquea adecuadamente la puerta cuando activo está en funcionamiento	1	Pestillo no activa por baja presión de aire	Puerta insegura, puede abrirse expulsando material, fluidos e indumentaria	Baja presión en sistema de aire comprimido	10	3	10	300	Inaceptable		
Empaquetadura de puerta	1	Impide fuga de fluidos que se utilizan en el proceso de operación de activo	K	No sella correctamente lavadora	1	Empaquetadura desgastada o rota	Fuga de fluidos al exterior, desperdicio de agua y material por puerta mal sellada	Falta de mantenimiento	9	3	9	243	Inaceptable		
Fajas	1	Transmisión de energía eléctrica a mecánica	L	No se realiza la transmisión de energía	1	Faja rota	Se pierde la transmisión del mecanismo, no gira el tambor	Sobre esfuerzo, excedió vida útil, falta de mantenimiento	8	3	8	192	Reducción deseable		
					2	Faja salida de la polea	No se transmite la energía necesaria para el giro, se pierde fuerza	Mala elección de fajas, exceso de vibraciones, eje desalineado	8	4	8	256	Inaceptable		
Sensor de giro	1	Detectan el número de revoluciones, posición y velocidad de sistema rotativo	M	No detectan el número de revoluciones, posición y velocidad del sistema rotativo	1	No sensa correctamente	No se puede controlar el proceso actual, no se puede utilizar la máquina	Exceso de vibraciones, pernos de fijación de sensor flojos, sensor descalibrado	8	2	9	144	Reducción deseable		
Eje	1	Guía para el movimiento rotacional	N	Guía deformada para el movimiento rotacional	1	Eje roto	No hay transmisión de movimiento rotativo	Excesiva carga al momento de operar activo, falta de monitorización de equipo, eje excedió vida útil, falta de mantenimiento de eje, falta de lubricación del eje, falta de calibración de eje	10	2	9	180	Reducción deseable		
					2	Eje deformado	Gran cantidad de vibraciones en el activo, inoperatividad de elementos asociados	8	3	9	216	Inaceptable			
					3	Eje desgastado	Vibraciones que perjudican la transmisión	8	3	9	216	Inaceptable			

**Fuente: Elaboración propia**

## Anexo 20: AMEF de Secadora Industrial

Nombre de la Máquina: Secadora Industrial			Realizado por: Bryan Erwin Manuel Valverde Cumpa				N° AMEF: 07		Pag: 7 de 8				
Función: Secado de ropa quirúrgica para servicios del Hospital			Aprobado por: Alexander Querevalu Morante				Condiciones existentes						
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Motor eléctrico	1	Genera movimiento horario y antihorario al tambor de lavadora	A	No genera movimiento giratorio al tambor	1	No llega energía al motor	No hay movimiento rotatorio e motor	Cables recalentados Terminales sulfatados Rodamientos excedió su vida útil	8	4	9	288	Inaceptable
					2	Motor no enciende			8	4	9	288	Inaceptable
					3	Motor quemado			8	2	10	160	Reducción deseable
Tablero eléctrico	1	Alimentación eléctrica al sistema de lavadora	B	No genera alimentación eléctrica al activo	1	Interruptor general averiada	No enciende la lavadora	Contactos sulfatados Falso contacto Falta de mantenimiento Falta de monitorización	9	3	9	243	Inaceptable
					2	Contactores recalentados	Contactores no funcionan, fases quemadas		8	3	9	216	Inaceptable
					3	Contactores craquean	Recalentamiento de contactor, corte de fluido eléctrico		8	4	9	288	Inaceptable
					4	Cables recalentados	Cables se queman y corte de fluido eléctrico		9	3	9	243	Inaceptable
Sistema electrónico	1	Permite conectar sistemas automáticos internos con los componentes mecánicos, neumáticos y eléctricos	C	No permite la conexiones internas y comunicación entre sistemas automáticos y componentes de lavadora	2	Falla en fuente de poder	No energiza tarjetas de control del equipo	Bomes y terminales sulfatados, polvo, suciedad, falta de mantenimiento	8	2	9	144	Reducción deseable
					3	Falla en tarjeta electrónica	No genera señales de pulso para los distintos puntos de distribución.		8	2	9	144	Reducción deseable
					4	Falla en tarjeta de memoria	No almacenar información de los procesos, los programas se deben volver a integrar		8	2	9	144	Reducción deseable
Final de línea	1	Filtrar vapor condensado y gases no condensables	D	No filtra el condensado de vapor adecuadamente	1	Se obstruye final de línea con incrustaciones, calche	Temperatura inadecuada de trabajo, activo no trabaja eficientemente	Falta de monitoreo y mantenimiento por parte de operario	10	3	10	300	Inaceptable
Electroválvula distribuidora de vapor	1	Alimentación de vapor para cada proceso	E	Inadecuada dosificación de vapor para los procesos del equipo	1	Bajo flujo de vapor	Falta de fluido de vapor para operación de máquina	Electroválvula excedió vida útil Falta de mantenimiento Lubricación de válvula	8	2	9	144	Reducción deseable
					2	Válvula no apertura	No proporciona la cantidad de vapor adecuado o ídeal		8	2	10	160	Reducción deseable
Pernos y tuercas de fijación de puerta	1	Asegurar adecuadamente puerta del equipo	F	No se asegura puerta adecuadamente	1	Pernos rotos, rajados	Desperdicio de agua y material por puerta mal sellada	Falta de mantenimiento Pernos flojos Manguera de presión picada Manguera excede vida útil Falta de monitorización decompresor	10	2	7	140	Reducción deseable
					1	Pestillo no activa por baja presión de aire	Puerta insegura, puede abrirse expulsando material, fluidos e indumentaria		10	3	10	300	Inaceptable
Empaquetadura de puerta	1	Impide fuga de fluidos que se utilizan en el proceso de operación de activo	H	No sella correctamente lavadora	1	Empaquetadura desgastada o rota	Fuga de fluidos al exterior, desperdicio de agua y material por puerta mal sellada	Empaquetadura excedió vida útil Falta de lubricación y mantenimiento	9	3	9	243	Inaceptable
					1	Fajas	Se pierde la transmisión del mecanismo, no gira el tambor, se pierde fuerza		Faja excedió vida útil Polea descalibrada Vibraciones constantes	8	3	8	192
Sensor de giro	1	Detecta el número de revoluciones, posición y velocidad de sistema rotativo	J	No detecta el número de revoluciones, posición y velocidad del sistema rotativo	2	Faja salida de la polea	No se puede controlar el proceso actual, no se puede utilizar la máquina	Base de sensor floja, pernos de sujeción de sensor flojo, sensor mal ubicado	8	4	8	256	Inaceptable
					1	No sensa correctamente			8	2	9	144	Reducción deseable
Serpentín de vapor	1	Realiza el intercambio de calor para el proceso de secado	K	No realiza el intercambio de calor para el proceso de secado	1	Fuga en serpentín	No se seca la ropa adecuadamente, demora el proceso de secado	Serpentín flojo, picado por humedad, suciedad, polvo Bobina quemada, falso contacto en caja de conexiones de motor, contactores averiados Falta de mantenimiento y monitorización, electroválvula excedió tiempo de vida útil Ecesiva carga al momento de operar activo, falta de monitorización de equipo, eje excedió vida útil	10	3	9	270	Inaceptable
					2	Motor extractor quemado	No seca la ropa		9	3	10	270	Inaceptable
					3	Electroválvula no activa	No permite el paso de vapor		9	2	10	180	Reducción deseable
Eje	1	Guía para el movimiento rotacional	L	No existe guía para el movimiento rotacional	1	Eje roto	No hay transmisión de movimiento rotativo	Falta de mantenimiento de eje Falta de lubricación y calibración de eje	10	2	9	180	Reducción deseable
					2	Eje deformado	Gran cantidad de vibraciones en el activo, inoperatividad de elementos asociados		8	3	9	216	Inaceptable
					3	Eje desgastado	Vibraciones que perjudican la transmisión		8	3	9	216	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 21: AMEF de Calandria

Nombre de la Máquina: Calandria			Realizado por: Bryan Erwin Manuel Valverde Cumpa				N° AMEF: 08		Pag: 8 de 8				
Función: Planchado de sábanas para servicios del Hospital			Aprobado por: Alexander Querevalu Morante				Condiciones existentes						
Componente	F	Función	FF	Falla de Función	MF	Modo falla	Efectos del modo falla	Causa potencial	G	O	D	NPR	Condición actual
Motor eléctrico	1	Genera movimiento horario y antihorario al tambor de lavadora	A	No genera movimiento giratorio al tambor	1	No llega energía al motor	No hay movimiento rotatorio en motor	Cables recalentados Terminales sulfatados Rodamientos excedió su vida útil	8	4	9	288	Inaceptable
					2	Motor no enciende			8	4	9	288	Inaceptable
					3	Motor quemado			8	2	10	160	Reducción deseable
Tablero eléctrico	1	Alimentación eléctrica al sistema de lavadora	B	No genera alimentación eléctrica al activo	1	Interruptor general averiada	No enciende la lavadora	Contactos sulfatados Falso contacto Falta de mantenimiento	9	3	9	243	Inaceptable
					2	Contactores recalentados	Contactores no funcionan, fases quemadas		8	3	9	216	Inaceptable
					3	Contactores craquean	Recalentamiento de contactor, corte de fluido eléctrico		8	4	9	288	Inaceptable
					4	Cables recalentados	Cables se queman y deja activo fuera de servicio		9	3	9	243	Inaceptable
Final de línea	1	Filtrar vapor condensado y gases no condensables	C	No filtra el condensado de vapor adecuadamente	1	Se obstruye final de línea con incrustaciones, calche	Temperatura inadecuada, sistema bloqueado eficientemente	Falta de mantenimiento Incrustaciones, guías flojas y descalibradas, falta de mantenimiento a motor	10	3	10	300	Inaceptable
Cintas guía	1	Guiar diferentes prendas a través del Rodillo planchador	D	No guía correctamente las prendas	1	Cuñas rotas	No hay movimiento de prendas a través del rodillo planchador		10	5	3	150	Reducción deseable
Rodillo de compresión	1	Planchar prendas por medio de la compresión	E	No hay compresión correcta y no plancha bien las prendas	1	No hay rotación	No se puede llevar a cabo el planchado		9	3	8	216	Inaceptable
					2	Sobrecalentamiento	Planchado defectuosos	Termostato dañado	8	3	9	216	Inaceptable

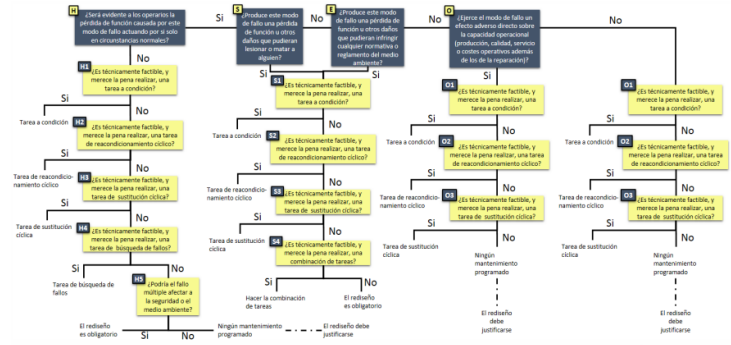
Fuente: Elaboración propia

### Anexo 22: Formato de Hoja de decisión o Árbol de decisiones

**Descripción:**

La hoja de decisión, se divide en 16 columnas, las columnas encabezadas F, FF y FM (función, falla funcional, modo de falla), identifican los modos de fallo. Los encabezados en las siguientes 10 columnas hacen referencia a las preguntas del diagrama de decisión de R.C.M. del siguiente modo: Las cuatro columnas encabezadas por H, S, E, O y N, sirven para registrar las respuestas de las preguntas referidas a las consecuencias de los modos de falla, las siguientes tres columnas (encabezadas H1, H2, H3 etc.) sirven para registrar si una tarea proactiva ha sido seleccionada, y de ser así, el tipo de tarea ya que puede ser una tarea a condición (deja que los equipos funcionen a condición de seguir satisfaciendo la necesidad que cubre), tarea de reacondicionamiento cíclico (consiste en realizar reparaciones de un componente o conjunto completo) o una Tarea de sustitución cíclica (aquí se descarta el elemento antes de, o en el límite de su vida útil). Si fuera necesario responder a cualquier de las preguntas “a falta de”, se debe utilizar las columnas encabezadas H4 y H5, o S4, estas columnas responden a saber si se debe realizar una búsqueda de falla, un rediseño, una combinación de tareas o ningún tipo de mantenimiento. Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada, la frecuencia de la tarea y el responsable para hacerlo. La columna “tarea propuesta” también se utiliza para registrar los casos donde se requiere el rediseño, o aclarar que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.

Hoja de decisión																
Modo de falla		Preguntas										Tarea propuesta				
F	FF	FM	H	S	E	O	N	H1	H2	H3	H4	H5	S4	Tarea	Frecuencia	Responsable



Fuente: Parra y Crespo, 2012

### Anexo 23: Hoja de decisión Caldero

Función: Sistema de vapor										Máquina: Caldero				Código : 0101CD0X		
Referencias de información		Evaluación de consecuencias					H1 H2 H3			Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Sopletear programador, contactos y tarjeta electronica Aplicar limpia contactos periodicamente	1 mes	Técnico electromecánico	
1	B	1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Realizar mediciones periódicas y ajustes de motor ventilador.	1 mes	Técnico electromecánico	
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambiar condensador	1 año	Técnico electromecánico	
1	B	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Sopleteo y limpieza a motor ventilador	1 año	Técnico electromecánico	
1	C	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y aplicación de limpiador de contactos entrada de aire de damper	3 meses	Técnico electromecánico	
1	D	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de lente de fotocelda	1 mes	Técnico electromecánico	
1	E	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza interna de columna Mccdonell	3 meses	Técnico electromecánico	
1	E	2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Lijado de electrodos de Mccdonell	3 meses	Técnico electromecánico	
1	F	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambiar presostato	1 año	Técnico electromecánico	
1	F	2	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Sopletear presostato	3 meses	Técnico electromecánico	
1	G	1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Calibrar electrodos de piloto	3 meses	Técnico electromecánico	
1	G	2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Lijado de electrodos de piloto	1 mes	Técnico electromecánico	
1	H	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza y mantenimiento de válvula Check	3 meses	Técnico electromecánico	
1	I	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de empaquetaduras de purga de fondo	6 meses	Técnico electromecánico	
1	J	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de manómetro	1 año	Técnico electromecánico	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 24: Hoja de decisión Bomba de Caldero

Función: Sistema de alimentación de agua										Máquina: Bomba de caldero				Código : 0102BCOX	
Referencias de información		Evaluación de consecuencias			H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4				H5	S4
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de rodamientos	6 meses	Técnico electromecánico
1	A	2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Aplicación de solvente dielectrico bobina de motor	6 meses	Técnico electromecánico
1	A	2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Rebamizado de bobina de motor	6 meses	Técnico electromecánico
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación a eje de motor	6 meses	Técnico electromecánico
2	B	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Sopleteo y limpieza de contactor eléctrico alimentador de bomba	3 meses	Técnico electromecánico
2	B	1	S	S	N	N	N	S	S	-	-	-	Cambio de contactor electrico de bomba de agua	1 año	Técnico electromecánico
2	B	2	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza y mantenimiento a válvula check	3 meses	Técnico electromecánico
2	B	3	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Verificación de estado de válvul check	1 año	Técnico electromecánico
1	C	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de caja de conexiones de motor	3 meses	Técnico electromecánico
1	C	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de terminales y cables alimentadores de bomba de agua	3 meses	Técnico electromecánico
1	D	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de ventilador de bomba de agua	2 meses	Técnico electromecánico
1	E	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza, sopleteo y mantenimiento de tablero electrico	3 meses	Técnico electromecánico
1	E	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Mantenimiento de cables y terminales alimentadores	2 meses	Técnico electromecánico
1	E	3	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de radar de nivel de agua	1 año	Técnico electromecánico
1	E	4	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de contactor alimentador de bomba	3 meses	Técnico electromecánico
1	E	4	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de contactor alimentador de bomba de agua	1 año	Técnico electromecánico
1	F	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de manómetro	1 año	Técnico electromecánico

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 25: Hoja de decisión de Compresor de aire

Función: Generación de aire comprimido										Máquina: Compresor de aire				Código : 0104CCA00	
Referencias de información		Evaluación de consecuencias			H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4				H5	S4
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio aceite a cabezal de pistones	6 meses	Técnico electromecánico
1	A	2	S	N	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de rodamientos de cabezal	6 meses	Técnico electromecánico
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de cabezal de compresor	6 meses	Técnico electromecánico
1	B	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de eje de cabezal de compresor	6 meses	Técnico electromecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de sello de eje de cabezal de compresor	1 año	Técnico electromecánico
1	C	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Sopleteo y limpieza de contactor eléctrico alimentador de compresor	2 meses	Técnico electromecánico
1	C	1	S	S	N	N	N	S	S	-	-	-	Cambio de contactor electrico y relé térmico de bomba de compresor	1 año	Técnico electromecánico
1	D	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Purgar tanque de almacenamiento de aire de compresor	1 semana	Técnico electromecánico
1	E	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de filtro de aire	1 año	Técnico electromecánico
1	E	2	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Limpieza de filtro de aire	1 mes	Técnico electromecánico
1	F	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de filtro de aceite	1 mes	Técnico electromecánico
1	F	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de filtro de aceite	1 año	Técnico electromecánico
1	G	1	S	S	N	N	N	S	N	-	-	-	Ajuste de tornillos y bomeras	1 mes	Técnico electromecánico
1	G	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de presostato	2 meses	Técnico electromecánico
1	G	3	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo a presostato	1 año	Técnico electromecánico
1	G	4	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de válvula check antiretorno de tanque de compresor	1 año	Técnico electromecánico
1	H	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de manómetro	1 año	Técnico electromecánico

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 26: Hoja de decisión de Ablandador de agua

Función: Sistema de alimentación de agua										Máquina: Ablandador de agua				Código : 0102AA00	
Referencias de información		Evaluación de consecuencias			H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4				H5	S4
1	A	1	N	N	N	N	N	S	N	-	-	-	Programar periódicamente	1 semana	Técnico electromecánico
1	A	2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de conectores	1 año	Técnico electromecánico
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Limpieza y aplicar limpia contactos a sistema del programador intemo	3 meses	Técnico electromecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Verificación e inspección de tuberías de conexión de ablandador	1 mes	Técnico electromecánico
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Verificación e inspección de tuberías de ablandador	18 meses	Técnico electromecánico
1	C	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de válvula	1 año	Técnico electromecánico
1	D	1	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Limpieza de tanque salmuera	1 mes	Técnico electromecánico
1	D	2	S	N	N	S	N	N	N	-	-	-	Dosificación de sal al tanque salmuera	Diario	Técnico electromecánico
1	E	1	N	N	N	N	N	S	N	-	-	-	Cambio resina catiónica	3 años	Técnico electromecánico
1	F	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambiar manómetro de presión	1 año	Técnico electromecánico

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 27: Hoja de decisión de Marmita

Función: Sistema de vapor										Máquina: Marmita 100 LT				Código : 0102MM0X	
Referencias de información	Evaluación de consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1 A	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Lubricación, limpieza y mantenimiento de válvula de seguridad	3 meses	Técnico electromecánico	
1 A	2	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de válvula de seguridad	2 años	Técnico electromecánico	
1 B	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza interna de válvula	3 meses	Técnico electromecánico	
1 B	2	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de resorte de válvula	1 año	Técnico electromecánico	
1 B	3	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de válvula de seguridad	18 meses	Técnico electromecánico	
1 C	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza y calibración de manómetro	3 meses	Técnico electromecánico	
1 C	2	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de manómetro	18 meses	Técnico electromecánico	
1 D	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza interna de trampa de vapor	3 meses	Técnico electromecánico	
1 D	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de trampa de vapor	2 años	Técnico electromecánico	
1 E	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza a Cámara de vapor	6 meses	Técnico electromecánico	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 28: Hoja de decisión de Marmita

Función: Sistema de vapor										Máquina: Lavadora Industrial				Código : 0401LXX	
Referencias de información	Evaluación de consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1 A	1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor	1 semana	Técnico electromecánico	
1 A	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de alimentación eléctrica de motor	3 meses	Técnico electromecánico	
1 A	3	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Aplicación de solvente dielectrico a motor	1 año	Técnico electromecánico	
1 B	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo a interruptor general	1 mes	Técnico electromecánico	
1 B	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Revisión y monitoreo diario de tablero alimentador de lavadora	Diario	Técnico electromecánico	
1 B	3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor y verificación de terminales	1 mes	Técnico electromecánico	
1 C	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de componentes de sistema electrónico (fusibles)	1 mes	Técnico electromecánico	
1 C	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de fuente poder del sistema electrónico	1 año	Técnico electromecánico	
1 C	3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de sistema electrónico	1 semana	Técnico electromecánico	
1 C	4	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Monitoreo y chequeo de parámetros de funcionamiento del sistema electrónico	1 semana	Técnico electromecánico	
1 D	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de variador	3 meses	Técnico electromecánico	
1 E	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza interna de final de línea	3 meses	Técnico electromecánico	
1 F	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de estación reductora de presión	3 meses	Técnico electromecánico	
1 G	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza general de la válvula distribuidora de caudal de agua	3 meses	Técnico electromecánico	
1 G	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza general de la válvula distribuidora de caudal de agua	3 meses	Técnico electromecánico	
1 G	3	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de válvula distribuidora de agua	1 año	Técnico electromecánico	
1 H	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza general de la manguera dispensadora	1 mes	Técnico electromecánico	
1 H	2	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de manguera dispensadora	1 año	Técnico electromecánico	
1 I	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de pernos fijadores de fijación de puerta	1 año	Técnico electromecánico	
1 J	1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Verificación y monitoreo de presión de aire que ingresa al equipo	Diario	Técnico electromecánico	
1 K	1	S	S	N	N	N	N	S	-	-	-	Cambio de empaquetaduras de puerta	1 año	Técnico electromecánico	
1 L	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Cambio de faja	1 año	Técnico electromecánico	
1 L	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Verificación y chequeo diario de sistemas de transmisión	Diario	Técnico electromecánico	
1 M	1	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Mediciones de parámetros de sensor de giro	1 semana	Técnico electromecánico	
1 N	1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Monitorización de Funcionamiento	Diario	Técnico electromecánico	
1 N	2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de eje	6 meses	Técnico electromecánico	
1 N	3	S	N	N	S	N	N	S	-	-	-	Rectificado de eje	1 año	Técnico electromecánico	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 29: Hoja de decisión de Secadora Industrial

Función: Sistema de vapor										Máquina: Secadora Industrial				Código : 0404CAL00	
Referencias de información	Evaluación de consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
	F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5			
1 A 1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor	1 semana	Técnico electromecánico		
1 A 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de alimentación eléctrica de motor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 A 3	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Aplicación de solvente dielectrico a motor	1 año	Técnico electromecánico		
1 B 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo a interruptor general	1 año	Técnico electromecánico		
1 B 2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de contactores del circuito eléctrico	1 año	Técnico electromecánico		
1 B 3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de contactor y relé térmico alimentador de motor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 B 4	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor y verificación de terminales	1 semana	Técnico electromecánico		
1 C 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de componentes de sistema electrónico (fusibles)	1 mes	Técnico electromecánico		
1 C 2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de fuente poder del sistema electrónico	1 año	Técnico electromecánico		
1 C 3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de sistema electrónico	1 semana	Técnico electromecánico		
1 C 4	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Monitoreo y chequeo de parámetros de funcionamiento del sistema electrónico	1 semana	Técnico electromecánico		
1 D 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza interna de final de línea	3 meses	Técnico electromecánico		
1 E 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Verificar parámetros de funcionamiento	Diario	Técnico electromecánico		
1 E 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de electroválvula distribuidora de vapor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 E 3	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de electroválvula distribuidora de vapor	1 año	Técnico electromecánico		
1 F 1	S	S	N	N	N	S	N	-	-	-	Cambio de pernos fijadores de fijación de puerta	1 año	Técnico electromecánico		
1 G 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Verificación y monitoreo de presiones de trabajo del equipo	Diario	Técnico electromecánico		
1 H 1	S	S	N	N	N	S	N	-	-	-	Cambio de empaquetaduras de puerta	1 año	Técnico electromecánico		
1 I 1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de faja	6 meses	Técnico electromecánico		
1 I 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Verificación y chequeo de sistemas de transmisión	Diario	Técnico electromecánico		
1 J 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Chequeo de sensor de giro	1 semana	Técnico electromecánico		
1 K 1	S	S	N	N	S	N	N	-	-	-	Verificación de serpentín de vapor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 K 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Verificación y chequeo de extractor de secadora	3 meses	Técnico electromecánico		
1 K 3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de electroválvula de alimentación de vapor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 L 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Monitorización de Funcionamiento	Diario	Técnico electromecánico		
1 L 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y lubricación de eje	6 meses	Técnico electromecánico		
1 L 3	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Rectificado de eje	1 año	Técnico electromecánico		


Fuente: Elaboración propia

### Anexo 30: Hoja de decisión de Calandria

Función: Sistema de vapor										Máquina: Calandria				Código : 0404CAL00	
Referencias de información	Evaluación de consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
	F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5			
1 A 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor	Semanal	Técnico electromecánico		
1 A 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de alimentación eléctrica de motor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 A 3	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Aplicación de solvente dielectrico a interior de motor	1 año	Técnico electromecánico		
1 B 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Sopleteo y limpieza de Interruptor general	6 meses	Técnico electromecánico		
1 B 2	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de contactores del circuito eléctrico	2 años	Técnico electromecánico		
1 B 3	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de contactor y relé térmico alimentador de motor	3 meses	Técnico electromecánico		
1 B 4	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo a tablero eléctrico	6 meses	Técnico electromecánico		
1 C 1	N	N	N	N	S	N	N	-	-	-	Limpieza a red de final de línea	6 meses	Técnico electromecánico		
1 D 1	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	Cambio de cintas guía	1 año	Técnico electromecánico		
1 E 1	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza de rodillo de compresión	3 meses	Técnico electromecánico		
1 E 2	S	N	N	S	S	N	N	-	-	-	Limpieza y sopleteo de Termostato	3 meses	Técnico electromecánico		
1 E 2	S	S	N	N	N	S	N	-	-	-	Cambio de termostato	1 año	Técnico electromecánico		

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 31: Manual de procedimiento de mantenimiento preventivo programado para equipos electromecánicos

 <p>HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE</p>	<p><b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b></p> <p><b>PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO A EQUIPOS ELECTROMECHANICOS</b></p>	<p>CODIGO: PMP-00X</p> <p>FECHA DE REVISIÓN: XX/XX/XX</p>
---	---	---

#### 1. OBJETIVO.

Definir y establecer los procedimientos para efectuar mantenimiento preventivo programado a los equipos electromecánicos asegurando su disponibilidad.

#### 2. ALCANCE

Aplica para equipos electromecánicos del Hospital Regional Lambayeque que se hayan planificado las actividades de mantenimiento.

#### 3. DEFINICIONES

**Mantenimiento Preventivo:** es el mantenimiento efectuado a ciertos momentos establecidos o según criterios prescritos, está predestinado a disminuir la probabilidad de falla o la degradación del trabajo de una unidad.

**Equipos electromecánicos:** los dispositivos electromecánicos son los que combinan partes eléctricas y mecánicas para conformar su mecanismo.

**Orden de trabajo:** Documento físico en donde se detallan los trabajos realizados a detalle al equipo.

**Ficha de control de equipo:** documento físico en donde se detallan el número y fecha de intervenciones realizadas al equipo.

#### 4. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad de jefe de la Unidad de Mantenimiento la autorización de este procedimiento.

Es responsabilidad jefe del Área Electromecánica el revisar este procedimiento.

Es responsabilidad del Jefe de Servicio dar la conformidad del servicio de mantenimiento realizado.

Es responsabilidad del técnico de mantenimiento ejecutar el cronograma de mantenimiento

preventivo

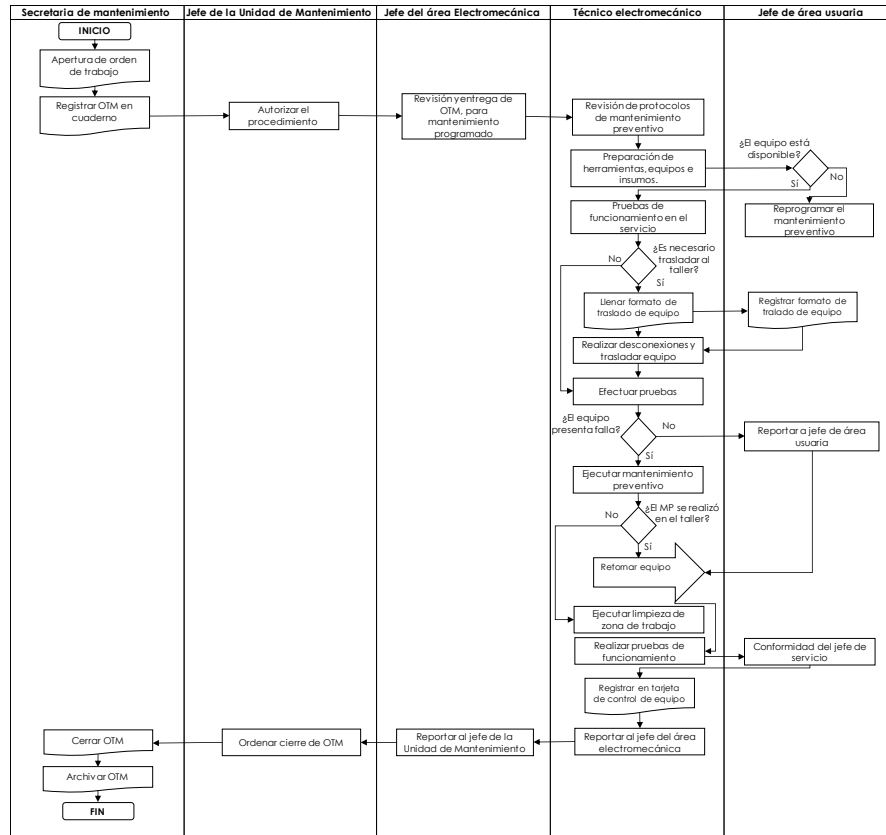
Es responsabilidad de la secretaria apertura, cerrar, recepcionar y archivar OTM.

## 5. DESARROLLO

### 5.1. Proceso de Mantenimiento preventivo programado de equipos electromecánicos.

N°	Actividad	Responsable
1	Apertura de la orden de trabajo.	Secretaria de Mantenimiento
2	Registrar en cuaderno OTM	Secretaria de Mantenimiento
3	Autorizar el procedimiento	Jefe de la Unidad de Mantenimiento
4	Revisión y entrega de OTM, para mantenimiento programado	Jefe del área electromecánica
5	Revisión de protocolos de mantenimiento preventivo.	Técnico electromecánico
6	Preparación de herramientas, equipos e insumos de mantenimiento.	Técnico electromecánico
7	Disponibilidad del equipo	Jefe de área usuaria
8	Reprogramar el mantenimiento preventivo	Jefe de área usuaria
9	Pruebas de funcionamiento en el servicio.	Técnico electromecánico
10	Es necesario trasladar el equipo al taller.	Técnico electromecánico
11	Llenar formato de traslado de equipo	Técnico electromecánico
12	Registrar formato de traslado de equipo a jefe de área usuaria	Jefe de área usuaria
13	Realizar desconexiones y trasladar equipo al taller para efectuar el mantenimiento.	Técnico electromecánico
14	Pruebas de operatividad del equipo	Técnico electromecánico
15	Diagnosticar falla	Técnico electromecánico
16	Ejecutar el mantenimiento preventivo	Técnico electromecánico
17	Mantenimiento realizó en taller	Técnico electromecánico
18	Ejecutar limpieza de zona de trabajo	Técnico electromecánico
19	Retornar el equipo al área usuaria	Técnico electromecánico
20	Realizar pruebas de funcionamiento ante el Jefe de servicio	Técnico electromecánico
21	Conformidad de orden de servicio de mantenimiento	Jefe de área usuaria
22	Registrar en tarjeta de control y hoja de vida del equipo	Técnico electromecánico
23	Reportar al jefe del área electromecánica	Técnico electromecánico
24	Reportar al jefe de la Unidad de Mantenimiento	Jefe del área electromecánica
25	Ordenar cierre de OTM	Jefe de la Unidad de Mantenimiento
25	Cerrar OTM	Secretaria de Mantenimiento
24	Archivar OTM	Secretaria de Mantenimiento

**5.2. Diagrama de flujo del proceso de Mantenimiento preventivo programado de equipos electromecánicos.**



**6. FORMATOS**

Formato / código	Título	Expediente en el área	Tiempo de retención
------------------	--------	-----------------------	---------------------

**7. REFERENCIAS**

- Manual de equipo
- Manual de operaciones de mantenimiento
- Norma ISO 9001:2015

N de revisión	Fecha de revisión	Responsables	Motivo de la Revisión	Cambios realizados
---------------	-------------------	--------------	-----------------------	--------------------

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
---------------	--------------	--------------

**Fuente: Elaboración propia**

### Anexo 32: Orden de trabajo de mantenimiento

SERVICIO		ÁREA		UBICACIÓN		
DATOS DEL EQUIPO.						
DENOMINACIÓN DEL EQUIPO		MARCA	MODELO	SERIE	CODIGO	
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA.						
DIAGNÓSTICO TÉCNICO.						
TIPO DE ATENCIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO	PRIORIDAD	EQUIPO EN GARANTÍA	TIPO DE FALLA/ CAUSA DE FALLA	FECHA DE INICIO	
R. Propio S. Contratado	Preventivo Correctivo	Urgente Programable	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	M U E P U N O	FECHA DE TÉRMINO	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO.						
OBSERVACIONES TÉCNICAS.						
REPUESTOS, ACCESORIOS Y MATERIALES UTILIZADOS.						
CANT.	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARTE	SERIE - CÓDIGO - LOTE	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL	
				TOTAL		
MANO DE OBRA						
NIVEL	RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO	H. INICIO	H. TÉRMINO	H/H	COSTO H/H	VALOR TOTAL
					TOTAL	
IMPORTE TOTAL						
				TOTAL REPUESTOS Y ACCESORIOS		
				TOTAL DE MANO DE OBRA		
				COSTO TOTAL		
CONFORMIDAD DEL SERVICIO		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO		JEFE INMEDIATO		

Fuente: Elaboración propia, en base a García 2015

### Anexo 33: Formato de solicitud de mantenimiento

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO				FECHA	
DATOS DEL SOLICITANTE				HORA	
NOMBRE				CARGO	
PERSONA A CONTACTAR				CARGO	
DATOS DEL EQUIPO					
SERVICIO	ÁREA		UBICACIÓN		
EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO/SERIE		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR					
FIRMA Y SELLO DE SOLICITANTE			FIRMA Y SELLO RECEPCION		

Fuente: Elaboración propia, en base a García 2015




### Anexo 37: Ficha técnica de equipos

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO						CÓDIGO		
						RIESGO		
IDENTIFICACION Y REGISTRO HISTORICO								
FOTOGRAFIA DEL EQUIPO	EQUIPO					MARCA		
	MODELO				SERIE			
	SERVICIO				UBICACIÓN			
	REGISTRO HISTÓRICO							
	FECHA FABRICACIÓN				FECHA DE COMPRA			
	INICIO DE OPERACIÓN				VENCIMIENTO DE GARANTÍA			
	COSTO EN SOLES				VIDA UTIL EN AÑOS			
	FABRICANTE							
	PROVEEDOR					TELÉFONO		
	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
FUENTE ALIMENTACIÓN	DE		VOLTAJE MAX.			VOLTAJE MIN.		
CORRIENTE MIN		CORRIENTE MAX.			POTENCIA			
PRESIÓN		VELOCIDAD		PESO		TEMPERATURA		
HUEMDAD		OTROS						
REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO								
RANGO DE VOLTAJE				RANGO DE CORRIENTE		FRECUENCIA		
RANGO DE PRESIÓN				RANGO DE VELOCIDAD		PESO		
RANGO DE HUMEDAD				RANGO DE POTENCIA		TEMPERATURA		
TIPO DE FUSIBLE				BATERIAS				
OTROS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE								

Fuente: Elaboración propia, en base a García 2015

## Anexo 38: Check list equipos electromecánicos de casa de fuerza

		HOJA DE RUTA (CHECK LIST) HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE UNIDAD DE MANTENIMIENTO - AREA ELECTROMECANICA									
Fecha: / /											
GENERACIÓN DE VAPOR											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CALDERO 1			CALDERO 2			CALDERO 3			
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	
1	Revisar nivel de agua, nivel de columna										
2	Purgar control de nivel										
3	Revisar sistema de alarma de equipo										
4	Lectura de presión manométrica (PSI)										
5	Lectura de presión cabecero de vapor										
6	Lectura de temperatura de chimenea de gases										
7	Lectura de temperatura de tanque de condensado										
8	Purga de fondo										
9	Presión de ingreso GLP a caldero										
10	Purga de tanque de condensado										
11	Purga de cabecero de vapor										
SISTEMA DE AGUA CALIENTE											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	
1	Hora de inicio calentador										
2	Purga de compresor										
3	Presión de ingreso de vapor										
4	T° de calentador										
5	T° de temotanque										
6	Presión de sistema bombeo										
7	Verificación de bombas										
8	T° de salida de agua										
9	Hora de termino de proceso										
SISTEMA DE AGUA FRÍA											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	
1	Nivel de sistema										
2	Presión manométrica de red										
3	Verificación de bombas										
4	Purga de red										
SISTEMA DE AGUA BLANDA											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	T. MAÑANA			T. TARDE			T. NOCHE			
1	Nivel de sistema										
2	Presión manométrica de red										
3	Verificación de bombas										
4	Purga de red										
PROCESO DE REGENERACION DE ABLANDAMIENTO DE AGUA											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	T. MAÑANA			T. TARDE			T. NOCHE			
1	Tiempo de inyección de sal										
2	Tiempo de enjuague										
3	Producción por ciclo (m <sup>3</sup> )										
4	Nivel tanque de salmuera inicial										
5	Nivel tanque de salmuera final										
6	Verificación de conexiones PVC de ablandador										
ANÁLISIS DE H2O BLANDA Y DURA											
Descripción: las mediciones se alternarán por turnos 1er día, lo hará el turno mañana, 2do día lo hará el turno tarde y 3 día lo hará turno noche, luego vuelve a realizarse de forma cíclica											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CISTERNA	ABLANDADOR	PROCEDIMIENTOS	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	INVESTIGACION					
1	Dureza total P.P.M										
2	Cloruros										
GAS LICUADO DE PETROLEO											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TANQUE CISTERNA 1			TANQUE CISTERNA 2						
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE				
1	Inspección visual de tanque										
2	Verificación de válvulas de seguridad										
3	Medir nivel de GLP (%)										
4	Inspección visual de válvulas										
OXIGENO LIQUIDO											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TANQUE CISTERNA 1									
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE							
1	Inspección visual de tanque										
2	Verificación de válvulas de seguridad										
3	Consumo (%)										
4	Inspección visual de válvulas										
CENTRAL DE VACIO Y AIRE MEDICINAL											
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TANQUE CISTERNA 1									
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE							
1	Inspección visual de tanque										
2	Verificación de válvulas de seguridad										
3	Consumo (%)										
4	Inspección visual de válvulas de distribución										
5	Revisar funcionamiento IN/ H2O C.V										
5	Revisar funcionamiento PSI A.M										

Fuente: Elaboración propia

	<b>HOJA DE RUTA (CHECK LIST) HOSPITAL REGIONAL LAMBAYEQUE UNIDAD DE MANTENIMIENTO - AREA ELECTROMECANICA</b>
---	--

Fecha: / /

LAVADORAS										
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	LAVADORA 1			LAVADORA 2			LAVADORA 3		
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE
1	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor									
2	Revisión y verificación de alimentación eléctrica de motor									
3	Medición de voltaje de tablero alimentador de lavadora									
4	Medición de parámetros de funcionamiento del sistema electrónico									
5	Lectura de presión de vapor ingreso									
6	Lectura de ingreso de presión de aire comprimido									
7	Lectura de presión de vapor ingreso									
8	Lectura de presiones de trabajo del equipo									
9	Verificación y chequeo diario de sistemas de transmisión									
10	Mediciones de parámetros y chequeo de sensor de giro									
11	Verificación de hermeticidad de puerta									
12	Verificación de sistema de amortiguación									
13	Verificar fugas de agua									
14	Verificación de dosificador de productos									

SECADORAS										
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	SECADORA 1			SECADORA 2					
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE			
1	Revisión y verificación diaria de alimentación eléctrica de motor									
2	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor y verificación de terminales									
3	Revisión y medición de parámetros de funcionamiento del sistema electrónico									
4	Monitoreo y chequeo de parámetros de funcionamiento del sistema electrónico									
5	Verificación y monitoreo de presiones de trabajo del equipo									
6	Verificación y chequeo diario de sistemas de transmisión									
7	Mediciones de parámetros y chequeo de sensor de giro									
8	Verificación monitoreo de funcionamiento de extractor de secadora									
9	Lectura de presión de vapor ingreso									
10	Lectura de ingreso de presión de aire comprimido									
11	Lectura de presión de vapor ingreso									
12	Lectura de presiones de trabajo del equipo									
13	Verificación y chequeo diario de sistemas de transmisión									
14	Mediciones de parámetros y chequeo de sensor de giro									
15	Verificación de hermeticidad de puerta									
16	Verificación de sistema de amortiguación									
17	Verificar fugas de agua									
18	Verificación de dosificador de productos									

CALANDRIA										
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	T. MAÑANA			T. TARDE			T. NOCHE		
		1	Mediciones de parámetros del circuito eléctrico de motor							
2	Verificación de alimentación eléctrica de motor									
3	Medición de voltaje de tablero alimentador de lavadora									
4	Verificación de rodillo									
5	Lectura de presión de vapor ingreso									
6	Lectura de ingreso de presión de aire comprimido									
7	Lectura de presión de vapor ingreso									
8	Lectura de presiones de trabajo del equipo									
9	Verificación y chequeo diario de sistemas de transmisión									
10	Mediciones de parámetros y chequeo de sensor de giro									
11	Verificación de hermeticidad de puerta									
12	Verificación de sistema de amortiguación									

MARMITAS										
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	MARMITA 1			MARMITA 2			MARMITA 3		
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE
1	Lectura de ingreso de presión de vapor									
2	Lectura de presiones de trabajo del equipo									
3	Verificación y chequeo sistema de seguridad									
4	verificación de parámetros de presión de trabajo									
5	Verificación de hermeticidad del equipo									
6	Verificar fugas de vapor									

COMPRESORES DE AIRE										
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN			CALENTADORES DE AGUA			LAVANDERIA		
		T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE	T. MAÑANA	T. TARDE	T. NOCHE
1	Verificación externa del equipo									
2	Purga de tanque de almacenamiento									
3	Verificación de faja									
4	Verificación de polea									
5	Lectura de presión de trabajo									
6	Verificación de fugas									

**Fuente: Elaboración propia**

### Anexo 39: Plan de mantenimiento Caldero

Componente	Actividades	Insumos y Repuestos	Herramientas	Equipo	Tiempo Requerido	Frecuencia	MES													
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Queimador	Sopletear programador, contactos y tarjeta electrónica	Trapo industrial y Spray		Sopladora	30 min	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Limpieza y aplicación de limpiador de contactos	Limpia contacto eléctrico	Set de destornilladores y brocha	Sopladora	15 min	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Realizar mediciones y ajustes de motor ventilador.	Trapo industrial		Pinza Amperimétrica	15 min	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ventilador de quemador	Cambiar condensador	Trapo industrial, spray limpia contacto eléctrico y condensador 20 mF x 400 V.	Set de destornilladores, juego de llaves métricas y set de alicates	Multímetro digital	15 min	Anual							X							
	Sopleteo y limpieza a motor ventilador	esmaltado, papel aislante para bobina de motor, solvente dieléctrico y cinta aislante.	Set de destornilladores, juego de llaves métricas y set de alicates	Multímetro digital	3 horas	Anual								X						
Toma de aire de quemador	Limpieza y aplicación de limpiador de contactos entrada de aire de damp	Spray limpia contactos eléctrico y trapo industrial	Set de destornilladores, juego de llaves métricas y set de alicates	-	15 min	Trimestral			X			X			X				X	
Sensor de Flam	Limpieza de lente de fotocelda	Spray limpia contactos eléctrico y trapo industrial	Llave francesa	-	25 min	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Columna Mc Donnell	Limpieza interna de columna Mcdonnell	Trapo industrial, grasa y cinta teflon	Llave francesa y lija 120	-	40 min	Trimestral			X			X			X				X	
	Lijado de electrodos de Mcdonnell	Trapo industrial, grasa y cinta teflon	Set de destornilladores, llave francesa y lija 120	-	25 min	Trimestral			X			X			X				X	
Presostato	Cambiar presostato	Trapo industrial, grasa y formador de	Set de destornilladores, llave francesa, lija 120 y puntiformes	-	4 horas	Annual							X						X	
	Sopletear presostato	Sopletear presostato		-	30 min	Trimestral			X										X	X
Electrodo	Calibrar electrodos de piloto	Trapo industrial y lubricante DW-40	Set de destornilladores, juego de llaves métricas, set de alicates y lija 80	-	40 min	Trimestral			X				X						X	X
	Lijado de electrodos de piloto	Trapo industrial y lubricante DW-40	Set de destornilladores, alicates y lija 120	-	25 min	Trimestral			X				X						X	X
Válvula Check alimentación de agua	Limpieza y mantenimiento de válvula Check	Trapo industrial, lubricante DW-40, cinta teflon, formador de empaquetadura y acido cítrico.	Llaves stilson y llave francesa	-	1 hora	Trimestral			X				X					X		X
Purga de fondo	Cambio de empaquetaduras de purga de fondo	Trapo industrial, lubricante DW-40 y limina de asbesto.	Llaves stilson, llave francesa y alicates	-	4 horas	Semestral							X							X
Manómetro	Cambio de manómetro	Trapo industrial, lubricante DW-40, formador de empaquetadura y cinta teflon.	Llaves stilson, llave francesa y alicates	-	5 horas	Annual								X						

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 40: Plan de mantenimiento Bomba de Caldero

Componente	Actividades	Insumos y Repuestos	Herramientas	Equipo	Tiempo Requerido	Frecuencia	MES															
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Cambio de rodamientos	Cambio de rodamientos	Rodamientos, grasa industrial, trapo industrial y DW-40	Extractor de rodamientos, martillo de goma, set de destornilladores, alicates, set de alicates para sacar seguros	-	4 horas	Semestral									X						X	
Aplicación de solvente dielectrico bobina de motor	Aplicación de solvente dielectrico bobina de motor	Solvente dielectrico, trapo industrial, brocha y pulverizador	Martillo de goma, destornilladores, alicates, pinza quita seguros	Sopladora compresor	2,5 horas	Semestral								X							X	
Rebarnizado de bobina de motor	Rebarnizado de bobina de motor	Barniz dielectrico, pistola pulverizadora, trapo industrial y brocha	Martillo de goma, destornilladores, alicates, pinza quita seguros	Sopladora	3 horas	Semestral								X							X	
Motor	Limpieza y lubricación a eje de motor	Trapo industrial, DW-40, brocha y solvente dielectrico	Set de llaves métricas, lija 120, martillo de goma, destornilladores y alicates	-	3,5 horas	Semestral								X						X		
	Sopleteo y limpieza de contactor eléctrico alimentador de bomba	Trapo industrial, spray limpia contacto eléctrico, brocha y solvente dielectrico	Set de destornilladores y set de alicates	Sopladora	30 min	Trimestral			X					X					X		X	
Cambio de contactor eléctrico de bomba de agua	Cambio de contactor eléctrico de bomba de agua	Cinta aislante y spray limpia contacto eléctrico	Set de destornilladores y set de alicates	Pinza amperimétrica y multímetro digital	1 hora	Anual								X								
Limpieza y mantenimiento a válvula check	Limpieza y mantenimiento a válvula check	Trapo industrial, DW-40, cinta teflon, formador de empaquetadura y ácido cítrico.	Llave stilson y llave francesa	-	1 hora	Trimestral			X					X					X		X	
Verificación de estado de válvul check	Verificación de estado de válvul check	-	Llave stilson y llave francesa	-	10 min	Anual								X								
Caja de Conexiones	Limpieza y sopleteo de caja de conexiones de motor	Trapo industrial, brocha y cinta aislante	Set de destornilladores y set de alicates	-	-	Trimestral			X				X						X		X	
	Limpieza de terminales y cables alimentadores de bomba de agua	Borneras, trapo industrial, brocha, spray limpia contacto y cinta aislante	Set de destornilladores y set de alicates	Sopladora	20 min	Trimestral			X				X						X		X	
Ventilador	Limpieza de ventilador de bomba de agua	Cintillos y trapo industrial	Set de destornilladores y set de alicates	-	10 min	Bimestral	X		X			X						X		X		
	Limpieza, sopleteo y mantenimiento de tablero eléctrico	Trapo industrial, spray limpia contacto eléctrico y brocha	Set de destornilladores y set de alicates	Sopladora	-	Trimestral			X				X					X		X		X
Mantenimiento de cables y terminales alimentadores	Mantenimiento de cables y terminales alimentadores	Trapo industrial, spray limpia contacto eléctrico, brocha y cinta aislante	Set de destornilladores y set de alicates	Sopladora	30 min	Bimestral	X		X			X						X		X		X
Tablero Alimentador	Cambio de radar de nivel de agua	Cinta aislante y bomeras	Set de destornilladores y set de alicates	-	50 min	Annual								X								
	Limpieza y sopleteo de contactor alimentador de bomba	Spray limpia contacto eléctrico, trapo industrial y brocha	Set de destornilladores y set de alicates	Sopladora	30 min	Trimestral			X					X					X		X	
Cambio de contactor alimentador de bomba de agua	Cambio de contactor alimentador de bomba de agua	Cinta aislante, spray limpia contacto eléctrico	Set de destornilladores y set de alicates	Pinza amperimétrica y multímetro digital	1 hora	Annual								X								
Manómetro	Cambio de manómetro	Trapo industrial, DW-40, formador de empaquetadura y cinta teflon.	Set de destornilladores y set de alicates	-	1 hora	Annual								X								

Fuente: Elaboración propia







### Anexo 47: Mejoras obtenidas después de la propuesta

N° Fallas de equipos electromecánicos		
Antes	Después	%
618	362	58,6 %

Auditoría de Mantenimiento								
Unidad de Operación:		Hospital Regional Lambayeque						
N°	Categorías	Peso (/10)	Antes			Después		
			Puntaje	Categoría Ponderada (%)	Nivel de evaluación	Puntaje	Categoría Ponderada (%)	Nivel de evaluación
1	Organización del Mantenimiento	9,5	6,2	58,76%	Bueno	7	66,5%	Bueno
2	Administración del Mantenimiento	9,5	5,3	50,35%	Regular	6,8	64,6%	Bueno
3	Planeamiento del Mantenimiento	8,5	4,6	39,46%	Regular	7,5	63,75%	Bueno
4	Programación del Mantenimiento	8,5	4,9	41,65%	Regular	7,4	62,9%	Bueno
5	Personal para el mantenimiento	9	5,1	46,29%	Regular	6,5	58,5%	Bueno
6	Ejecución del Mantenimiento de equipos	9	5,0	44,61%	Regular	7,4	66,6%	Bueno
7	Supervisión del Mantenimiento	8	6,6	53,14%	Regular	7,5	60,3%	Bueno
8	Abastecimiento para el mantenimiento	8	4,9	39,20%	Regular	7,5	60,3%	Regular
9	Procesos de Gestión del mantenimiento	8,5	5,8	49,54%	Regular	6,5	55,25%	Regular
10	Sistemas informáticos para la gestión del Mto	9	4,7	42,43%	Regular	6,2	55,8%	Regular
11	Seguridad para el mantenimiento	9,5	5,9	55,64%	Regular	6,8	63,46%	Bueno
12	Clima & Cultura organizacional para el área	9	5,5	49,63%	Regular	7,2	64,8%	Bueno
<b>Total Auditoría</b>		<b>106</b>		<b>53,84%</b>	<b>Regular</b>		<b>69,49%</b>	<b>Bueno</b>

Descripción	Antes	Después	Diferencia
Gastos en Mantenimientos correctivos	S/ 953 000	S/ 635 000	S/ 318 200

N°	Código	Equipo	Antes			Después		
			Disponibilidad	Confiability	MTBF	Disponibilidad	Confiability	MTBF
1	0101CD01	Caldero 1	58%	76%	299	82%	95%	8064
2	0101CD02	Caldero 2	51%	70%	222	87%	86%	8520
3	0101CD03	Caldero 3	53%	72%	245	89%	90%	8232
4	0102BC01	Bomba de caldero 1	70%	84%	514	90%	92%	10056
5	0102BC02	Bomba de caldero 2	65%	81%	410	81%	92%	7512
6	0102BC03	Bomba de caldero 3	75%	87%	660	95%	95%	9048
7	0104CCA00	Compresor de aire calentadores	75%	86%	440	92%	94%	10728
8	0102AA00	Ablandador de agua	67%	75%	368	86%	94%	7704
9	0201MM01	Marmita 1	90%	93%	658	94%	97%	9624
10	0201MM02	Marmita 2	89%	95%	975	95%	98%	8256
11	0201MM03	Marmita 3	87%	93%	634	96%	97%	7344
12	0304CAC00	Compresor de aire central	77%	89%	395	87%	94%	10104
13	0404CAL00	Compresor de Aire	75%	88%	367	90%	95%	9264
14	0401LI01	Lavadora industrial 1	68%	73%	456	90%	92%	10080
15	0401LI02	Lavadora industrial 2	77%	82%	745	94%	96%	8304
16	0401LI03	Lavadora industrial 3	88%	90%	1536	97%	97%	10032
17	0401SI01	Secadora industrial 1	72%	79%	451	93%	91%	9360
18	0401SI02	Secadora industrial 2	79%	85%	696	94%	97%	8160
19	0401CL00	Calandria	69%	77%	404	84%	97%	7512
<b>Indicadores final</b>			<b>73%</b>	<b>83%</b>	<b>551</b>	<b>90%</b>	<b>94%</b>	<b>8837</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 48: Inversión de la propuesta

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			
ITEM	DESCRIPCIÓN		Costo total
1	Anteojos de seguridad	S/	80,50
2	Calzado Dieléctrico con punta composite	S/	1 155,00
3	Botas negras	S/	175,00
4	Mandil de cuero	S/	125,00
5	Casco contra Impacto y orejeras	S/	455,00
6	Careta para Soldar	S/	305,00
7	Guantes para Soldar	S/	175,00
8	Guantes contra Sustancias Químicas	S/	83,30
9	Mandiles para altas Temperaturas	S/	260,00
10	Mascarillas desechables	S/	96,00
11	Ropa de Trabajo	S/	350,00
12	Máquina de Soldar	S/	500,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 3 759,80</b>

CAPACITACIONES PARA PERSONAL			
ITEM	DESCRIPCIÓN		Costo total
1	Capacitación RCM	S/	10 000,00
2	Mantenimiento electromecánico	S/	1 600,00
3	Seguridad y salud en el trabajo	S/	5 600,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 17 200,00</b>

### COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA DEL ÁREA ELECTROMECHANICA

Ítem	Cargo	Cantidad	Salario	Gratificaciones	Essalud	Costo Anual
1	Ingeniero Consultor Senior en RCM	1	5000	-	-	S/ 60 000

INSUMOS Y REPUESTOS		
Item	Descripción	Costo total
1	Grasa de litio multiusos EP-2 Roja	S/ 198
2	Correa trapecial Perfil clásico lisa A56	S/ 150
3	Correa trapecial Perfil clásico lisa A60	S/ 150
4	Chumacera Tipo puente SKF CN50	S/ 1 400
5	Chumacera Tipo puente eje delgado ACCOR P205	S/ 1 200
6	Contacto 12A S.Electric 49971	S/ 540
7	Contacto ISA S.Electric 49971	S/ 300
8	Paletas axiales de madera	S/ 700
9	Juego de Anillos Circle 40564 CP	S/ 273
10	Aceite de lubricación Blindax Súper 20W50 114 galón	S/ 92
11	Válvula Compuerta CIM 1 1/2"	S/ 77
12	Cinta tetlón roja 25 mm x 10 yardas	S/ 16
13	Pintura Base Zincromato industrial	S/ 140
14	Pintura Anticorrosivo Plomo	S/ 176
15	Presostato Honeywell L404F	S/ 500
16	Válvula Esférica 1 1/2" Cim valve	S/ 452
17	Correa trapecial Perfil clásico lisa C67	S/ 539
18	Rulina ASPER 73EOIO 1 C	S/ 400
19	Cinta Aislante 1700 Azul 3/4" x 18 metros	S/ 69
20	Disolventes	S/ 90
21	Silicona	S/ 144
22	Soldimix	S/ 96
23	Trapo Industrial	S/ 1 200
24	Grasa Industrial	S/ 120
25	Teflon	S/ 200
26	Petróleo	S/ 90
27	Aceite S210 SAE 10W30API SN	S/ 330
28	Aceite SAE 38	S/ 1 200
29	Universal 1/2"	S/ 150
30	Universal 3/4"	S/ 250
31	Universal 1"	S/ 300
32	Manguera de alta presión 8 mm	S/ 350
33	Manguera de alta presión 10 mm	S/ 450
34	Antorcha tig	S/ 500
35	Bomba y cañería	S/ 800
36	Limpia contacto 3 en 1	S/ 199
37	Lubricante multiusos WD- 40 (11 onzas)	S/ 343
38	Cojinetes de bronce al cobre sae 64	S/ 150
39	Finales de carrera	S/ 360
40	Filtro para compresores de aire	S/ 90
41	Condensador 40 mf/ 400v	S/ 240
42	Condensador 20mf/400v	S/ 180
43	Válvula esférica de alta presión 1/4"	S/ 400
44	Válvula esférica de alta presión 1/2"	S/ 500
45	Valvula esférica de alta presión 1"	S/ 650
46	Valvula esférica de alta presión 1 1/2"	S/ 900
47	Otros	S/ 5 000
<b>Total</b>		<b>S/ 22 653</b>

HERRAMIENTAS		
Item	Descripción	Costo total
1	Caja herramientas Essential 26" STST26331	S/ 700
2	Set de destornilladores de 8 piezas Stanley	S/ 300
3	Llave francesa cromada con grip 8"	S/ 20
4	Llave francesa cromada con grip 10"	S/ 29
5	Llave francesa cromada con grip 12"	S/ 45
6	Llave stilson 24"	S/ 180
7	Set de pinzas para sellos mecánicos	S/ 250
8	Cañas de soporte de mordaza	S/ 500
9	Set 3 alicates aislados	S/ 925
10	Cintillo 200x4.8mm x100 unidades	S/ 87
11	Cintillo 300x4.8mm Negro x100 unidades	S/ 127
12	Juego de perilleros torx	S/ 70
13	Juego de 9 llaves Toolcraft TC4381 Torx	S/ 100
14	Probador decoriente 19cm	S/ 25
15	Set dados y accesorios encastre 1/4" 25p	S/ 226
16	Juego De llaves Mixta X 20pz En mm/pulg Stanley 85-783	S/ 180
17	Lijo fierro 40	S/ 124
18	Lijo fierro 60	S/ 124
19	Lijo fierro 80	S/ 120
20	Lijo fierro 120	S/ 124
21	Cepillo de Cerdas para Lijado	S/ 43
22	Martillo 16 oz	S/ 130
23	Comba octavada forjada 1500gr	S/ 57
24	Cinzel punta plana 1x0"	S/ 20
25	Grasera industrial 6000 lb/" 14 onzas	S/ 59
26	Regla de acero inoxidable 30 cm	S/ 50
27	Regla de acero inoxidable 60 cm	S/ 70
28	Disco de corte X10U 115 X1.0MM STD.F/Inox Bosch	S/ 148
29	Juego de machos para hacer rosca	S/ 800
30	Juego de tarrajas para tubo 9 piezas	S/ 600
<b>Total</b>		<b>S/ 6 228</b>

EQUIPOS PARA EL ÁREA		
Ítem	Descripción	Costo total
1	PINZA AMPERIMETRICA FLUKE 381	S/ 1 900
2	TELUROMETRO PRASEK PR521	S/ 500
3	SOPLADOR DE AIRE STANLEY	S/ 350
4	MEGOMETRO FLUKE 1507	S/ 3 650
5	TORQUIMETRO STANLEY 60-340	S/ 590
<b>Total</b>		<b>S/ 6 990</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### Anexo 49: Costos operativos

COSTOS OPERATIVOS			
Ítem	Descripción	Costo	
1	Costos directos	S/	21 512,12
2	Costos indirectos	S/	60 611,00
<b>Total</b>		<b>S/</b>	<b>82 123,12</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 50: Gastos administrativos

EQUIPOS					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
1	Computador	2	Und.	S/ 1 800,00	S/ 3 600,00
2	Internet	3	Serv/mes	S/ 80,00	S/ 240,00
3	Impresora	1	Und.	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00
<b>Total</b>					<b>S/ 5 040,00</b>

MATERIALES					
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
1	Memoria USB 16 Gb	4	Und.	S/ 35,00	S/ 140,00
2	Papel bond	10	millar	S/ 26,00	S/ 260,00
3	Lápiz	30	Und.	S/ 0,50	S/ 15,00
4	Lapiceros	30	Und.	S/ 1,00	S/ 30,00
5	Perforador	3	Und.	S/ 12,00	S/ 36,00
6	Grapadora	3	Und.	S/ 20,00	S/ 60,00
7	Corrector	20	Und.	S/ 4,00	S/ 80,00
8	Tampón	6	Und.	S/ 5,00	S/ 30,00
9	Tinta impresora	6	Und.	S/ 70,00	S/ 420,00
10	folder	30	Und.	S/ 0,50	S/ 15,00
11	Organizador para documentos	20	Und.	S/ 50,00	S/ 1 000,00
<b>Total</b>					<b>S/ 2 086,00</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 51. Beneficios de la propuesta

#### AHORRO EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO

N°	Código	Nombre del		
1	0101CD01	Caldero 1	S/	70 000,00
2	0101CD02	Caldero 2	S/	70 000,00
3	0101CD03	Caldero 3	S/	70 000,00
4	0102BC01	Bomba de caldero 1	S/	4 000,00
5	0102BC02	Bomba de caldero 2	S/	4 000,00
6	0102BC03	Bomba de caldero 3	S/	4 000,00
7	0104CCA00	Compresor de calentadores de agua	S/	1 800,00
8	0102AA00	Ablandador de agua	S/	12 000,00
9	0201MM01	Marmita 1	S/	4 000,00
10	0201MM02	Marmita 2	S/	4 000,00
11	0201MM03	Marmita 3	S/	4 000,00
12	0304CAC00	Compresor central esterilización	S/	2 200,00
13	0404CAL00	Compresor de aire lavandería	S/	2 200,00
14	0401LI01	Lavadora industrial 1	S/	12 000,00

COSTOS OPERATIVOS

15	0401LI02	Lavadora industrial 2	S/	12 000,00
16	0401LI03	Lavadora industrial 3	S/	12 000,00
17	0401SI01	Secadora industrial 1	S/	10 000,00
18	0401SI02	Secadora industrial 2	S/	10 000,00
19	0401CL00	Calandria	S/	10 000,00
<b>TOTAL</b>			S/	318 200,00

**Fuente: Elaboración propia**