



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE MECÁNICA ELÉCTRICA

Plan de mantenimiento hospitalario aplicando Norma ISO 55001 y lineamientos del MINSA para mejorar la disponibilidad de equipos electromecánicos

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Sing Acosta, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-3843-3234)

ASESOR:

Mg. De la Cruz Araujo, Ronal Abel (ORCID: 0000-0003-3551-184X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis Padres y hermanos por el apoyo, comprensión y fuente de inspiración por la enseñanza transmitidas en mi superación Personal y Profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la salud, inteligencia y sabiduría para lograr las metas trazadas y alcanzadas.

A mis Padres por la formación ética y de valores, a mis hermanos por su confianza.

A los Maestros, Docentes e Ingenieros por compartir sus conocimientos.

A la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de seguir creciendo Profesionalmente.

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO.....	3
III METODOLOGIA.....	17
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	17
3.2 variables de operacionalizacion	17
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	17
3.6 Método de análisis de datos	18
3.7 aspectos éticos	18
IV RESULTADOS	19
V DISCUSIÓN.....	50
VI CONCLUSIONES	54
VII RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1: ponderaciones	19
Tabla 2: cálculo de criticidad	20
Tabla 3: matriz de criticidad	21
Tabla 4: Ficha técnica de calderos.....	22
Tabla 5: cálculo de la Disponibilidad, Caldero 01.....	23
Tabla 6: cálculo de la disponibilidad, Caldero 02	23
Tabla 7: ficha técnica de lavadoras 1 y 2.....	24
Tabla 8: disponibilidad lavadora 01	25
Tabla 9: disponibilidad lavadora 02	25
Tabla 10: Ficha técnica Centrifuga	26
Tabla 11: Calculo disponibilidad Centrifuga 01.....	27
Tabla 12: Calculo disponibilidad centrifuga 02	27
Tabla 13: Calculo disponibilidad centrifuga 03	27
Tabla 14: Ficha técnica Planchadora	28
Tabla 15: cálculo de Disponibilidad Planchadora.....	29
Tabla 16: Ficha técnica secadora a vapor.....	29
Tabla 17: Calculo de disponibilidad de secadora a vapor 1	30
Tabla 18: Calculo de disponibilidad de secadora 2	31
Tabla 19: vida útil – según Lineamiento MINSA.....	31
Tabla 20: vida útil económica actual basada en gestión de activo	32
Tabla:21 cálculo de vida útil económica actual.....	32
Tabla 22: Calculo de reestructuración basada en gestión activos	34
Tabla 23: programa de capacitación de personal técnico	37
Tabla 24: Cronograma de mantenimiento de calderos	38
Tabla 25: Cronograma de mantenimiento lavadoras	39
Tabla 26: Cronograma de mantenimiento planchadora (calandria).....	40
Tabla 27: Cronograma de mantenimiento centrifugas.....	41
Tabla 28: cronograma de mantenimiento secadora a vapor.....	41
Tabla 29: aplicación de las 5 “S” por personal de mantenimiento.	42
Tabla 30: stock de repuestos (las x indican lo que se debe cambiar a la brevedad)	43
Tabla 31: proyección de disponibilidad de caldero 1.....	46
Tabla 32: proyección de disponibilidad caldero 2.....	46
Tabla 33: proyección de disponibilidad lavadoras (1 y 2)	47

Tabla 34: Proyección de disponibilidad centrifugas (1,2,3)	47
Tabla 35: Proyección de disponibilidad planchadora.....	48
Tabla 36: Proyección de disponibilidad secadora a vapor 1 y 2.....	48
Tabla 37: mejoras que se deben aplicar a MINSA basando en ISO.....	49

Índice de figuras

Figura 1: Norma ISO 55001 requisitos.	11
Figura 2: Pilares de las normas ISO 5500x.....	12
Figura 3: ciclo PDCA de implementación de ISO 55001	13
Figura 4: principios de gestión de activos norma ISO 55001	13
Figura 5: calderos marca Intesa,01 (izquierdo) y caldero 02(derecho).....	23
Figura 6: Lavadora marca Fasin, modelo LRI-80 horizontal	24
Figura 7: centrifuga marca FASIN, modelo CTI 25.....	26
Figura 8: Planchadora FORSTER 4563ML/1970.....	28
Figura 9: secadora marca FASIN modelo SRI.....	30
Figura 10: mantenimiento aplicando norma ISO 55001	36
Figura 11: desorden de insumos en área de calderos.....	43
Figura 12: falta de orden y limpieza	43

Resumen

El estado en los últimos años ha incrementado la inversión en salud, pero esto no se refleja en una mejora en infraestructura y equipamiento. En la presente investigación se aplicó la norma ISO 55001 y lineamientos del MINSA para elaborar un plan de mantenimiento hospitalario. Inicialmente se analizó el nivel de criticidad electromecánica y se encontró que las lavadoras, la planchadora y los calderos son los equipos críticos, los cuales causan el 75% de pérdidas de producción. Se calculó la disponibilidad actual de las máquinas electromecánicas dando valores entre 86-90% y en algunos casos 0% debido a equipos detenidos en espera de repuestos. Se determinó el ciclo de vida útil actual desde la perspectiva de gestión de activos, encontrándose equipos depreciados que necesitan reestructuración de su depreciación, como es el caso de la planchadora, lavadora y centrifuga. Se elaboró el plan de mantenimiento hospitalario aplicando norma ISO 55001 y lineamiento de MINSA. Se aplicó el método P.D.C.A (Planner, Do, Check, Action) que significa planear, ejecutar, verificar, actuar basado en norma ISO 55001 de gestión de activos. Finalmente, se proyectó un 97% de disponibilidad como resultado del plan de mantenimiento hospitalario.

Palabras clave: Mantenimiento Electromecánico, disponibilidad, gestión, Norma ISO 55001

Abstract

The state in recent years has increased investment in health, but this is not reflected in an improvement in infrastructure and equipment. In this research, the ISO 55001 standard and the MINSA guidelines were applied to develop a hospital maintenance plan. Initially, the level of electromechanical criticality was analyzed. It was found that the washing machines, the flatwork ironer and the boilers are the critical equipment, which cause 75% of production losses. The actual Availability was calculated for electromechanical machines giving values between 86-90% and in some cases 0% due to equipment stopped waiting for spare parts. The life cycle was determined from the perspective of asset management, finding depreciated equipment that needs to restructure its depreciation, such as the flatwork ironer, washing machines and centrifuges. The hospital maintenance plan was prepared applying the ISO 55001 standard and MINSA guideline. The P.D.C.A method was applied (Planner, Do, Check, Action) which means to plan, execute, verify, act based on ISO 55001 asset management standard. Finally, the projected availability was 97%, which was a result of the hospital maintenance plan.

Keywords: Electromechanical Maintenance, availability, management, ISO 55001 Standard

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de salud se encuentra en estado crítico y con déficit en recursos como: personal administrativo, infraestructura y profesionales especializados en salud e ingeniería de mantenimiento de hospitales (Biblioteca salud, 2019), no solo a nivel nacional también a nivel internacional debido a la pandemia y antes de la pandemia se observaba diferentes realidades de países del primer mundo y países de Latinoamérica con problemas logísticos, técnicos como equipamiento y médicos en general. La crisis en salud es notoria a nivel nacional y regional (Diario correo, 2019) Según datos de INEI del año 2018, el Perú cuenta con 19,854 establecimientos entre hospitales, instituciones de salud especializada, centros de salud, puestos de salud, consultorios médicos y centros odontológicos. La Libertad cuenta con 650 establecimientos entre hospitales, instituciones de salud especializada, centros de salud, puestos de salud, consultorios médicos y centros odontológicos (INEI, 2018). Según datos de página oficial Minsa, el Perú ha ido incrementando la inversión pública en salud hasta el año 2019 en 18 mil 217 millones de soles (Ministerio de salud, 2018).

Tomaremos como referencia un hospital de la Libertad que fue inaugurado en 1963, y su importancia en el sector salud en atención especializada debido al convenio UNT, MINSA. Actualmente mantiene convenios de formación médica con las universidades nacionales y privadas como UNT, UPAO, UCV, debido a su antigüedad en su infraestructura y maquinas electromecánica se necesitan actualizar y reemplazar con nuevas tecnologías.

El ministerio de salud a través de sus normas y lineamientos planifica sus planes multianuales de mantenimientos, las cuales se desarrollan y gestionan en cada una de las unidades ejecutoras (MINSA Resolucion Ministerial, 2014), los planes multianuales deben ser elaborados por el área de Ing. de mantenimiento en conjunto con administración, planificación y patrimonio, de ello depende el presupuesto y su posterior ejecución a cargo del área encargada como mantenimiento. La pandemia está mostrando la realidad en el sistema de salud en el Perú en equipamiento e infraestructura precaria, en algunas regiones la falta de máquinas generadoras de oxígeno inoperativas o incluso sin contar con ellas,

actualmente el 77.8% que implica puestos de salud, postas de salud, centros de salud y centros médicos presentan una capacidad instalada insuficiente e inadecuada que denota infraestructura deficiente, equipos obsoletos, insuficientes e indisponibles. Minsa detecto 242 establecimientos de primer nivel que representan el 84% del total de los establecimientos de salud, siendo Junín, La Libertad y Piura que cuenta con centros asistenciales inadecuados (Gestion, 2020). La implementación o propuesta de gestión de activos aplicada a una institución estatal como un hospital, cambiaría la visión, misión y objetivos estratégicos en la administración de recursos del estado. Las organizaciones y empresas que aplican la norma ISO 55001 de gestión de activos va en aumento desde sus inicios hace 25 años, debido a la integración de operaciones, mantenimiento y compra de activos basándose en objetivos como: finanzas, medioambiente, recursos humanos, distribución, marketing y tecnología para tener una mejor eficiencia y calidad de procesos integrados (PMM Business School, 2017)

De lo mencionado líneas arriba, se formuló la siguiente interrogante del problema ¿Cómo mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos, en un hospital? Hipótesis, realizando un plan de mantenimiento aplicando norma ISO 55001 de gestión de activos y lineamiento MINSA se mejorará la disponibilidad electromecánica. La investigación tiene dos justificaciones tanto económica y social, en lo económico basándonos en la gestión de activos, podemos hacer uso de una manera más eficaz los recursos presupuestados en el área de mantenimiento y obtener mejores resultados.

En lo social, mejorar la calidad de los servicios en salud es elevar la calidad de atención para el paciente y para el usuario un mejor ambiente de trabajo.

Con el propósito de responder la interrogante, el objetivo general es elaborar un plan de mantenimiento hospitalario aplicando norma ISO 55001 y lineamientos del MINSA para mejorar la disponibilidad de equipos electromecánicos, se proponen los siguientes objetivos específicos: (1) realizar un análisis de criticidad de equipos electromecánicos, (2) determinar la disponibilidad actual de equipamiento electromecánico, (3) determinar el ciclo de vida útil desde la perspectiva de gestión de activos, (4) elaborar un plan de mantenimiento aplicando ISO 55001 y lineamientos MINSA para mejorar la disponibilidad.

II MARCO TEÓRICO

A continuación, presentaremos los antecedentes relacionados a nuestro estudio: Márquez Artola (2015) evaluó las consideraciones teóricas de la norma ISO 55000 de gestión de activos, la cual analizo la visión, principios, terminologías y se basa en tres principios como son: liderazgo, recursos, monitoreo y políticas de gestión, en la cual determino que la terminología gestión de activos la utilizan para referenciar al mantenimiento y no es así porque mantenimiento es parte de gestión de activo.

También determino que un amplio número de empresas en el mundo a través de la metodología de evaluación estándar PAS 55 han sido evaluadas, la cual evidencia la importancia y relevancia que alcanzado la gestión de activos como estructura competitiva en las empresas. A diferencia de otras normas estándar ISO que se requiere reunir gran cantidad de documentación para obtener una certificación, el ISO 55000 es debidamente sustentable entre los objetivos escritos y el trabajo real los cuales pueden ser medibles.

Inostroza Zúñiga (2016) su investigación aplico una metodología de gestión de activos para auditar a una empresa laminadoras de barra, basándose en análisis de recolección de datos, entrevistas, tablas y cuadros estadísticos en cada área de la empresa para mejoras en sus sistemas de mantenimiento. Utilizo como herramientas normas ISO 19011 gestión de calidad, PAS 55 ambiental e ISO 55000 de gestión de activos. En el estudio recopilaron información aplicada a la gestión de activos para la industria, determinaron la siguiente información: 39 observaciones en el área de mantenimiento de las cuales el 26% refieren a estrategias en mantenimiento mecánico eléctrico las cuales aplican mantenimiento preventivo, correctivo y no otras técnicas o metodologías, la autora realizo un análisis de criticidad a 70 equipos teniendo como resultado 34 equipos que representa 48% como alta criticidad, 30 equipos que representa un 43% de media criticidad y 6 equipos que representan 9% de criticidad, determino que el 41% de estos equipos críticos deberían tener una reposición inmediata automática de repuesto por ser no recuperable y de falla no previsible y el 59% de equipos tiene repuestos no recuperables y su falla se puede prever con una reposición inmediata

automática según su sistema S.A.P(sistemas, aplicaciones y productos para el procesamiento de datos). Concluye también que es factible aplicarlo en cualquier proceso productivo o empresa y optimizar los recursos y tener mejor eficiencia en el área de mantenimiento, también propone que la auditoria debe realizarse de forma periódica por lo menos una vez al año para comparar y revisar la información.

Alegría Molina, y otros (2008) Propusieron un sistema de mantenimiento hospitalario donde explicaron la problemática en el sector salud y sus respectivas evaluaciones económicas, donde realizaron un análisis organizacional en el área de administración, mantenimiento, recursos financieros y funciones de cada una de estas y realizaron un diagnóstico para su sistema de mantenimiento de acuerdo a su realidad problemática.

La investigación determinó que el recurso humano con el que cuenta el hospital en el área de mantenimiento con respecto a nivel educativo es el siguiente: 3.2% cuenta con estudios universitarios, 25% con estudios técnicos y 71.8% a nivel bachiller-empírico, también realizó un análisis de la vida útil del equipamiento y encontró que el 51% de equipos biomédicos tiene más de 10 años de antigüedad y el 51% de equipos electromecánicos poseen 15 años de antigüedad y su labor para su mantención se dificulta y encarece, evaluó el presupuesto y encontró que: solo se asigna un 2.5% del presupuesto total designado al hospital. La definición de mantenimiento está directamente relacionado a la prolongación de la vida útil de los bienes (equipos e infraestructura) y la realización de las actividades de mantenimiento considera ciclos de tiempo para la optimización de sus recursos, el esquema de la propuesta se basa en la realidad problemática del hospital analizando los índices de mantenimiento e indicadores económicos en la investigación de campo para proponer un sistema basado a su realidad problemática y de esa manera implementarla y sea funcional.

Marrufo Delgado, y otros (2017) realizaron un trabajo de investigación e implementación aplicando gestión de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de las maquinas biomédicos. La investigación está definida principalmente a garantizar la disponibilidad y productividad en el servicio de diagnóstico por imágenes, encontrando que el hospital no cuenta con un

procedimiento definido de gestión en mantenimiento se realizó un diagnóstico y técnicas de Ishikawa, check list, matriz de análisis modal de falla y efecto, aplicando formulas y cálculos para determinar el tiempo medio entre fallos y el tiempo medio para reparar encontrándose un cálculo en la disponibilidad de 63%. El estudio obtuvo como resultado que la propuesta es factible y se apreció una mejora en los índices de mantenimiento por consecuencia la disponibilidad aumento en 23% teniendo como resultado final 83% de disponibilidad después de su implementación del sistema.

Ramos Sparrow (2017) realizo una implementación aplicando plan de mantenimiento preventivo calculando los índices de mantenimiento antes de su implementación como disponibilidad, tiempo promedio para la falla (MTTR) y tiempo promedio entre fallas (MTBF) a la maquinaria, se realizó cálculo de criticidad y su resultado fue 4 maquinarias de alta criticidad como fresadora, mandriladora universal, torno paralelo, torno vertical de un total de 23 máquinas, en MTTR se obtuvo 32h, 35.2h, 37.5h y MTBF su resultado fue 160h, 195.2h, 250.5h respectivamente para las maquinas torno paralelo/vertical, fresadora, mandriladora, su disponibilidad fue de 83.3%, 84.72%, 86.97% , después de implementar el plan se obtuvieron los siguientes resultados en MTTR 24h, 20h, 17.5h, en MTBF 360h, 364h, 558.5h y su disponibilidad mejoro en 93.83%, 94.79%, 96.96% respectivamente. Logro determinar que para hacer el plan se tenía que realizar la criticidad de la maquinaria y al implementar el plan se aumentó su disponibilidad en 10% de todas las maquinas criticas mencionadas, también se disminuyó los costos de 99,471 soles a 38,659 soles demostrando un ahorro aplicando el plan.

Lo descrito líneas arriba es un preámbulo a nuestra investigación, la cual representa una síntesis de antecedentes internacionales y nacionales.

En nuestro marco teórico abarcaremos tres temas importantes de nuestra investigación las cuales son: mantenimiento, ISO 55001 de gestión de activos, lineamientos Minsa y fórmulas de índice de clase mundial.

Una definición global de la palabra mantenimiento es el acto o efecto de mantener (Mora, 2019), es tomar acciones necesarias para conservar alguna cosa o instalaciones durante el mayor tiempo posible(buscando la más alta disponibilidad,

confiabilidad) a partir de este concepto surgen las divergencias como son: mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo (Tavares, 1999).

Mantenimiento preventivo, es el tipo de mantenimiento que tiene por misión mantener y lograr un óptimo nivel de servicio en las maquinas o equipos electromecánicos (Teran, 2010) corrigiendo las partes vulnerables en el momento indicado (Garcia, 2010), otro concepto a este tipo de mantenimiento, se define como el conjunto de tareas y actividades que se deben realizar en forma cíclica, programada y planificada, también se le llama **Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)** , y su objetivo es anticipar las fallas para alargar la vida útil de una infraestructura o máquina. (Alegria Molina, y otros, 2008).

Mantenimiento Correctivo, son las tareas que se ejecutan para corregir las fallas que se presentan en las máquinas y equipos. (Garcia, 2010).

Era el más usado en las empresas cuando no se difundían los demás métodos de mantenimiento, este concepto se define en reparar imprevistos leves o complicados o por averías en general. En la actualidad algunas instituciones e industrias eligen este tipo de mantenimiento para justificar el gasto económico para la reparación porque es más factible económicamente. El uso de este tipo de técnica origina sobrecargas laborales incontrolables, debido a las reparaciones que se acumulan que ocasionan periodos intensos y ciclos sin trabajo. Otro de los factores son las horas extras, que ocasiona un costo también se tiene que tomar en cuenta los insumos inmediatos para la ejecución del trabajo imprevisto (Viveros, 2013). Aplicando este tipo de mantenimiento no se diagnóstica de forma exacta la causa pues no se sabe si produjo un mal trabajo de operario o falla natural debido al desgaste de la máquina, se aplican dos métodos en el correctivo como son:

Correctivo No Planificado: Se Corrige cuando éstas se presentan al contrario del caso de **Mantenimiento Preventivo**. **Correctivo Planificado:** Se realiza un plan del personal, repuesto, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo. (Alegria Molina, y otros, 2008).

Mantenimiento Predictivo, consiste en diagnosticar e informar permanentemente de la operatividad y estado de las maquinas e instalaciones, mediante el conocimiento de determinadas variables operacionales (Garcia, 2010).

Una forma de garantizar un mantenimiento sin muchas paradas, la cual su trabajo está centrado en medir en el tiempo variables física o química e incluso mecánicas para incluso saber en qué momento se debe hacer una reparación (Demesi, 2013). Con este tipo de mantenimiento podremos diagnosticar las fallas con mayor precisión utilizando técnicas para administrar los datos usando la estadística.

Otra ventaja es que no necesita paralizar la maquina durante el desarrollo de este tipo de mantenimiento (Donayre,2014)

Las técnicas más conocidas son: Evaluación con cámara termográficas, Evaluación de vibraciones, Análisis de Aceite, Evaluación con Ultrasonido, consumo de energía etc, por lo cual la variación de variables nos rebela los problemas que pueden ir apareciendo en el futuro en los equipos electromecánicos (Garcia, 2010).

En el anexo 13 observamos la evolución del mantenimiento en el tiempo empezando en el año 1940, con correcciones o reparaciones sin planificar, para luego abrir paso los mantenimientos preventivos, predictivos, además. La tercera generación aplicando las metodologías más conocidas ahora como RCM, TPM, AMEF y por último la cuarta generación hasta llegar a gestión de activos.

Mantenimiento TPM (Mantenimiento Productivo Total) Mantenimiento productivo total, su génesis fue en Japón iniciándose Japón Instituto de Planeamiento y Mantenimiento de sus siglas en inglés (JIPM), con el fin de evitar pérdidas en los equipos como: Tiempos de parada en el sistema de producción, Funcionamiento por debajo de la capacidad máxima, Producto terminado de baja calidad.

Una de las características del TPM en la actualidad es mejorar la eficiencia total. Las empresas e industrias basan su propuesta en los últimos tiempos en la competitividad y para lograr ese objetivo se necesita tener instalaciones productivas eficaces.El Mantenimiento Productivo total propone los siguientes principios para alcanzar las metas: El personal debe estar involucrado en el proceso, desde la jefatura hasta el técnico y operario de planta, el compromiso de todos nos garantiza los objetivos propuesto, mejora la cultura corporativa o participativa la cual da resultados de una mejor eficacia en la producción, Implementación de sistema de gestión en el área de producción para evitar pérdidas y mejorar resultados finales, Implementación y ejecución de mantenimiento preventivo como objetivo para tener pérdidas menores o imperceptibles desde al operario apoyado por el mantenimiento autónomo.

Los objetivos con este tipo de mantenimiento son: minimizar averías, reducir tiempos muertos, manejo integral y eficaz de los equipos, Control de equipos, herramientas para su control y precisión, manejo y conservación de recursos energéticos y Capacitación continua (Lefcovich Mauricio,2009).

AMEF análisis de modos de efecto y falla El mantenimiento preventivo y predictivo pueden valerse de esta herramienta como el análisis de modo y efecto de falla para realizar un mejor trabajo de acuerdo a nuestra realidad.

El AMEF es un procedimiento o herramienta que nos brinda para identificar fallas y clasificarlas, así como también sus efectos y causas para evitar que se vuelva a repetir teniendo todo documentado Ventajas: Evalúa los efectos que puede producir cada falla, Mayor confiabilidad, Se evalúa mediante índices ocurrencia, gravedad y detección, Todo queda documentado.

Índices clase mundial, conocidos mundialmente por que son aplicados según la misma expresión en la mayoría de países para calcular la disponibilidad, confiabilidad, tiempo medio entre fallas y tiempo medio entre reparaciones.

Índices de clase mundial:

$$Disponibilidad = \frac{\Sigma(HCAL-HTMN)}{\Sigma HCAL} \times 100 \quad (1)$$

HTMN: Horas Totales de Mantenimientos.

HCAL: Horas calendarios

La disponibilidad es la relación entre la diferencia de horas calendarías del periodo considerado, con las horas en las que intervienen el personal técnico (mantenimiento preventivo, correctivo y otros servicios) y la suma total del periodo calendario (Tavares, 1999)

$$\textit{Tiempo Medio Entre Fallas(TMEF)} = \frac{\text{NOIT.HROP}}{\text{NTMC}} \quad (2)$$

NOIT: Numero de Ítems, NTMC: Número Total de Mantenimientos correctivos.
 HROP: Horas de Operación, HTMC: Horas Totales de Mantenimientos correctivos

El tiempo medio entre fallas (TMEF) es usado para ítems que son intervenidos tras la ocurrencia de una avería, el TMEF está asociado al tiempo medio para reparar (TMPR) por que estos dos índices representan un resultado promedio, su exactitud dependerá del periodo de observación por que a mayor cantidad de datos mayor será la precisión de la expectativa de sus valores (Tavares, 1999)

$$\textit{Tiempo Medio Para Reparacion(TMPR)} = \frac{\sum \text{HTMC}}{\text{NTMC}} \quad (3)$$

$$\textit{Confiabilidad de equipos (CONF)} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF+TMPR}} * 100 \quad (4)$$

Confiabilidad es la capacidad y probabilidad de un equipo o ítem en desempeñar su función en condiciones óptimas por un tiempo diseñado (Acuña, 2003), la fórmula empleada es del autor (Tavares, 1999)

Norma ISO 55001 de gestión de activos, simboliza un cambio en la planeación estratégica de una empresa o institución (Bedoya, 2014) que agrega a la visión tradicionalmente aprendida sobre productos y clientes la visión de los activos y el valor que estos generan a la empresa. (International Copper Association Latin America, 2012)

Aplicar la norma ISO 55001 significa un estándar internacional para obtener valor a través de los activos (ISO Asset Management, 2019) significa un equilibrio entre desempeño, costos y riesgos asociados, la PAS 55 de la BSI (British Standards Institution) era la única referencia hasta entonces como referencia para las prácticas en gestión de activos (anexo 11).

La aplicación de la norma ISO 55001 de gestión de activos y su política Nowakowski, y otros, (2017) para renovar las mismas, explica en sus páginas que un activo no debe reemplazarse cuando esta irreversiblemente dañado sino: a) los costos de mantenimiento, operacionales de la vida útil del activo sobrepasen el costo de su sustitución, b) riesgo de falla inminente del activo, c) fallas mayores superen el costo de la sustitución, d) una probable falla condicione la seguridad y confiabilidad del sistema y los operarios e) cuando estos se vuelvan obsoletos e ineficientes para su función, utilización y su mantenimiento f) el reemplazo implica una mejora de los indicadores relacionados a seguridad del operario, medio ambiente, y desempeño de la empresa (Maherdianta, et al, 2019) . Para reemplazar un activo anticipadamente se tiene que tener una información precisa a través de análisis y diagnóstico y evaluación y mejor retorno de inversión y capital invertido teniendo en cuenta el mejor desempeño y un menor riesgo (Krijnen, 2017) para la empresa. (International Copper Association, 2015)

Para alcanzar las metas, objetivos estratégicos, los planes de mantenimiento, se debe integrar una planificación anual para que los recursos operativos e inversiones sean administrados adecuadamente asegurando la planificación a largo plazo.

En la figura 1 observamos los requisitos del sistema de gestión aplicado por la norma ISO 55001, que a su vez tiene relación con la norma ISO 55000 y 55002.

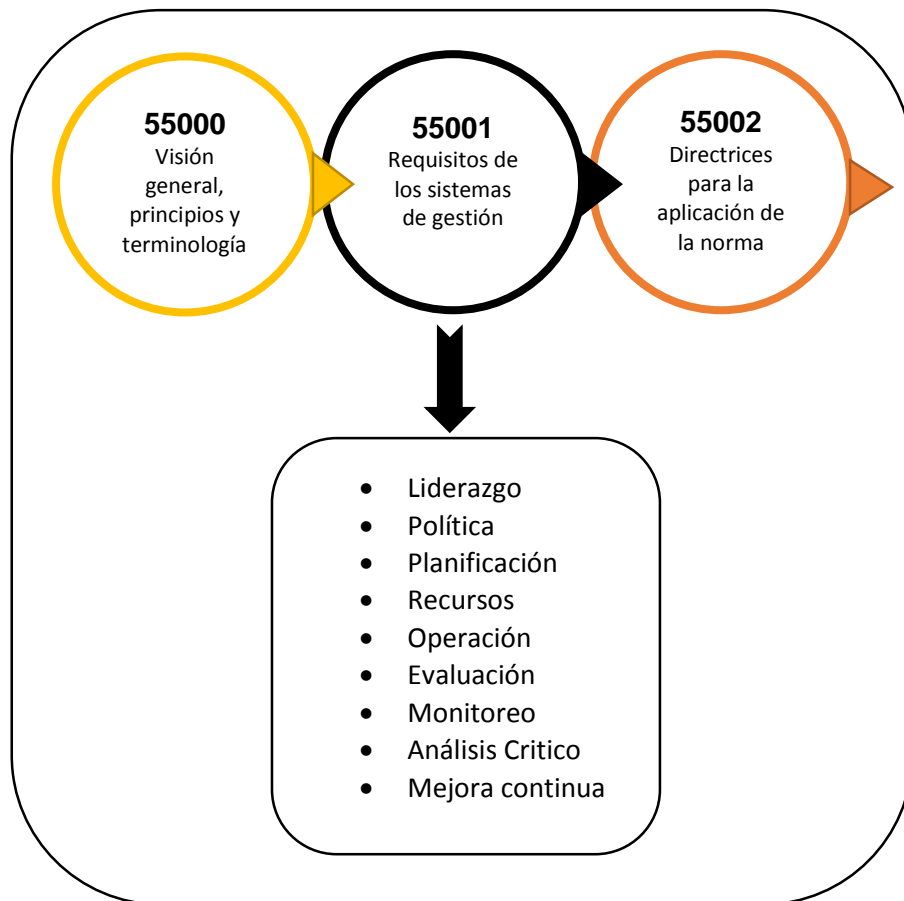


Figura 1: Norma ISO 55001 requisitos.

Fuente : (International Copper Association, 2015).

Los documentos de la norma ISO 55001, tiene una propuesta clara en su aplicación para el fácil entendimiento con una visión básica para que una empresa logre a través de etapas o pasos como el ciclo P.D.C.A (Planner, Do, Check, Action) que significa planear, ejecutar(hacer), verificar, actuar o en español sus siglas P.H.V.A de esta manera por medio de seis pasos para su aplicación se permite estructurar la norma de gestión de activos de cualquier empresa con un uso intensivo de sus activos

A continuación, en la figura 2 vemos los pilares o conceptos de cada norma, norma ISO 55000 tiene tres pilares importantes como son liderazgo, recursos, monitoreo, la norma ISO 55001 se basa en políticas de gestión de activos, operación y análisis crítico, ISO 55002 opera bajo tres conceptos como son planificación, Evaluación, mejora continua

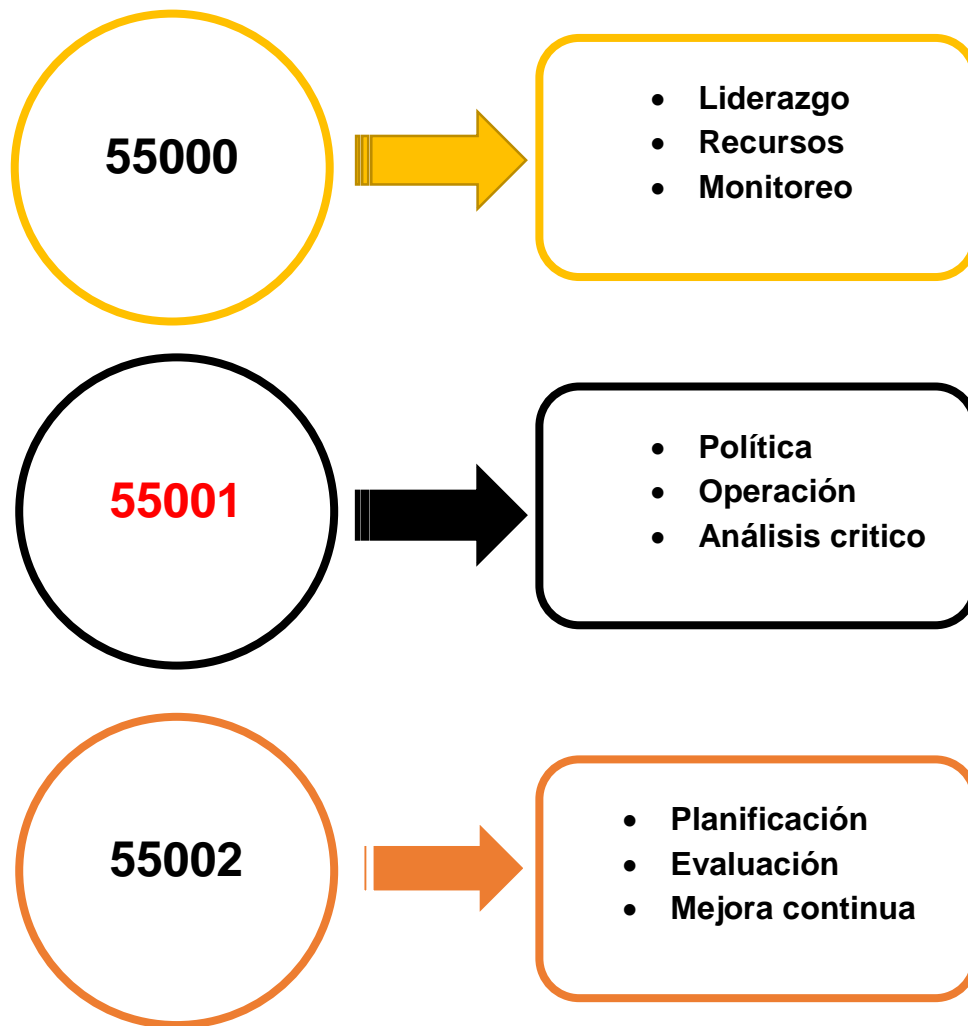


Figura 2: Pilares de las normas ISO 5500x

Fuente: (International Copper Association, 2015)

Paso 1: Plan, (ver figura 3) se observa los pasos de una implementación de la norma ISO 55001 se refiere planificar o planear el sistema es el paso “P” en esta etapa están comprendidos las fases del planeamiento como por ejemplo la identificación del problema una vez definido nuestro problema, el paso 2 es el análisis del problema o las especificaciones técnicas en caso de adquirir un activo, paso 3 es la etapa de adquisición la cual se determina los costos y beneficios para adquirir un determinado activo, paso 4 es el plan de acción son los objetivos específicos para realizar en un determinado tiempo. (International Copper Association, 2015)

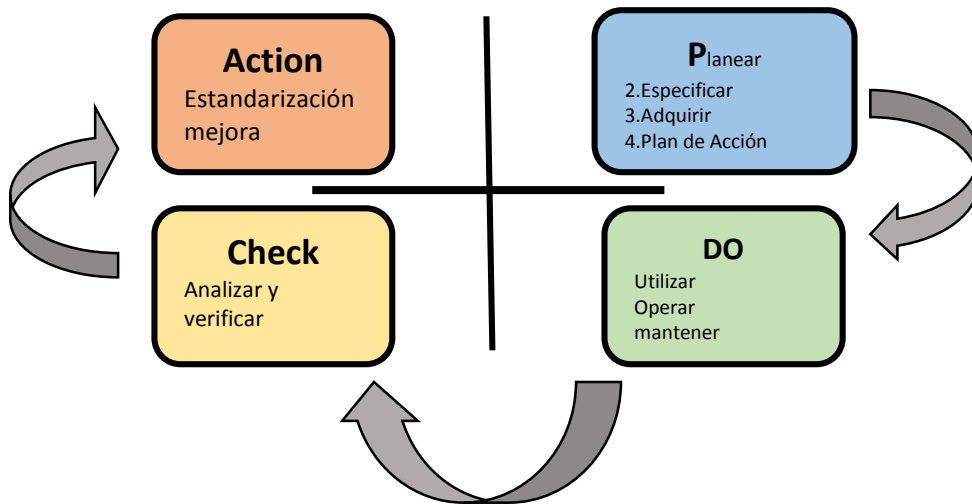


Figura 3: ciclo PDCA de implementación de ISO 55001

Fuente: (International Copper Association, 2015)

definiciones básicas: activos, según la norma 55001 es un elemento o entidad que tiene valor real o potencial sea tangible o intangible sea financiero o no financiero, gestión de activos es la coordinación de una empresa u organización buscando obtener valor de los activos relacionando un equilibrio entre costos, riesgos, desempeño. A continuación, los cuatro Principios de la gestión de Activos (ISO, 2019)

- 1 Activos que sirven para dar valor a la empresa o institución, organización.
- 2 Una gestión de activos tiene como principio estratégico, tareas, decisiones, técnicas financieras.
- 3 Liderazgo y cultura de trabajo son determinados por la percepción
- 4 Gestión de activos, garantiza el cumplimiento desempeño y función del activo

Figura 4: principios de gestión de activos norma ISO 55001

Fuente: (International Copper Association, 2015)

Los principios de gestión de activos (ver figura 4), como primer punto identificar los activos que dan un valor a la empresa, eso significa hacer un estudio económico para hallar dichos activos, segundo punto definir estrategias claras y aplicación de conocimiento financiero, es muy importante el recurso humano que cuente la empresa, tercer punto es el liderazgo como gestión administrativa puede hacer la diferencia entre una empresa exitosa y una empresa medianamente exitosa, se tiene que designar un equipo de trabajo con liderazgo para elaborar el plan de gestión y plan estratégico, cuarto punto el garantizar el ciclo de vida útil de un activo es uno de los principios básicos de esta norma por lo cual los resultados deben ser óptimos. (International Copper Association, 2015)

Una parte muy importante es la de definir los activos críticos, los cuales se basan en cada tipo de negocio que se desarrolle y su plan, pero existen criterios que son utilizados por todas las empresas como son: genera valor el activo la empresa o institución, riesgo involucrado en la pérdida del activo, costos de mantenimiento elevados lo hacen menos rentable a un activo. (BSI ISO, 2019)

Paso 2: Do(ejecutar) los objetivos de la gestión de activos, ejecución de metodología aplicada al mantenimiento donde se tomen en cuenta la disponibilidad del sistema, rendimiento del sistema, análisis de vida útil, y costos unitarios se aplica el concepto SMART (especifico, medibles, alcanzables, realidad problemática, objetivos en base al tiempo). (International Copper Association Latin America, 2012)

Paso 3: check (verificar) análisis de los índices económicos obtenidos y los índices de mantenimiento cálculo de vida útil económica de un activo

Paso 4: toma de decisiones buscar mejoras en el sistema de gestión de activos, una vez analizados los índices globales en la empresa

Beneficios de la aplicación de un sistema de gestión de activos conforme a la norma ISO 55001, mejorar la percepción de valor para sus organizaciones o parte de sus activos, minimizar los incidentes y los fallos de emergencia a través de la gestión correcta de los activos críticos, satisfacer las necesidades del cliente con mayor rentabilidad para los accionistas, prolongar la vida útil de los activos físicos

utilizando equipo más eficiente, determinar el momento óptimo de la reforma, reparación, reemplazo de los activos, y por último cumplir con las regulaciones .

Razones para la implementación de ISO 55001, que la gestión de activos sea vista de manera estratégica (no táctico), mantener balance entre costos, oportunidad y riesgo, gestionar el riesgo de los activos, negocio y reputación, desarrollar y conservar las competencias de gestión de activos. (International Copper Association, 2015)

Lineamientos MINSA (ver anexo 5), Según ley los artículos I y II del Título Preliminar de la Ley N° 26842 (MINSA, 2016), Ley General de Salud disponen que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo (MINSA, 2015) y que la protección de la salud es de interés público. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla (MINSA Resolución Ministerial, 2014)

Debido que la salud es de interés nacional y por lo tanto su mejora es parte de una política estatal, el ministerio de salud elaboró un documento como guía técnica “Lineamiento para la elaboración del plan de equipamiento de establecimiento de salud”

La finalidad del plan de mantenimiento Minsa, es fortalecer la gestión de mantenimiento del equipamiento y la infraestructura (ver anexo 7), mejora de los servicios hospitalarios, además de establecer un orden en el control, ejecución y elaboración de los planes. Las fases para la elaboración involucran al gobierno regional, unidad ejecutora y establecimiento de salud

La elaboración del plan de mantenimiento, equipamiento (ver anexo 8,9) y reposición de equipamiento está dividida en tres etapas según lo indicado en el siguiente flujograma (ver anexo 6) en la cual podemos ver tres etapas. Se conforman de equipo multidisciplinario la cual será responsable y estará conformado por Un representante de la gerencia regional de salud o Director regional de salud quien ejercerá la presidencia, Un representante de la dirección de salud de las personas o quien haga sus veces (como responsable de los programas articulado nutricional, salud materno neonatal, control y prevención de cáncer, Un

representante de la oficina de planeamiento y presupuesto, Un representante de la oficina de administración o logística (para el inventario, y requerimiento), Un representante de la oficina de Servicios Generales o especialista en equipamiento.

Levantamiento de Información para la reposición de equipos (ver anexo 10), esta verificación debe realizarse a través del software de sistema integrado de gestión administrativa (SIGA) y tiene dos requisitos indispensables, que se encuentre etiquetado e inventariado en la lista patrimonial y que no haya sido de baja.

Cumpliendo estas dos condiciones se procederá a la evaluación de equipos con el fin de determinar si requiere repuestos para mantenimiento o reposición por un equipo nuevo. En el anexo 5 tenemos un resumen de la norma y su aplicación.

En el anexo 4 vemos como se realiza el presupuesto destinado a salud, y de donde proviene los recursos, como podemos observar el presupuesto tiene dos ingresos uno llamado R.D.R (recursos directamente recaudados) la cual proviene de la unidad ejecutora (hospital), y otro llamado R.O recursos ordinarios la cual proviene del gobierno regional o también llamado pliego.

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente trabajo es tipo cuantitativo y diseño no experimental, ya que se analizará y recolectará datos para analizar luego hacer un plan de mantenimiento aplicando la norma ISO y adecuándola a la normativa del estado (MINSA).

3.2 variables de operacionalizacion

Variable Dependiente

- Disponibilidad de equipos electromecánicos

Variable Independiente

-Plan de mantenimiento

En anexo 01 se encuentra tabla de variables de operacionalizacion.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: son todas las unidades ejecutoras en la libertad.

Muestra: es un hospital regional del Minsa en La Libertad

Muestreo: discrecional.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada es observación o análisis documental, y el instrumento de recolección de datos usaremos: fichas técnicas de los equipos electromecánicos, orden de trabajo (OTM – ver anexo 2,3) y tablas de los lineamientos MINSA.

3.5 Procedimientos

Para la recolección de información se usó páginas oficiales del gobierno como, Minsa para los lineamientos de la norma disponible en la web oficiales. Se recolectó información de la página oficial del Mef para recolectar la información económica la cual está en su página consulta amigable la cuales el portal de transparencia económica y está disponible para todos. Los datos de la unidad ejecutora para la data de máquinas electromecánicas y disponibilidad se obtendrán de las ordenes de trabajo de mantenimiento(OTM), y bitácora diaria, documentos de aplicación de lineamientos para la elaboración del plan de mantenimiento MINSA.

3.6 Método de análisis de datos

Se realizará análisis documental, se usará los documentos que se encuentran en los lineamientos del ministerio de salud (MINSA), y se contrastará con la norma ISO 55001 de gestión de activos, para aplicar la norma ISO 55001 y los lineamientos del ministerio de salud.

3.7 aspectos éticos

La presente investigación se basa en los documentos de la norma ISO 55001, ministerio de salud - Minsa, así como también datos publicados en las páginas oficiales del estado, respetando los derechos de autor de las diferentes fuentes de información prestadas en la investigación por lo cual son citadas y referenciadas en su totalidad.

IV RESULTADOS

Análisis de criticidad de equipos electromecánicos.

Aplicaremos la siguiente metodología para determinar los equipos electromecánicos más críticos y estableciendo los siguientes criterios; costos (mantenimiento), impacto operacional, seguridad, medio ambiente, frecuencia de falla, flexibilidad operacional. (Ramirez, y otros, 2017)

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{consecuencia} \quad (5)$$

Frecuencia: número de eventos o falla- frecuencia falla

Consecuencia: impacto operacional+ flexibilidad operacional + costos de mantenimiento+ medio ambiente+ Impacto seguridad (ver tabla 1)

Tabla 1: ponderaciones

Factor de frecuencia (FF)	
Descripción	Ponderación
más de 4 veces al mes	5
3 veces mensuales	4
2 veces al mes	3
1 vez al mes	2
Factor de Consecuencias	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	10
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock de repuesto, tiempo alto	8
Stock parcial de repuesto, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3

Stock suficiente, tiempo de reparación bajos	2
Costos de mantenimiento correctivo (CM)	Ponderación
Costo superior 10000 Soles	5
Costo superior 5000-10000 soles	4
Costo superior 3000-5000 soles	3
Costo superior 200-3000 soles	2
Medio Ambiente (MA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Impacto seguridad(IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o Permanente	4
Daños o enfermedad severa	3
Daños leves en operario	2

Fuente: (Ramirez, y otros, 2017)

Elaboración propia

Tabla 2: cálculo de criticidad

Equipo	+4 mes	3 mes	2 veces mes	1 ves mes	FF	IO	FO	CM	MA	IS	CO	CT
Caldera 1			x		3	4	8	4	5	5	26	78
Caldera 2	x				5	10	8	4	5	5	32	160
Centrifuga1		X			4	2	4	2	2	2	12	48
Centrifuga2	X				5	2	4	2	2	2	12	48
Centrifuga3	X				5	2	4	2	2	2	12	48
Lavadoras1		X			4	3	8	3	2	4	20	80
Lavadoras1		X			4	3	8	3	2	4	20	80
planchadora		x			4	3	8	4	2	5	24	96
SECADORA			X		2	2	2	2	3	2	12	24
SECADORA			X		2	2	2	3	2	2	11	22

Elaboración: propia




En la tabla 2 de matriz de criticidad nos muestra los equipos con mayor criticidad como son calderos 1 y 2, las dos lavadoras y la planchadora industrial, en las cuales los calderos, lavadoras y planchadora muestran alta criticidad, seguido de centrifugas con mediana criticidad y las secadoras de vapor con baja criticidad.

Tabla 3: matriz de criticidad

Frecuencia (FF)	CRITICIDAD												
	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	125	175
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	100	140
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	75	105
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	50	70
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	25	35
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	25	35	
CONSECUENCIAS													

Fuente: (Ramirez, y otros, 2017)

Elaboración propia

- Criticidad alta  $51 \leq CT \leq 160$
- Criticidad media  $29 \leq CT \leq 50$
- Criticidad baja  $5 \leq CT \leq 28$

En la tabla 3 vemos la matriz resultante de criticidad encontrada, en la parte inferior se observa su leyenda en colores (Ramirez, y otros, 2017)

Determinación de la Disponibilidad de equipos electromecánicos

El hospital en estudio como referencia, tiene los siguientes equipos electromecánico como son: Calderos, lavadoras, secadoras, plancha a vapor, centrifugas. que son indispensables para los servicios de: Central de esterilización, Lavandería y Nutrición.

a continuación, mostramos los resultados recopilados en 06 meses la formulada usada para hallar la disponibilidad descrita en el marco teórico. (Tavares, 1999)

$$Disponibilidad = \frac{\Sigma(HCAL-HTMN)}{\Sigma HCAL} \times 100 \quad (6)$$

Calderos

En la tabla 4 se muestra la ficha técnica del fabricante de los dos calderos, uno con una antigüedad de 9 años el cual llamaremos caldero 02 y el segundo con 1 año, caldero 01

Tabla 4: Ficha técnica de calderos

Marca	Intesa
Modelo	PTH-100-3WB-C-D2-GLP/GN
Norma de Fabricación	ASME SECC-I
Hogar	Corrugado tipo Morrison
Potencia	100 BPH
Sup. Calefacción	500 Sq -ft
Producción de vapor 212 °F	3450 lbs/hora
Tipo de combustible	Dual Diésel /Gn
consumo de combustible	-
Diésel N°2	30 GPH Max
Gas natural	4200MBH Max
Presión de diseño	150 Psi
Presión hidrostática	225 Psi
Año de fabricación caldero 01	2011
Año de fabricación caldero 02	2018
Serie caldero 01	014701218
Serie caldero 02	012880911



Figura 5: calderos marca Intesa,01 (izquierdo) y caldero 02(derecho)

En la figura 5 se muestra la foto de los calderos de marca Intesa, para los cálculos de disponibilidad (ver tabla 5) se usaron las fórmulas de disponibilidad del autor del libro administración moderna de mantenimiento (Tavares, 1999), para los cálculos de disponibilidad se utilizó la tabla de data recolectada de horas de operación (ver anexo 14)

Tabla 5: cálculo de la Disponibilidad, Caldero 01

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	200	1	15	720	21	97.1%	200	15	93%
DICIEMBRE	210	2	16	744	23	97%	105	8	93%
ENERO	200	1	24	744	30	96%	200	24	89.3%
FEBRERO	230	2	16	696	22	97%	115	8	93.5%
MARZO	220	1	18	744	23	97%	220	18	92.4%
ABRIL	360	2	17	720	20	97.2%	180	8.5	95.5%
MAYO	372	1	17	744	20	97.3%	372	17	95.6%

Elaboración propia.

La tabla 5 muestra la disponibilidad, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar y confiabilidad, tabla 6 cálculo de disponibilidad caldero 2.

Tabla 6: cálculo de la disponibilidad, Caldero 02

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	160	2	50	720	75	89.6%	80	25	76.2%
DICIEMBRE	162	2	48	744	70	91%	81	24	77.1%
ENERO	172	2	55	744	69	91%	86	28	75.8%
FEBRERO	118	3	58	696	65	91%	39.3	19.3	67%
MARZO	152	4	60	744	60	92%	38	15	71.7%
ABRIL	1	1	720	720	720	0.0%	1	720	0.1%
MAYO	1	1	744	744	744	0.0%	1	744	0.1%

Elaboración propia.

Lavadoras industriales

Equipo electromecánico indispensable para un hospital, la ropa debe ser lavada y desinfectada para mantener un protocolo de bioseguridad en todos los servicios, el hospital cuenta con dos lavadoras del mismo modelo y marca, en la tabla 7 se muestra la ficha técnica, en la figura 6 se muestra la lavadora.

Tabla 7: ficha técnica de lavadoras 1 y 2

Lavadoras Eléctrica Industrial	
Marca	FASIN
Modelo	LRI-80 HORIZONTAL
Fecha de alta	02/06/2004
Lavadora Eléctrica Industrial (01)	606030
Lavadora Eléctrica Industrial (02)	605009
Voltaje trifásico	220 v
Vapor	10 PSI
Material	Acero
Capacidad	200 kilos
Motor	10HP
Control	Semi Automática
Transmisión	Cadena

Fuente: ficha técnica – marca FASIN, LRI-80 horizontal
Elaboración propia



Figura 6: Lavadora marca Fasin, modelo LRI-80 horizontal

Tabla 8: disponibilidad lavadora 01

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	320	3	29	720	70	90.3%	106.7	9.67	91.7%
DICIEMBRE	355	2	31	744	46	93.8%	177.5	15.5	92%
ENERO	350	3	32	744	48	93.5%	116.7	11	91.6%
FEBRERO	320	2	30	696	50	92.8%	160	15	91.4%
MARZO	350	3	26	744	48	93.5%	116.7	8.67	93.1%
ABRIL	320	2	27	720	52	92.8%	160	13.5	92.2%
MAYO	350	3	28	744	45	94%	116.7	9.33	92.6%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración propia

Las Lavadoras funcionan a vapor, por lo cual tienen un tiempo similar al trabajo del caldero en tiempos de operatividad (HROP), en la tabla 8 y 9 vemos los datos de su disponibilidad.

Tabla 9: disponibilidad lavadora 02

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	322	3	28	720	50	93.1%	107.3	9.3	92%
DICIEMBRE	350	2	30	744	60	92%	175	15	92.1%
ENERO	355	2	31	744	50	93.3%	177.5	16	92%
FEBRERO	325	3	28	696	55	92.1%	108.3	9.3	92.1%
MARZO	352	2	29	744	60	92%	176	14.5	92.4%
ABRIL	325	3	32	720	65	91%	108.3	10.6	91%
MAYO	345	3	30	744	45	94%	115	10	92%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración propia.

Centrifugas

Equipos Electromecánico, su función es de extraer el agua de la ropa después del lavado para posteriormente ser secado a vapor. En la tabla 10 vemos su ficha técnica de las 03 centrifugas son de la misma marca y modelo, (ver tabla 10), en la figura 7 vemos la centrifuga.

Tabla 10: Ficha técnica Centrifuga

CENTRIFUGAS	
Marca	FASIN
Modelo	CTI-25
Fecha de alta	02/06/2004
Centrifuga 01 / serie	4030404
Centrifuga 02 / serie	4040404
Centrifuga 03 / serie	s/n
voltaje trifásico	220v
Motor	Trifásico
potencia	4 hp
material	Acero AISI 304
Carga máxima	50 kg
RPM Max	1750
Correa de transmisión	03

Fuente: ficha técnica marca FASIN, modelo CTI-25 (ver figura 7)
Elaboración propia



Figura 7: centrifuga marca FASIN, modelo CTI 25

Tabla 11: Calculo disponibilidad Centrifuga 01

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	360	3	19	720	55	92.4%	120	6.3	95%
DICIEMBRE	372	2	22	744	53	93%	186	11	94.4%
ENERO	372	3	25	744	56	92.5%	124	8	94%
FEBRERO	348	2	20	696	52	92.5%	174	10	95%
MARZO	352	3	21	744	60	92%	117.3	7	94.4%
ABRIL	360	2	24	720	48	93.3%	180	12	94%
MAYO	372	3	19	744	50	93.3%	124	6.3	95.1%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración Propia.

En la tabla 11, cálculo de índices de operación de centrifuga 1

Tabla 12: Calculo disponibilidad centrifuga 02

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	150	3	29	720	30	95.8%	50.0	9.7	83.8%
DICIEMBRE	130	2	45	744	60	91.9%	65	22.5	74.3%
ENERO	100	4	60	744	90	87.9%	25	15	62.5%
FEBRERO	90	4	85	696	120	82.8%	22.5	21.3	51.4%
MARZO	0	1	744	744	744	0.0%	0	744	0.0%
ABRIL	0	1	720	720	720	0.0%	0	720	0.0%
MAYO	0	1	744	744	744	0.0%	0	744	0.0%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración Propia

La tabla 12 se puede apreciar como decrece las horas de operación (HROP) y disponibilidad hasta quedar inoperativo.

Tabla 13: Calculo disponibilidad centrifuga 03

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	0	1	720	720	720	0.0%	0.0	720	0%
DICIEMBRE	0	1	744	744	744	0.0%	0	744	0%
ENERO	0	1	744	744	744	0.0%	0	744	0%
FEBRERO	0	1	696	696	696	0.0%	0	696	0%
MARZO	0	1	744	744	744	0.0%	0	744	0%
ABRIL	0	1	720	720	720	0.0%	0	720	0%
MAYO	0	1	744	744	744	0.0%	0.0	744	0%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración Propia.

La tabla 13 equipo inoperativo por falta de repuesto

Planchadora de vapor

Equipo electromecánico, usado en el proceso final de servicio de lavandería esta máquina usa una presión de 100 PSI de vapor, a continuación, vemos su ficha técnica en la tabla 14 y su respectiva imagen en la figura 8.

Tabla 14: Ficha técnica Planchadora

CENTRIFUGAS	
Marca	FORSTER
Modelo	4563 - ML
Fecha de alta	02/06/1970
VAPOR	100 PSI
VOLTAJE	TRIFASICO 220V
Temperatura Max	200 C°
Dimensiones	1490 x Ø325 mm
Motor cilindro	2HP
Transmisión	Cadena
Trampas de vapor	Si
Válvulas de Control	Si
Control	Semi Automático
Material	Hierro Fundido
Ventilador Extractor	Si

Fuente: ficha técnica marca FORSTER, modelo 4563 ML

Elaboración Propia.



Figura 8: Planchadora FORSTER 4563ML/1970

En la tabla 15 vemos su disponibilidad actual

Tabla 15: cálculo de Disponibilidad Planchadora

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	360	3	40	720	60	91.7%	120	13.3	90%
DICIEMBRE	372	2	39	744	66	91.1%	186	19.5	90.5%
ENERO	372	2	42	744	70	90.6%	186	21	90%
FEBRERO	348	2	41	696	75	89.2%	174	20.5	89.5%
MARZO	352	3	40	744	65	91.3%	117.3	13.3	90%
ABRIL	360	2	25	720	67	90.7%	180	12.5	93.5%
MAYO	372	3	39	744	69	90.7%	124	13	90.5%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración propia

Secadora a vapor

Maquina electromecánica su es función es el secado de ropa mediante vapor de 10

PSI a continuación su ficha técnica (ver tabla 16)

Tabla 16: Ficha técnica secadora a vapor

CENTRIFUGAS	
Marca	FASIN
Modelo	SRI
Fecha de alta	02/06/2004
VAPOR	10 PSI
VOLTAJE	TRIFASICO 220V
Temperatura trabajo	90 C°
Tambor de acero	AISI 304
Motor cilindro	4HP
Transmisión	faja
Filtro de aire	si
Válvulas de Control	2"
Control	Semi Automático
Ventilador Extractor	1hp

Fuente: ficha técnica marca Fasin, modelo 4563 ML

Elaboración Propia.



Figura 9: secadora marca FASIN modelo SRI

Tabla 17: Calculo de disponibilidad de secadora a vapor 1

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	360	3	70	720	95	86.8%	120	23.3	83.7%
DICIEMBRE	372	2	75	744	96	87.1%	186	37.5	83.2%
ENERO	372	2	78	744	89	88%	186	39	82.7%
FEBRERO	348	2	90	696	94	86.5%	174	45	79.5%
MARZO	352	3	81	744	93	87.5%	117.3	27	81.3%
ABRIL	360	2	78	720	90	87.5%	180	39	82.2%
MAYO	372	3	84	744	91	87.8%	124	28	81.6%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración propia

En la tabla 17 vemos su disponibilidad de promedio en 86%, en la figura 9 vemos la maquina electromecánica

Tabla 18: Calculo de disponibilidad de secadora 2

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	300	3	75	720	90	87.5%	100	25	80.0%
DICIEMBRE	320	2	76	744	92	87.6%	160	38	80.8%
ENERO	315	2	80	744	93	87.5%	157.5	40	79.7%
FEBRERO	290	2	95	696	95	86.4%	145	47.5	75.3%
MARZO	310	3	84	744	100	86.6%	103.3	28.0	78.7%
ABRIL	290	2	77	720	90	87.5%	145	38.5	79.0%
MAYO	295	3	83	744	91	87.8%	98.33	27.67	78.0%

Fuente: historial de fallas (ver anexo 14)

Elaboración propia

En la tabla 18 vemos su cálculo de disponibilidad en promedio 86%

Determinación el ciclo de vida útil actual desde la perspectiva de gestión de activos

En la presente investigación, encontramos que los lineamientos del MINSA (ver anexo 9) y el MEF (ver anexo 12) cuenta como normativa una aplicación o tablas de aplicación para determinar la vida útil del equipamiento en base a su depreciación (ver tabla 19)

Tabla 19: vida útil – según Lineamiento MINSA

Denominación	vida útil esperada en años
Caldero	20 años
Lavadoras Industriales	10 años
Planchadora(calandria)	10 años
Centrifuga	10 años
Secadora a vapor	10 años

Fuente: (MINSA, 2016)

Elaboración propia.

Para este objetivo haremos el cálculo de la vida útil económica es decir su depreciación mirando desde la óptica como gestión de activos. Para ello tomaremos como referencia la normativa y directiva N°005-2016-EF/51.01 (MEF, 2016)

Tabla 20: vida útil económica actual basada en gestión de activo

Denominación	Fecha de alta	Vida útil esperada en años	Tasa de depreciación anual	
Caldero	29/12/2011	20 años	100%/20=	5%
Lavadoras Industriales	02/06/2004	10 años	100%/10=	10%
Planchadora(calandria)	02/06/1970	10 años	100%/10=	10%
Centrifuga	02/06/2004	10 años	100%/10=	10%
Secadora a vapor	02/06/2004	10 años	100%/10=	10%

Fuente: Directiva N°002-2016-EF/51.01 (MEF, 2016)

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 20 vemos las tasas de depreciaciones y sus fechas de alta

Tabla:21 cálculo de vida útil económica actual

Denominación	Fecha	Depreciación Anual $5\% \times 174,711 = 8,735.55$		vida útil restante	operativo
Caldero		Depreciación Acumulada			
Activo					
174,711 nuevos soles	29/12/2011	8,735.55	Año 1	9 Años	SI
	29/12/2021	87,355.5	Año 10		
174,711 nuevos soles	29/12/2031	174,711	Año 20		
Denominación	Fecha	Depreciación Anual $10\% \times 32,332.47 = 3,233.2$		vida útil restante	operativo
Lavadoras Industriales		Depreciación Acumulada			
Activo					
32,332.47 nuevos soles	02/06/2004	3,233.2	Año 1	totalmente depreciado	SI
	02/06/2014	32,331.47	Año 10		
32,332.47 nuevos soles	02/06/2020	0	Año 16		
Denominación	Fecha	Depreciación Anual $10\% \times 50,000 = 5000$		vida útil restante	operativo
Planchadora		Depreciación Acumulada			
Activo					
50,000 nuevos soles	02/06/1970	5000	Año 1	totalmente depreciado	SI
	02/06/1980	50,000	Año 10		
50,000 nuevos soles	02/06/2020	0	Año 31		
Denominación	Fecha	Depreciación Anual $10\% \times 12,312.14 = 1,231.2$		vida útil restante	operativo
Centrifuga 01		Depreciación Acumulada			
Activo					
12,312.14 nuevos soles	02/06/2004	1,231.2	Año 1	totalmente depreciado	si
	02/06/2014	12,312.14	Año 10		
12,312.14 nuevos soles	02/06/2020	0	Año 16		
Denominación	Fecha	Depreciación Anual $10\% \times 12,312.14 = 1,231.21$		vida útil restante	operativo
Centrifuga 02					

Activo		Depreciación Acumulada			
12,312.14 nuevos soles	02/06/2004	1,231.2	Año 1	totalmente depreciado	no
	02/06/2014	1,2312.14	Año 10		
12,312.14 nuevos soles	02/06/2020	0	Año 16		
Denominación	Fecha	Depreciación Anual		vida útil restante	operativo
secadora a vapor (02)		10% \times 25,645.13=2,564.51			
Activo		Depreciación Acumulada			
25,645.13 nuevos soles	02/06/2004	2,564.51	Año 1	totalmente depreciado	si
	02/06/2014	25,645.13	Año 10		
25,645.13 nuevos soles	02/06/2020	0	Año 16		

Fuente: Directiva N°002-2016-EF/51.01 (MEF, 2016)

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar (ver tabla 21), hay equipos que económicamente ya se depreciaron es decir cumplieron con su ciclo de vida útil económica, lo cual la normativa se puede aplicar para una reposición de equipos, cumpliendo los lineamientos y presentado el balance económico entre beneficio y costo a lo largo de su periodo útil y las reparaciones que ha sufrido durante este periodo.

Calculo de restructuración de depreciación basado en gestión de Activos

Partiendo del ciclo de vida útil, todo equipo e infraestructura tiene una depreciación la cual es estimada en los documentos de referencia de la Directiva N°002-2016-EF/51.01 (MEF, 2016), aplicado a los activos del estado (anexo 12)

En la tabla 22 aplicaremos un reajuste de depreciación a los equipos electromecánicos

Tabla 22: Calculo de reestructuración basada en gestión activos (resumen)

Planchadora	
Reestructuración depreciación (base 55 años)	
Ajuste de depreciación	
Depreciación en base 10 años	50,000 nuevos soles
Depreciación acumulada reestructurada en 50 años (1970-2020)	45,454.5 nuevos soles
depreciación en exceso	4,545.5 nuevos soles
Centrifugas	
Reestructuración depreciación (base 20 años)	
Ajuste de depreciación	
Depreciación en base 10 años	12312.14 nuevos soles
Depreciación acumulada reestructurada en 16 años (2004-2020)	9849.71 nuevos soles
depreciación en exceso	2462.43 nuevos soles
secadora a vapor (02)	
Reestructuración depreciación (base 20 años)	
Ajuste de depreciación	
Depreciación en base 10 años	25645.13nuevos soles
Depreciación acumulada reestructurada en 16 años (2004-2020)	9849.71 nuevos soles
depreciación en exceso	15795.42 nuevos soles
Lavadora industrial	
Reestructuración depreciación (base 20 años)	
Ajuste de depreciación	
Depreciación en base 10 años	32,332.47 nuevos soles
Depreciación acumulada reestructurada en 16 años (2004-2020)	25,865.97 nuevos soles
depreciación en exceso	11,639.69 nuevos soles

Fuente: Directiva N°002-2016-EF/51.01 (MEF, 2016)

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 22, vemos el resumen del cálculo con la nueva reestructuración de depreciación para las maquinas electromecánicas

Elaboración de plan de mantenimiento aplicando ISO 55001 y lineamientos MINSA para mejorar la disponibilidad.

Para nuestro plan de mantenimiento aplicando norma ISO 55001 y lineamientos se aplicará el PDCA (planear, ejecutar, verificar, mejorar) a la estructura de la realización del plan

Plan (P):

Objetivos: Aplicar ISO 55001 gestión de activos a la estructura organizacional, Definición de metas y estrategias anuales.

Como primer paso se debe realizar un Plan anual aplicando la normativa Minsa, y norma ISO 55001 a la estructura organizacional del hospital, como se observa la figura 10 aplicando norma ISO 55001 se aplican los siguientes principios: valor que genera un activo, estrategias definidas en técnica financiera, liderazgo, garantía del activo cumplirá su función, mejora de índices operativos.

Como podemos observar en la figura 10 el flujo documentario tiene una alimentación en información estadística por activo a jefatura de mantenimiento, en la cual se tiene que tener la data estadística total de los activos en las cuales se hizo seguimiento en el tiempo del ciclo de vida útil.

Después se aplicará una metodología como recomienda la norma ISO una que se ajuste a la realidad de la empresa para mejorar los índices operativos y tener una proyección en el tiempo de una mejora de disponibilidad como veremos más adelante.

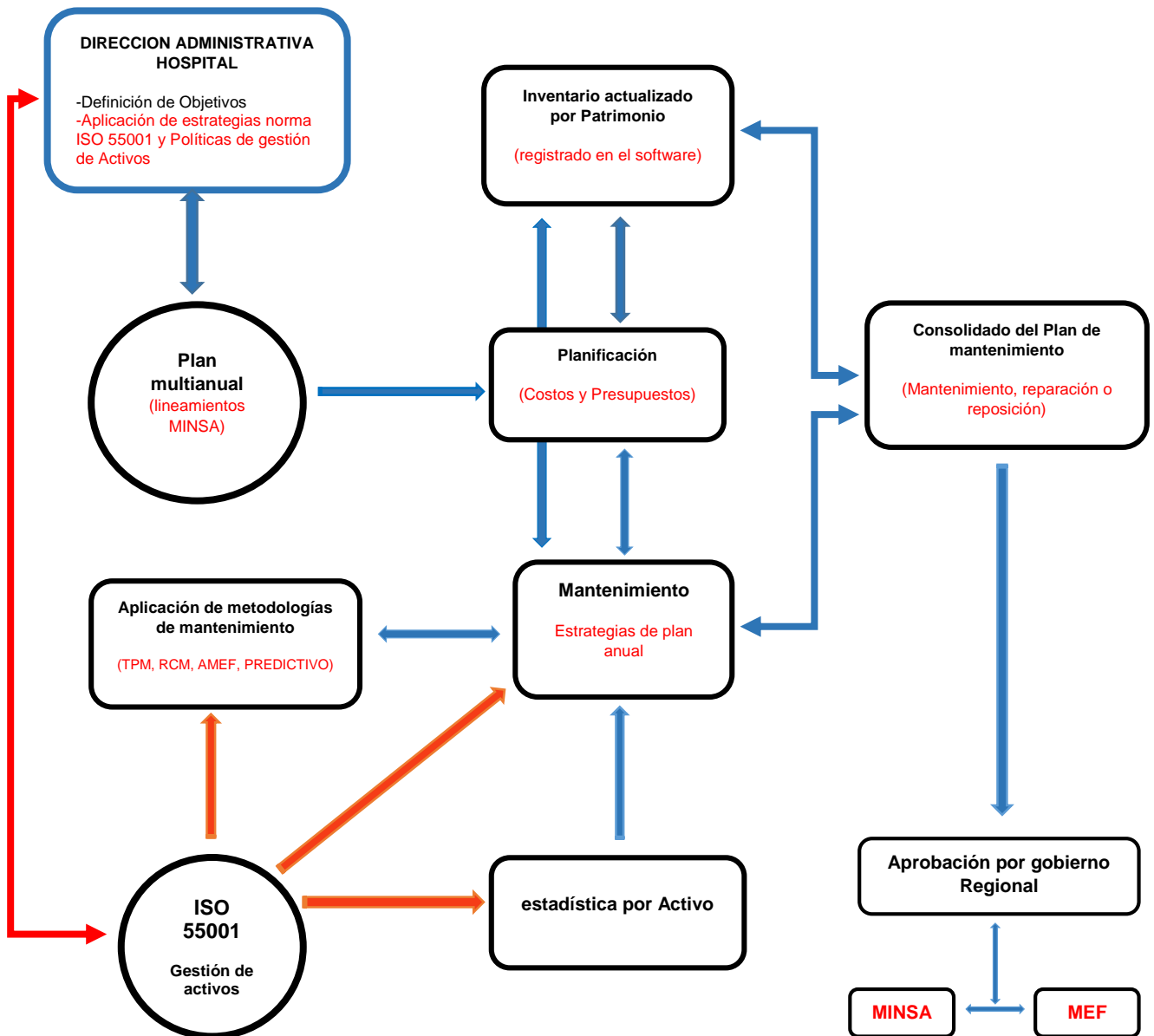


Figura 10: mantenimiento aplicando norma ISO 55001

Fuente: Organigrama basado en lineamientos de elaboración del plan

Elaboración propia

Ejecución (Do)

Objetivos: Aplicación de una metodología de mantenimiento que se integre a la realidad problemática del hospital como mantenimiento productivo total (TPM), para mejorar los índices operativos y monitorear las operaciones

Aplicación de Mantenimiento productivo Total (TPM), de acuerdo a la realidad problemática del hospital, capacitaciones (ver tabla 23)

Tabla 23: programa de capacitación de personal técnico

Capacitación personal	Aplicación de 5 "S"			Manejo de EPP		Manejo y conservación de equipos y herramientas		Charlas de motivación		Liderazgo		
	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
MESES												
Talleres/servicios	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Electricidad												
Técnico 1												
Técnico 2												
Técnico 3												
Electromecánica												
Técnico 1												
Técnico 2												
Técnico 3												
Infraestructura												
Técnico 1												
Técnico 2												
Técnico 3												
Biomédico												
Técnico 1												
Técnico 2												
Carpintería												
Técnico 1												
Técnico 2												
Calderos												

Técnico 1	■			■			■		■		■	
Técnico 2		■			■	■			■		■	
Técnico 3	■		■			■			■		■	
Técnico 4		■		■			■		■		■	
Lavandería												
Operario 1	■			■			■			■		■
Operario 2	■		■			■				■		■
Operario 3		■		■			■			■		■
Operario 4		■		■	■					■		■
Operario 5	■		■			■				■		■

Fuente: metodología de TPM (Tavares, 1999)

Elaboración propia

Los costos de las capacitaciones pueden ser cubierto por los convenios institucionales con las universidades que actualmente tiene el Hospital

Tabla 24: Cronograma de mantenimiento de calderos

CRONOGRAMA	MESES											
	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Manómetros/presostatos	■					■					■	
Bujía Warrick				■						■		
Válvula de vapor		■				■					■	
Válvula de seguridad	■						■					
Columna de agua		■							■			
Purga superior			■					■				
Purga columna de agua	■					■				■		■
Empaquetadura mano				■							■	
Línea de agua	■				■		■			■		■
Válvula de alivio línea superior		■						■				■
Quemador					■						■	
Tablero de control				■			■			■		■
Transformador de ignición				■						■		

* en el mantenimiento autónomo el operario puede realizar el engrase de los componentes accesibles previa capacitación.

La tabla 25 muestra el cronograma de las actividades por dispositivos de las lavadoras, en dicha tabla se toman en cuenta los mantenimientos autónomos por los operarios la cual verificaran las maquinas e informaran oportunamente al área encargada del mantenimiento.

Tabla 26: Cronograma de mantenimiento planchadora (calandria)

MESES												
CRONOGRAMA	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Motor 2 HP												
Cadena transmission de tambor												
Chumaceras												
Seguridades eléctricas- finales de carrera												
Tablero control												
Válvulas de vapor												
Válvulas de agua												
ventilador												
Trampas de vapor												
Leyenda												
Mantenimiento Preventivo												

Fuente: planchadora marca Forster, modelo 4563 - ML

Elaboración propia

* en el mantenimiento autónomo el operario puede realizar las inspecciones visuales para anticipar la falla, previa capacitación

La tabla 26 muestra el cronograma de las actividades por dispositivos del mantenimiento de planchadora, en dicha tabla se toman en cuenta los mantenimientos autónomos por los operarios la cual verificaran las maquinas e informaran oportunamente al área encargada del mantenimiento.

Tabla 27: Cronograma de mantenimiento centrifugas

MESES												
CRONOGRAMA	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Motor 4 HP												
Fajas de transmisión de tambor												
Seguridades eléctricas												
Tablero control												
Asientos de goma de 3" para base												
rodamientos												
Leyenda												
Mantenimiento Preventivo												

Fuente: centrifuga marca Fasin, modelo CTI-25

Elaboración propia

La tabla 27 muestra el cronograma de las actividades por dispositivos del mantenimiento de las centrifugas, en dicha tabla se toman en cuenta los mantenimientos autónomos por los operarios la cual verificaran las maquinas e informaran oportunamente al área encargada del mantenimiento.

Tabla 28: cronograma de mantenimiento secadora a vapor

MESES												
CRONOGRAMA	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Motor 4 HP												
Intercambiador de calor												
Fajas de transmisión de tambor												
Seguridades eléctricas												
Tablero control												
Trampas de vapor												
Limpieza de filtros												
rodamientos												
Leyenda												

Mantenimiento Preventivo		
--------------------------	--	--

Fuente: secadora a vapor marca Fasin modelo SRI

Elaboración propia

Tabla 28 cronograma de actividades de para secadora a vapor, los mantenimientos autónomos también los aplicara los operarios del área de lavandería.

Después de realizado los mantenimientos se ejecutará el formato dado por los lineamientos MINSA, para llevar el control estadístico en activo y el estado del bien Anexo 3.

Tabla 29: aplicación de las 5 “S” por personal de mantenimiento.

MESES											
Actividad	Agost	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	taller
Seiri – Organización (utilización, selección)											Electricidad
Seito - Orden (sistematización, arreglo)											Electromecánica
Seiso - Limpieza (inspección)											Gasfitería
Seiketsu - Aseo (estandarización, salud, perfeccionamiento)											Operador de calderas
Shitsuke - Disciplina (control de sí mismo, educación)											Biomédico

Fuente: metodología de TPM (Tavares, 1999)

Elaboración propia

La tabla 29 no es limitativa en su función pueden ir rotando de acuerdo a la decisión del área de jefatura de mantenimiento para aplicar las 5 “S”



Figura 11: desorden de insumos en área de calderos



Figura 12: falta de orden y limpieza

Como se observa en las figuras 11 y 12 aplicando las 5 “s” se puede mejorar el ambiente de trabajo siguiendo el cronograma y participación de todos.

Tabla 30: stock de repuestos (las x indican lo que se debe cambiar a la brevedad)

REPUESTO					
STOCK	CALDERO	LAVADORAS	PLANCHADORA	CENTRIFUGA	SECADORA
Manómetros/presostatos					
Válvula de seguridad					
Columna de agua					
Válvula de alivio línea superior					

Transformador de ignición					
Intercambiador de calor a vapor 10 PSI					
Válvula solenoide de venteo					
Servomotor Ajuste					
Válvula de mariposa					
fotocelda					
Bomba de almacenamiento agua blanda	X				
Motor 4 HP					
Fajas en V				X	X
Seguridades eléctricas FINALES DE CARRERA					
Motor 2 HP					
Válvulas de vapor 1 ½, 2"		X	X		
Válvulas de agua, ½, 2"		X	X		
Ventilador ½ hp					
Trampas de vapor					
Motor 6 HP					
Cadena transmission		X	X		
Chumaceras		X			
CONTACTORES				X	
FUSIBLES					
Rodamientos		X	X	X	X
La X corresponde al repuesto que se necesita cambiar					

Elaboración propia

En la tabla 30 tenemos la tabla de stock de repuesto que debe contar el almacén para reducir los impactos operacionales y tener una mejor flexibilidad operacional, de esta manera reduciremos los tiempos de reparación en un 60%, cada color en la cuadrícula le corresponde su respectivo repuesto a la máquina electromecánica (ver tabla 30 el color celeste les corresponde a los calderos y así sucesivamente

para las demás maquinas), la (x) corresponde al repuesto que se necesita cambiar a la brevedad.

Check (C- verificar)

Objetivo: proyección de mejora de los índices operativos

Para realizar los cálculos de índices operacionales nuevos, tomaremos como referencia de una reducción de tiempo de un 90% en el índice de HTMN (horas totales de mantenimiento) la reducción de nuestra proyección proviene de la aplicación del plan (cronograma, stock de repuestos en almacén, organización del personal y la reestructuración de vida útil económica tabla 20) la cual ya se le puede incluir y sustentar en las tablas de MINSA de los lineamientos en la elaboración del plan un presupuesto para su mantenimiento. A continuación, las formulas usadas

$$Disponibilidad = \frac{\sum(HCAL-HTMN)}{\sum HCAL} \times 100 \quad (7)$$

HTMN: Horas Totales de Mantenimientos.

HCAL: Horas calendarios

(Tavares, 1999)

$$Tiempo Medio Entre Fallas(TMEF) = \frac{NOIT.HROP}{NTMC} \quad (8)$$

NOIT: Numero de Ítems, NTMC: Número Total de Mantenimientos correctivos.

HROP: Horas de Operación, HTMC: Horas Totales de Mantenimientos correctivos

El tiempo medio entre fallas (TMEF) es usado para ítems que son intervenidos tras la ocurrencia de una avería, el TMEF está asociado al tiempo medio para reparar (TMPR) por que estos dos índices representan un resultado promedio, su exactitud

dependerá del periodo de observación por que a mayor cantidad de datos mayor será la precisión de la expectativa de sus valores (Tavares, 1999)

$$\text{Tiempo Medio Para Reparacion}(TMPR) = \frac{\sum HTMC}{NTMC} \quad (9)$$

$$\text{Confiabilidad de equipos (CONF)} = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} * 100 \quad (10)$$

Tabla 31: proyección de disponibilidad de caldero 1

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
SETIEMBRE	180	1	1	720	21	97.1%	180	1	99.4%
OCTUBRE	192	1	1	744	23	96.9%	192	1	99.5%
NOVIEMBRE	180	1	1	744	30	96%	180	1	99.4%
DICIEMBRE	192	1	1	696	22	96.8%	192	1	99.5%
ENERO	192	1	1	744	23	96.9%	192	1	99.5%
FEBRERO	168	1	1	720	20	97.2%	168	1	99.4%
MARZO	192	1	1	744	20	97.3%	192	1	99.5%

Elaboración propia

En la tabla 31 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el Excel para realizar los cálculos

Tabla 32: proyección de disponibilidad caldero 2

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
SETIEMBRE	192	1	1	744	20	97.3%	192	1	99.5%
OCTUBRE	180	1	1	720	21	97.1%	180	1	99.4%
NOVIEMBRE	192	1	1	744	19	97.4%	192	1	99.5%
DICIEMBRE	180	1	1	744	20	97.3%	180	1	99.4%
ENERO	180	1	1	744	20	97.3%	180	1	99.4%
FEBRERO	168	1	1	720	20	97.2%	168	1	99.4%
MARZO	180	1	1	744	25	96.6%	180	1	99.4%

Elaboración Propia

En la tabla 32 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el programa Excel para realizar los cálculos

Tabla 33: proyección de disponibilidad lavadoras (1 y 2)

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
SETIEMBRE	300	1	1	720	20	97.2%	300	1	99.7%
OCTUBRE	300	1	1	744	22	97%	300	1	99.7%
NOVIEMBRE	288	1	1	744	19	97.4%	288	1	99.7%
DICIEMBRE	312	1	1	696	20	97.1%	312	1	99.7%
ENERO	300	1	1	744	23	96.9%	300	1	99.7%
FEBRERO	276	1	1	720	22	96.9%	276	1	99.6%
MARZO	288	1	1	744	25	96.6%	288	1	99.7%

Elaboración propia

En la tabla 33 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el programa Excel para realizar los cálculos

Tabla 34: Proyección de disponibilidad centrifugas (1,2,3)

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
AGOSTO	300	1	1	720	20	97.2%	300	1	99.7%
SETIEMBRE	300	1	1	744	22	97%	300	1	99.7%
OCTUBRE	288	1	1	744	19	97.4%	288	1	99.7%
NOVIEMBRE	312	1	1	696	20	97.1%	312	1	99.7%
DICIEMBRE	300	1	1	744	23	97%	300	1	99.7%
ABRIL	276	1	1	720	22	96.9%	276	1	99.6%
MAYO	288	1	1	744	25	96.6%	288	1	99.7%

Elaboración propia

En la tabla 34 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el programa Excel para realizar los cálculos

Tabla 35: Proyección de disponibilidad planchadora

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
AGOSTO	300	1	1	720	20	97.2%	300	1	99.7%
SETIEMBRE	300	1	1	744	22	97.0%	300	1	99.7%
OCTUBRE	288	1	1	744	25	96.6%	288	1	99.7%
NOVIEMBRE	312	1	1	696	20	97.1%	312	1	99.7%
DICIEMBRE	300	1	1	744	23	96.9%	300	1	99.7%
ABRIL	276	1	1	720	22	96.9%	276	1	99.6%
MAYO	288	1	1	744	25	96.6%	288	1	99.7%

Elaboración propia

En la tabla 35 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el programa Excel para realizar los cálculos

Tabla 36: Proyección de disponibilidad secadora a vapor 1 y 2

	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	DISP	TMEF	TMPR	CONF
NOVIEMBRE	360	1	1	720	20	97.2%	360	1	99.7%
DICIEMBRE	372	1	1	744	21	97.2%	372	1	99.7%
ENERO	372	1	1	744	25	96.6%	372	1	99.7%
FEBRERO	348	1	1	696	23	96.7%	348	1	99.7%
MARZO	352	1	1	744	22	97.0%	352	1	99.7%
ABRIL	360	1	1	720	21	97.1%	360	1	99.7%
MAYO	372	1	1	744	24	96.8%	372	1	99.7%

Elaboración propia

En la tabla 36 vemos el nuevo cálculo de disponibilidad de 97%, el valor “1” en NTMC y HTMC se coloca para tener una referencia y la respuesta no sea errónea en el programa Excel para realizar los cálculos

Estandarización (A - acción)

Objetivo: mejora continua perfeccionamiento del sistema, mejorar los índices encontrados en los pasos anteriores.

A continuación, realizamos una tabla de mejoras que se deben hacer a los lineamientos MINSA, como indica la norma ISO en el último punto de su aplicación de mejora continua. (ver tabla 37)

Tabla 37: mejoras que se deben aplicar a MINSA basando en ISO

	Mejoras - MINSA
1) Plan de gestión de activos y gestión en mantenimiento	Dentro de las normas y lineamientos aplicar ambas
2) Liderazgo como parte de su normativa estratégica	Debe designar alguien para liderar la ejecución de la elaboración del plan
3) Monitoreo de operación (evaluación de desempeño, definición de indicadores, auditoría interna)	Se debería normar los índices operacionales ideales como disponibilidad en sus tablas y confiabilidad
4) Análisis de su sistema (evaluación de ciclo de vida útil - económica)	Instalación de software dedicado para el seguimiento, de la vida útil costo beneficios de operaciones en la gestión de mantenimiento, a todas las unidades prestadoras de salud
5) Ciclo de vida útil física	Metodologías aplicadas como TPM, RCM
6) Mejora continua	Tiene que hacer auditorías periódicas, para realizar las mejoras en la gestión de mantenimiento

Elaboración propia

V DISCUSIÓN

1) Para realizar nuestro análisis de criticidad (ver tabla 1), se evaluaron 05 factores de consecuencias como son Impacto operacional (IO), flexibilidad operacional (FO), costos de mantenimiento (CM), medio ambiente (MA), impacto seguridad (IS) siendo las más relevantes o de mayor consecuencia como son impacto operacional (IO) y flexibilidad operacional (FO). Con respecto al impacto operacional (IO) el caldero 2 toma la puntuación más alta (10), porque su inoperatividad puede provocar un 75% de producción al mes y con respecto a la flexibilidad operacional (FO), almacén no cuenta con los repuestos en stock. Con los resultados anteriores encontrados muestra que los calderos son los equipos que tienen alta criticidad de ello depende los servicios de lavandería, nutrición, y central de esterilizaciones. Las lavadoras y planchadoras también se observó su mediana criticidad, debido al riesgo del operario ya que estas máquinas trabajan con vapor se debe tener un especial cuidado. Inostroza Zúñiga (2016) en su auditoria aplicando ISO 55000 de gestión de activos, revelo que los equipos críticos dependen de su planificación en el manejo de repuestos en stock, en su investigación de 70 equipos analizados, el 43% son críticos como es el caso de nuestra presente investigación donde no existe stock de repuesto disponible en almacén teniendo como resultado en flexibilidad operacional (FO) resultados de valoración alta, y respectivamente equipos detenidos y los resultados de criticidad calculados muestran que el 50% de los equipos electromecánicos son de criticidad alta los cuales se debe tener especial cuidado, atención y planificación. En la norma ISO 55001 recomienda hacer uso de análisis de criticidad por ser un factor importante en la gestión de activos. El objetivo es entender la causa, el efecto para minimizar los riesgos a un nivel manejable para que no afecte en la producción y obtener mejores beneficios del activo.

2) En el desarrollo del plan de mantenimiento proyectamos una disponibilidad de 97% para todos nuestros equipos electromecánicos en investigación debido a que se está aplicando una metodología como TPM que se ajusta a la realidad del hospital, que incluyen capacitaciones al personal, cronograma de mantenimientos, cambio de repuestos, organización del personal, stock de repuestos en almacén. Al tener un plan organizado los tiempos se reducirá a un 90%. Se recolecto una data de un periodo de 7 meses (ver anexo14), la disponibilidad actual de la

secadora de vapor es 86%, centrifugas 94% de disponibilidad y dos máquinas esperando por repuesto, lavadoras con 91%, con el plan de mantenimiento la secadora a vapor pasara de 86% a 97%, las centrifugas de 94% a 97, y las lavadoras de 91% a 97% para las demás máquinas la proyección es de 97% de disponibilidad, debido que no hay historial de fallas los meses anteriores es probable que la disponibilidad sea menor a lo calculado debido a la antigüedad. Marrufo Delgado, y otros (2017) implementaron un plan de gestión de mantenimiento en un hospital aumentando su disponibilidad en un 23% en sus equipos, Ramos Sparrow (2017) implementaron un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria logrando subir el índice de 86.97% a 93% de disponibilidad lo que demuestra la importancia de planificar en la industria, o institución, empresa sea grande o pequeña, como un hospital donde se puede mejorar los índices aplicando las metodologías de acuerdo a la realidad encontrada.

3) El ciclo de vida útil económica siempre es menor que el ciclo de vida física según directiva N°002-2016-EF/51.01 (MEF, 2016) con una reestructuración de depreciación como explicaremos a continuación podemos incluir en el plan de mantenimiento hasta su reposición por parte del MINSA más adelante, en la realidad los procesos de reposición demoran en su validación, motivo del análisis de la vida útil económica. Alegría Molina, y otros (2008) en su investigación destacan la importancia de planificar encontrando que la antigüedad de su equipamiento era del 51%, y por tanto su mantención de dificulta y encarece. En nuestra investigación encontramos equipos con más de 40 años de antigüedad, como la planchadora a vapor en la cual su vida útil económica es de 10 años según tabla de vida útil anexo 9, o mejor dicho su depreciación está calculada en base a 10 años para su activo, siendo su fecha de alta 1970 con un valor de compra de S/ 50,000 soles y una depreciación anual en 5,000 soles según los cálculos para una tasa de depreciación del 10%, en la tabla 18 se aprecia el cálculo de vida útil económica, en la cual nos revela que en el año 1980 la maquina electromecánica como es la planchadora ya tenía el índice económico depreciado, en el caso del caldero 2 este tiene 09 años de antigüedad, con un valor de compra de S/ 174,711 nuevos soles, y una vida útil de 20 años (ver tabla 20), con una tasa de depreciación

de 5% anual, y un valor de depreciación de S/ 8,735.5 soles anuales, en la tabla 21 vemos que el equipo acumulo 9 años y en términos económicos acumulo S/ 87,355.5 nuevos soles en depreciación es decir la diferencia del valor de compra y la depreciación nos da el valor actual del equipo que es S/ 87,356 nuevos soles, para los equipos electromecánicos como centrifuga su fecha de alta fue 2004, con un valor de compra de S/ 12,312.14 y una tasa de depreciación del 10 % anual, y un valor de S/ 1,231.2 soles, los resultados nos muestran que de un total de 10 equipos, 8 se encuentran totalmente depreciados o en otras palabras con vida útil económica en cero sin valor como activo, para cambiar el valor de depreciación se hace una reestructuración según el documento metodología para el reconocimiento, medición y registros de los bienes de propiedades, planta y equipo de las entidades gubernamentales (MEF, 2016) se debe realizar un recalcu de la tasa de depreciación anual, en el caso de la lavadora la depreciación de 10 años se cambió a 20 años y su tasa de depreciación paso de 10% a 5% anual lo cual su valor en soles es de S/ 1,616.62 con la nueva reestructuración la lavadora industrial acumula S/ 25,865.97 y un exceso de depreciación de S/ 11,639.69 soles que en términos administrativos significa que el bien está operativo y tiene disponibilidad económica y puede ser incluido dentro del plan de mantenimiento dentro de las fichas de los lineamientos. Lo mismo sucede para las demás maquinas electromecánicas que están depreciadas pero operativas, como planchadora de 10 años de depreciación se reajusto a 55 años, porque aún sigue operativo quedando el valor de tasa de depreciación de 10% a 1.82%, quedando su depreciación acumulada en S/ 45,454.5 soles y un exceso de depreciación de S/ 4,545.5 soles. En la tabla 22 se muestra el resumen de la reestructuración. En la norma ISO 55001 al igual que los lineamientos MINSA recomienda y propone respectivamente la reposición del activo en este caso las maquinas electromecánicas depreciadas previo informe de vida útil física de un especialista o fabricante.

4) La elaboración del plan de mantenimiento aplicando noma ISO 55001 y lineamiento del MINSA se ejecutó realizando el ciclo PDCA de las siglas en inglés (Plan, Do, Check, Action), empezando por implementar la norma ISO 55001 de gestión de activos, al organigrama de funciones en la elaboración del plan anual de mantenimiento (ver figura 10), interviniendo en el área de mantenimiento como cambio de política estratégica de gestión de mantenimiento y luego coordinando

con la administración central donde se toman todas las decisiones, como segundo paso aplicando ISO 55001 en la ejecución, cuyo objetivo es aplicar una metodología de mantenimiento como propone la norma ISO 55001, y también lo hace los lineamientos MINSa, para nuestro caso la metodología usada es la de TPM(mantenimiento productivo total) debido a la realidad problemática del hospital es la que mejor se adapta en la cual se realizara, capacitaciones (ver tabla 23), cronograma de mantenimientos por componentes (ver tabla 24 a 28),y mantenimientos autónomos por parte de los operarios de calderas y lavandería reduciendo las horas de avería, también se aplicara las 5 “S” (ver tabla 29), se muestra el cronograma y su posterior rotación del personal por parte de la jefatura de mantenimiento, en la tabla 30 se muestra los stock de repuestos que debería tener el almacén para reducir los tiempos de reparación y con ello mejorar la disponibilidad aplicando el plan, . En el paso tres llamado check o verificar, se verifica los índices alcanzados en la tabla 31 a 36 encontramos la proyección de disponibilidad de los equipos, basándonos en las horas promedias acumuladas del índice de horas de cada ítem como disponibilidad, TMEF, Tmpr, confiabilidad, se proyecta una disponibilidad de 97% para el equipamiento estudiado, en la cuarta y última etapa que comprende la fase de estandarización o mejora, se realizó un cuadro (ver tabla 37) en la que se muestra lo que debe mejorar el MinsA en sus lineamientos y normas para obtener una mejor gestión de mantenimientos y gestión de activos.

VI CONCLUSIONES

1) se concluye de un análisis de criticidad, al igual que en el anexo 8 de los lineamientos del MINSA el caldero esta como equipo de prioridad, es decir los lineamientos MINSA aplicaron un cuadro de equipos de mayor riesgo y criticidad. Realizando un análisis de criticidad podemos entender por qué un equipo se vuelve crítico y poder actuar antes de que este cause un impacto operacional o en nuestro caso la inoperatividad de los calderos marca Intesa, puede causar un 75% de pérdidas de producción.

2) En nuestro estudio los cálculos de disponibilidad actual realizados, mostraron una disponibilidad de 86% para secadoras, las lavadoras a 90% y las centrifugas detenidas por falta de plan. Debido a que no hay mantenimiento preventivo programado solo se realiza mantenimiento correctivo, muchas veces las fallas son en los sistemas con las que las maquinas interactúan, es decir la inoperatividad de un caldero puede estar en una tubería de vapor con fugas, Electrobombas de alimentación de agua blanda dañadas, válvulas de control deterioradas que pueden causar accidentes o fallas en cualquier momento y cuando estas fallan los tiempos de reparación suelen ser elevados causando baja disponibilidad a las maquinas en algún momento determinado como es el caso de las maquinas detenidas en el estudio.

3) Se concluye que la vida útil o ciclo de vida económica son importantes en una gestión de mantenimiento y gestión de activos, para la elaboración del plan de mantenimiento anual aplicando los lineamientos MINSA, según el anexo 9 muestra los años de depreciación que asigna el MINSA. En la directiva N° 002-2016-EF/51.01 (ver anexo 12) establece los procedimientos para el reconocimiento, medición, registro y presentación de información de los bienes de propiedades, plantas y equipo

4) En nuestro plan de mantenimiento aplicando norma ISO 55001 y lineamientos MINSA concluimos que su puede mejorar todos los índices a un 97% de disponibilidad de operación. La norma ISO 55001 propone aplicar una metodología para luego analizar los índices de operación, en nuestro caso aplicamos TPM (mantenimiento productivo total) de acuerdo a nuestra realidad problemática, para

mejorar los índices de operación y gestión de activos, en la tabla 37 se enumera las mejoras que necesita los lineamientos para la elaboración del plan MINSA.

VII RECOMENDACIONES

Las capacitaciones deben realizarse a todo el personal involucrado en la elaboración del plan de mantenimiento y su aplicación. También debe hacerse las capacitaciones al personal técnico para llenar la data de los mantenimientos, preventivos, correctivos y predictivos si es que lo hubiera, para lograr el objetivo de elaborar los planes anuales de mantenimiento desarrollados por el MINSA y obtener un mejor presupuesto para su ejecución.

El área de Ing. de mantenimiento debería manejar software dedicado a la data de mantenimiento para administrar mejor las ordenes de trabajo y la estadística, para una mejor gestión de activos, gestión de mantenimiento y del personal a su cargo, con esto se lograría un mejor seguimiento de los trabajos y agilizar los pedidos de repuesto y mejorar los índices de operatividad como disponibilidad.

Se debería promover la gestión de activos ISO 55001 como objetivo estratégico, para administrar de manera más eficiente los recursos otorgados por el estado. La investigación muestra equipos operativos con un ciclo de vida útil económica por encima de lo establecido en tablas del anexo 9. Algunos equipos se encuentran operativos, pero con obsolescencia tecnológica, en la que se requiere un cambio o reposición del equipamiento o una reparación integral y su respectivo seguimiento de mantenimiento para mantener su operatividad

REFERENCIAS

- ACUÑA, Jorge. Ingeniería de confiabilidad. Costa Rica: Editorial Tecnología de Costa Rica, 2003. [Fecha consulta: 20 de mayo de 2020] ISBN: 9977-66-141-3. Disponible en:
https://books.google.co.cr/books?id=TE0Sj5Mku70C&pg=PA5&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false
- ALEGRIA Molina, ORELLANA Ricardo y ZANORA, Georgina. Propuesta de un Sistema de Mantenimiento Para El Hospital Nacional Rosales. Ciudad universitaria (Doctorado en ingeniería) San Salvador: Universidad de el Salvador, [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2019] 2008. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1820/>
- BIBLIOTECA virtual de salud. Estadísticas de consultas. Ministerio de Salud. 2019. [Fecha de consulta: 01 de setiembre de 2019] Disponible en:
<http://bvs.minsa.gob.pe/>.
- BSI. 2019. ISO 55001:2014 Gestión Activos. [En línea] SF de SF de 2019. [Citado el: 01 de 12 de 2019]. Disponible en:
<https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-55001-Gestión-de-activos/>.
- DEMESI, Demesi. El blog Petrolero. Mantenimiento Predictivo. [Blog]. (18 de agosto de 2013). [Fecha de consulta: 14 de diciembre de 2019]. 2013 Disponible en:
<http://petroleodeportes.blogspot.com/2013/08/mantenimiento-predictivo.html>.
- DIARIO Correo. Fernández, Fernando. Crisis en el Sector Salud Causa Estragos En Todo El Norte [en línea]. Correo. 2019. 09 de setiembre de 2019. [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2020]. Disponible en:
<https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/la-crisis-en-el-sector-salud-causa-estrags-en-todo-el-norte-infografia-909634/>
- DONAYRE Velasco, Enzo. Propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa de servicios de elevación de Lima. Ciudad Lima tesis (Ingeniería Industrial). Universidad Peruana de ciencias aplicadas.2014

[consulta: 25 agosto de 2019]. Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/324418/donayre_ve.pdf?sequence=1

- GARCIA, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Editorial Díaz de Santos, 2010. 320pp. ISBN: 9788479785482
- GESTIÓN. MINSA: El 51% de hospitales a nivel nacional con equipamiento obsoleto [en línea]. Gestion.PE. 02 febrero de 2020. [Fecha de consulta: 21 marzo del 2020]. Disponible en:
<https://gestion.pe/economia/minsa-el-51-de-hospitales-a-nivel-nacional-con-equipamiento-obsoleto-noticia/>
- INEI. Infraestructura del sector salud por tipo de establecimiento, según departamento 2016 - 2018. 01 de diciembre de 2018. Disponible en:
<http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/health/>.
- INOSTROZA Zúñiga, Paulina. Metodología de auditoria de mantenimiento una herramienta relevante para la eficiencia de los procesos de gestión de activos. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). Concepción Chile: Universidad Andrés Bello, 2016. Disponible en:
http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3415/a118284_Inostroza_P_Metodologia_de_auditoria_de_mantenimiento_2016_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INTERNATIONAL Copper Association. Gestión de Activos ISO 55000 - Guía básica para la Implementación de la gestión de activos en empresas de energía. Los condes Santiago: 2012. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/efranco/guia-para-gstion-de-activos>
- INTERNATIONAL Copper Association. Gestión de Activos - Guía para la aplicación de la norma NMX 55001. Los condes - Santiago: 2015. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/MXProcobre/gestin-de-activos-gua-de-aplicacin-de-la-iso-55001>
- ISO. SF. ISO/TC 251. ASSET MANAGEMENT [en línea]. SF de SF de SF. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2019]. Disponible en:

- <https://committee.iso.org/sites/tc251/home/contact.html>.
- INTERNATIONAL Standard. ISO 55001:2014 Suiza. 2014. Disponible en:
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es>
 - KRIJNEN, S. ISO 55001 compliant risk management. 2017. Tesis Doctoral. Faculty of Science and Engineering. Disponible en:
<http://fse.studenttheses.ub.rug.nl/14953/>
 - LEFCOVICH, Mauricio. Kaizen – La mejora aplicada en la calidad, productiva y reducción de costos. 2015. Disponible en:
<https://www.kelipereiradeoliveira.com/site/wp-content/uploads/2018/07/kaizen-mejoracontinuada49028.pdf>
 - MAHERDIANTA, Deplian; RAMADHAN, Ericsson; EDWANTIAR, Ghafar Aditya. Optimizing EAM & APM Supported by ISO 55001 Implementation. En 2019 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS). IEEE, 2019. p. 1-6. Disponible <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8769009>
 - MARQUEZ, Artola. Evaluación de la Gestión de activos a partir de la ISO55000. Tesis (Ingeniero Industrial). Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2015. Disponible en:
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5528/Fidel%20M%C3%A1rquez%20Artola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - MARRUFO Delgado, Segundo y Cachi, Roberto. Propuesta de implementación de un sistema de Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos en el departamento de diagnóstico por imágenes del hospital regional de Cajamarca. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Privada del Norte, 2017. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12389/Marrufo%20Delgado%20Segundo%20Juan%2c%20Cachi%20Bac%c3%b3n%20Roberto.pdf?sequence=1&isAllpved=y>
 - MINISTERIO de Salud. Plataforma digital única del Estado Peruano. 28 de noviembre de 2018. Disponible en:
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/23193-minsa-gobiernos->

- regionales-y-locales-tendran-un-presupuesto-adicional-en-el-2019 PORTAL de transparencia económica - información económica. Ministerio de economía y finanzas. 2020. Seguimiento de ejecución presupuestal consulta amigable.
- MINSa 533-2016 MINSa lineamientos para la elaboración del plan de mantenimiento. Ministerio de Salud. 2016. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/192077-533-2016-minsa>
 - MINSa repositorio Único Nacional de Información de Salud. REUNIS. 01 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/reunis/index.asp?op=5>
 - MINSa Resolución ministerial. Ministerio de salud. 29 de enero de 2014. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/200685/197446_RM076_2014_MINSA.pdf20180926-32492-5bgh6c.pdf
 - MORA, Luis. Mantenimiento, planeación y control. México: Alfa omega Grupo Editor, 2009. ISBN: 607707344X, 9786077073444
 - NORMATIVA N°005-2016 Propiedades y plantas de equipo de las entidades gubernamentales. Ministerio de Economía y Finanzas. 03 de diciembre de 2016. Disponible en: <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-sp-2134/por-instrumentos/directivas/14503-05-rdn-006-2012-pip-transporte-estudios-en-paquete-mod-anexo-snip-09-10-y-16-2-2-final-1202/file>
 - NOWAKOWSKI, Tomasz; TUBIS, Agnieszka; WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, Sylwia. ISO 55001 ISO 55001 and difficulties of its implementation in polish Enterprise Revista de KONBIN, 2017, vol. 42, no 1, pág. 209-234. Disponible en: <https://content.sciendo.com/view/journals/jok/42/1/article-p209.xml>
 - PMM Business School. De qué depende el éxito y fracaso de la Gestión de Activos Casos de éxito de empresas certificadas en ISO 55001. PMM Business School. 2017. Disponible en: <http://pmm-bs.com/exito-fracaso-la-gestion-activos/>

- Ramírez Cesar, Moreno Fernando. Elaboración de un análisis de criticidad y Disponibilidad para la atracción x-treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 y SAE JA1012. Tesis (Ingeniero mecánico). Bogotá 2017. Universidad distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica Ingeniería mecánica. [fecha consulta: 25 marzo de 2020]. Disponible: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7854/1/MorenoRobayolHugoFernando2018.pdf>

- RAMOS Sparrow, Julio. Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta metal dril s.a.c. Trujillo. Tesis (Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1024/Ramos%20Sparrow%2c%20Julio%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- TAVARES, Augusto. Administración Moderna de Mantenimiento. Rio de Janeiro. Novo polo publicaciones – Brasil 1999. 158pp. Disponible en: <http://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>

- TERAN Dianderas, Ciro. 2010. Gestión de Mantenimiento. Lima. 2010. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651285?show=full>

- VIVEROS Pablo, et al Revista chilena de Ingeniería - Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. [en línea]. Valparaíso: Ingeniare, 2013[Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en

ANEXOS:

Anexo 1: matriz de operacionalización.

variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Disponibilidad De equipos electromecánicos (dependiente)	Es la capacidad operativa de una maquina	Es el tiempo en la que estará en producción operativamente	Mayor producción Menor costo de reparación	$disp = \frac{HCAL - HTMN}{HCAL}$ HCAL: hora calendario HTMN: hora total de mantenimiento.	Razón
Lineamientos MINSA (independiente)	Son los normas del estado para la elaboración del plan de mantenimiento	Fichas técnicas y económicas Para la elaboración del plan mantenimiento	Mantenimiento preventivo, correctivo	Operatividad de equipamiento	Razón
Plan de mantenimiento Electromecánico (independiente)	Es la unión de las cosas de manera organizada	Implementación de técnicas metodológicas de mantenimiento	Mayor eficiencia Mayor producción Mayor rentabilidad	Disponibilidad de equipos	Razón
ISO 55001 (independiente)	Norma de gestión de activos	Normas para el establecimiento, implementación de un sistema de gestión de activos	Aumento vida útil, Menor depreciación Mayor rentabilidad	TMPR, TMEF, Disponibilidad, Confiabilidad	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Orden de trabajo de mantenimiento (OTM)



ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

DEPENDENCIA DE SALUD (1)		(Llenado por Oficina de Mantenimiento)			
		Nº (2)	Día (3)	Mes	Año
(Para ser llenado por la dependencia solicitante)					
AREA USUARIA (4)			UBICACION FISICA (5)		
DENOMINACION DEL EQUIPO (6)	MARCA (7)	MODELO	SERIE	CODIGO (8) PATRIMONIAL	
PROBLEMA PRESENTADO EN EL EQUIPO O INSTALACION (9)					
FIRMA Y SELLO DEL SOLICITANTE (10)		FECHA DE RECEP.		FIRMA Y SELLO DE RECEPCION (11)	
(Para ser llenado por la Oficina de Mantenimiento)					
DIAGNOSTICO TECNICO (12)				PRIORIDAD (13)	
				MUY URGENTE <input type="checkbox"/>	
				URGENTE <input type="checkbox"/>	
				PROGRAMAR <input type="checkbox"/>	
JEFE/ ENCARGADO MANTENIMIENTO			FECHA		
MODALIDAD DE ATENCION (14)				PERSONAL PROPIO <input type="checkbox"/>	
				SERVICIO DE TERCEROS <input type="checkbox"/>	
DESCRIPCION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO EJECUTADO (15)					
FECHA DE INICIO		FECHA DE TERMINO		GARANTIA DEL SERVICIO	
RECOMENDACIONES DE USO Y MANTENIMIENTO (16)					



Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

Formato registro histórico de mantenimiento

EE.SS.:

DIRESA:

EQUIPO/MOBILIARIO/VEHÍCULO:

SERIE:

VALOR INICIAL DEL EQUIPO/MOBILIARIO/VEHICULO

RED DE SALUD:

ÁREA USUARIA:

CÓDIGO DEL EQ. /MOBILIARIO/VEHICULO:

CÓDIGO PATRIMONIAL:

ÍTEM	ACTIVIDAD			FECHA	COSTO POR INTERVENCIÓN	C. ACUMULADO*	C.A/PA x 100**	ESTADO FINAL		
	MP		N° OTM					B	R	M
	MP		N° OTM					B	R	M
	MC									
	MP		N° OTM					B	R	M
	MC									
	MP		N° OTM					B	R	M
	MC									
	MP		N° OTM					B	R	M
	MC									

MP: mantenimiento preventivo

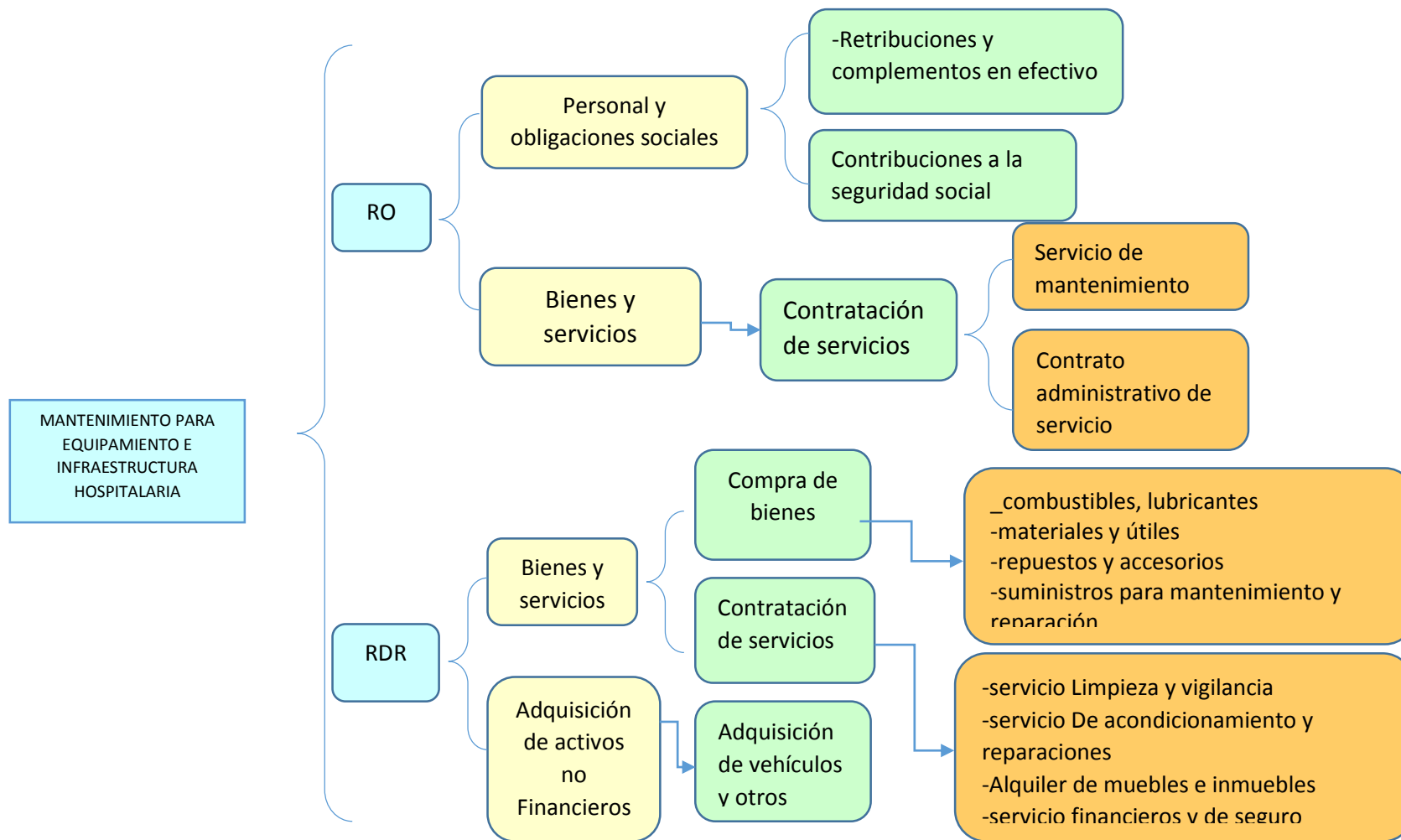
MC: mantenimiento correctivo

B: bueno

R: regular

M: malo

[Signature]
 Américo Rontal Sarachaga
 ING. MECÁNICO/ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 229863



Anexo 4: organigrama de presupuesto

Fuente: MEF- Elaboración Propia

Anexo 5

Resumen de Lineamientos para elaboración del plan de mantenimiento /MINSA

Mediante decreto Legislativo N° 1155 se dictan medidas en mejorar la calidad del servicio en materia de salud a través de la realización de acciones de mantenimiento de infraestructura y equipamiento en los establecimientos de salud a nivel nacional. (MINISTERIO de salud, 2016)

Que a través de los memorándums N° 0138-2015-DGIEM/MINSA y 042-2015 DGIEM/MINSA, así como el informe N° 001-2015-CT 1155-DGIEM/MINSA.

I. Finalidad

Fortalecimiento de gestión de mantenimiento de infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud para la mejora de la prestación de servicios de salud.

II. Objetivos

Establecer una metodología e instrumentos para la elaboración, ejecución, seguimiento y control de los planes multianuales de mantenimiento de la infraestructura y del equipamiento de los EESS a nivel nacional.

III. Base legal

- Decreto legislativo N°1155 que dicta medidas destinadas a mejorar la calidad del servicio y declara de interés público el mantenimiento de la infraestructura y el equipamiento de los establecimientos de salud a nivel nacional.
- Ley N° 28411, Ley general de Sistema Nacional de presupuesto
- Ley N° 28858, Ley que complementa la ley N° 160553 que autoriza a los colegios de arquitectos del Perú y al colegio de ingenieros del Perú, para supervisar a los profesionales de arquitectura e ingeniería de la republica
- (el presente documento contempla más de 15 leyes hemos nombrado las más relevantes en el resumen del presente documento)

IV Ámbito de aplicación

El Presente Documento técnico son de aplicación y cumplimiento obligatorio de los establecimientos adscritos al Ministerio de salud, establecimientos de salud del

gobierno regionales, del seguro social de salud (es salud), la sanidad de la policía nacional del Perú, ministerio del interior y fuerzas armadas.

V. Contenido

5.1 Marco general

La situación de la infraestructura y del equipamiento de los establecimientos de salud, llamadas también prestadoras de salud IPRES, no ha desarrollado una política de conservación y mantenimiento adecuado generando interrupción y paralización de los servicios.

5.2 Lineamientos para la gestión del mantenimiento de la infraestructura y Equipamiento en los establecimientos de salud

- Implementar la cultura de la gestión del mantenimiento
- Asegurar que la infraestructura y los equipos estén en óptimas condiciones, minimizando los riesgos en la prestación de salud
- Fortalecimiento de la organización mediante la implementación del órgano de línea especializado y competente en la gestión de mantenimiento
- Garantizar recurso humano competente para el diagnóstico, evaluación de necesidades de mantenimiento.
- Garantizar los recursos económicos para la ejecución del mantenimiento
- Lograr los estándares de la gestión del mantenimiento que permitan una certificación y acreditación de calidad.
- Monitoreo de seguimiento del cumplimiento de la normativa técnica vigente en mantenimiento de infraestructura y equipamiento.

5.3 Estrategias de intervención para la implementación del plan Multianual de mantenimiento de infraestructura y Equipamiento de los establecimientos de salud

5.3.1 Mantenimiento de infraestructura: Las intervenciones deben ser principalmente, orientadas a dar solución integral a las necesidades de las unidades prestadoras de salud (UPSS) y serán competente del área de gestión de mantenimiento de infraestructura y equipamiento en salud.

5.3.2 Mantenimiento del equipamiento de salud: comprende equipos médicos, electromecánicos, mobiliario, vehículos

5.3.3 Implementación del proceso de gestión del mantenimiento de infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud

Desarrollo de planificación; ejecución monitoreo y control de la gestión del mantenimiento, se debe asegurar recurso humano y los medios físicos que permitan la sostenibilidad de las inversiones a través del órgano competente en la gestión de mantenimiento de infraestructura y equipamiento en salud.

5.4 Gestión del Mantenimiento de Infraestructura y Equipamiento

5.4.1 Programa de Mantenimiento: Descripción de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, costo referencial de cada actividad

- Cuantificar de recursos para el desarrollo de mantenimiento
- Distribuir los recursos humanos, físicos y económicos.
- Facilitar el seguimiento, evaluación y control del programa.

5.4.2 Programa de Mantenimiento: Descripción de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo a ejecutarse en un periodo establecido, indicándose la frecuencia, horas y el costo referencial de cada actividad.

- Cuantificar los recursos necesarios, para desarrollar los trabajos
- Distribuir oportunamente los recursos humanos, físicos y económicos
- Facilitar el seguimiento, evaluación y control del programa.

5.4.2 Intervenciones de Mantenimiento: las intervenciones para el presente documento técnico son:

- [Mantenimiento Correctivo](#)
- [Mantenimiento Preventivo](#)

5.4.4 De la contratación de servicios de mantenimiento: de acuerdo a la complejidad del equipamiento e infraestructura de los establecimientos de salud podrán contratar los servicios de mantenimiento.

5.4.5 Modalidades de contratación de servicios de mantenimiento:

- Tercerización de infraestructura e equipamiento
- Asociación publica Privada en salud (mantenimiento infraestructura y/o equipamiento)
- Servicio de mantenimiento de proveedor incluidos dentro de la garantía en los contratos de adquisición (prestación asesoría)

- Mantenimiento infraestructura y equipamiento por administración directa.

5.4.6 Recursos Humano para la gestión del mantenimiento de infraestructura e equipamiento

- Profesionales para gestión de mantenimiento de infraestructura e equipamiento.
 - ✓ Ingeniero / Arquitecto especialista en gestión de mantenimiento de la infraestructura
 - ✓ Ingenieros especialistas en gestión de mantenimiento de equipos médicos y electromecánicos.
- Profesionales para la supervisión de la gestión del mantenimiento
 - ✓ Ingeniero supervisor de mantenimiento de equipos médicos de alta tecnología por cada unidad ejecutora que cuente con equipos de alta tecnología
 - ✓ Ingeniero supervisor de mantenimiento de equipos médicos y electromecánicos
 - ✓ Ingeniero civil/arquitecto supervisor de mantenimiento de infraestructura.
- Personal técnico especializado para las acciones de mantenimiento
 - ✓ Técnico de mantenimiento en infraestructura
 - ✓ Técnico de mantenimiento en Electromecánico
 - ✓ Técnico de mantenimiento en equipo medico

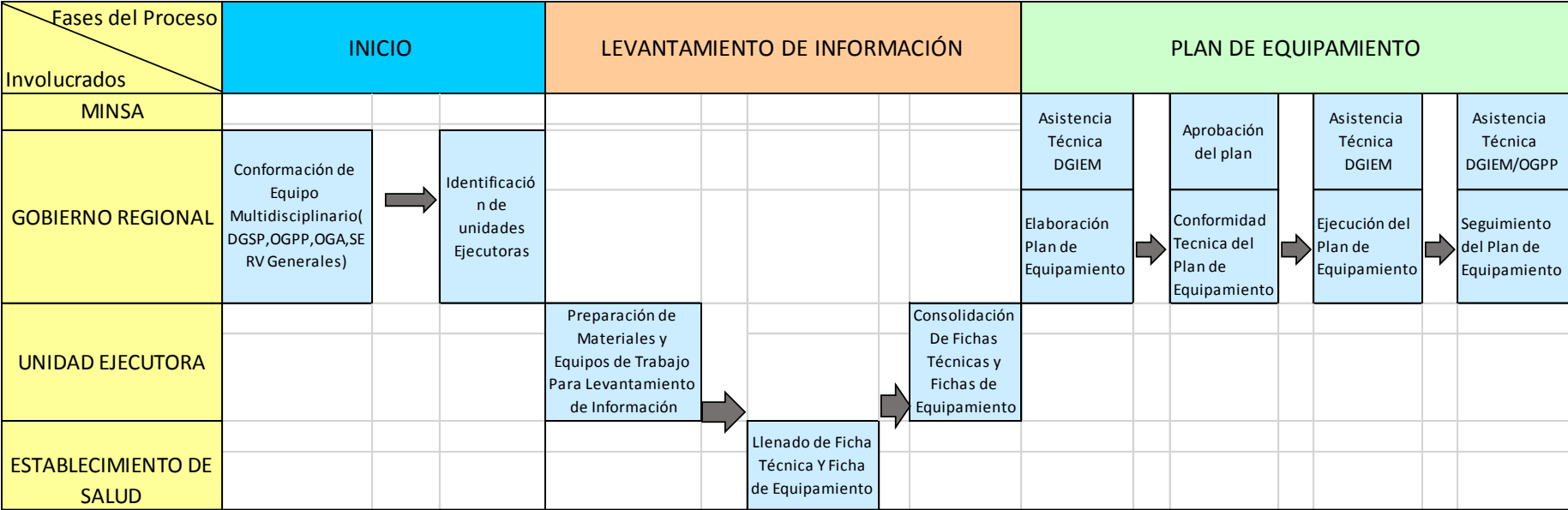
5.5 Procedimiento para la elaboración del plan multianual del mantenimiento de infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud

Los planes multianuales de mantenimientos de la infraestructura y el equipamiento en los establecimientos de salud a nivel nacional como documento de gestión, establecen objetivos, metas, necesidades, recursos y acciones para la cual se debe considerar las siguientes actividades

- Formato de identificación y evaluación de equipamiento (ver anexo 7)
- Prioridades De Las Intervenciones En Mantenimiento Por Unidad Productora De Servicios De Salud (Upss) Y Equipamiento (ver anexo 8)
- Listado de equipos estratégicos electromecánicos (ver anexo 9)

- Orden de trabajo de mantenimiento OTM (ver anexo 2)
- Formato registro histórico de mantenimiento (ver anexo 3)
- formato de reposición de equipamiento (ver anexo 10)

Anexo 6: Proceso Plan de mantenimiento – Equipamiento (MINSA)



Fuente: Lineamientos Minsa

**Anexo 8**

Prioridades de las intervenciones en mantenimiento por unidad productora de servicios de salud (UPSS) y equipamiento

CATEGORÍA DE RIESGO	UPSS / ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DIRECTA / ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DE SOPORTE	NOMBRE DE EQUIPO	PRIORIDAD (*)
ALTO RIESGO	CASA DE FUERZA	Caldera	20
		Planta de tratamiento de agua	10
		Grupo electrógeno	20
		Bombas de petróleo	10
		Bombas de agua (dura y caliente)	10
	MEDICINA NUCLEAR	Acelerador lineal	17
		Cámara gamma	17
		Equipo cobaltoterapia	17
		Equipo de braquiterapia	17
		Pet/Ct	17
		Celda caliente para alta energía PET	17
		Spect	17
		Contador de centelleo líquido	17
		Contador de isótopos	17
		Contador gamma	17
		Ciclotrón	17
		Dispensador automático para PET	17
	DIAGNÓSTICO POR IMAGENES	Equipos de rayos x	15
		Ecógrafo	16
		Doppler	16
		Tomógrafo	16
		Resonador magnético	16
		Densitómetro óseo	16
		Ecocardiógrafo	16
		Polígrafo con registrador de gastro	16
		Polígrafo para electrofisiología	16
		Sistema de digitalización de imágenes CR	16
		PACS	16
		Procesador automático de películas	16
		Procesador láser de películas	16
		Mimógrafo	16
	Angiógrafo	16	

* mientras más alto el número mayor prioridad



Anexo 9

Listado de equipos estratégicos electromecánicos

LISTADO DE EQUIPOS ESTRATÉGICOS ELECTROMECAÑICOS	
DENOMINACIÓN	VIDA UTIL AÑOS
Calentador de Petróleo	10
Coches Térmicos	10
Desaereador	10
Lavador Automático de Chatas	10
Lavador Desinfector	10
Motores Eléctricos	10
Electrobomba de Petróleo	10
Equipos de refrigeración	10
Equipos de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica	7
Ascensor de Pasajeros	15
Montacargas	15
Monta camillas	15
Calandria	10
Lavadora / Centrífuga	10
Plancha de Prensa	10
Secadora	10
Acometida, Medidor	25
Grupo Electrónico, Tablero de Transferencia	15
Sub Estación (Seccionador y Transformador)	25
Interruptor General, Tablero de Distribución General	15
Tableros de Control y Mando de Equipos	15
Sistema de Puesta a Tierra, Pararrayos	10
UPS	10
Banco de Condensadores	10
Calderos, Red de Vapor, Retorno de Condensado	20
Calentadores	15
Bomba de Achique	10
Bomba de Pozo Profundo	5
Compresoras	10
Electrobomba de Agua	5
Electrobomba de Aguas Servidas	5
Planta de Tratamiento de Agua	10
Tanque Hidroneumático	10
Incinerador , Autoclaves, Microondas	15
Cocina a Gas /Eléctrica	7
Marmitas	15
Sartén Eléctrica	15
Horno Eléctrico	15

Anexo 11

Resumen Norma ISO 55001 documento de implementación (International Copper Association, 2015)

Introducción

La gestión de activos es una novedad en el sector público y privado que proviene, originalmente, de las técnicas de gestión utilizadas en el mercado financiero y que se aplican en entornos competitivos y de alto riesgo, como la aviación civil, la industria de equipos de alta tecnología para hospitales y las plantas de energía nuclear. Este nuevo enfoque aportó una ventaja competitiva a estas empresas a través de un mejor desempeño técnico y financiero, una visión estratégica del negocio, un mejor equilibrio entre el retorno y los riesgos y aumentar la confiabilidad del sistema como un todo.

Paso 1: Planear la gestión de activos en la empresa

Cuatro principios de la gestión de activos descrito en la norma son:

- 1) Activos que existen para proveer valor a la organización y las partes interesadas
- 2) La gestión de activos transforma la intención estratégica en tareas decisiones, Actividades técnicas y financieras
- 3) El liderazgo y la cultura del lugar de trabajo son determinantes de la percepción Del valor
- 4) La gestión de activos proporciona una garantía de que los activos van a cumplir y desempeñar su función.

Se designa un equipo para que ejecute el proceso dentro de la organización a través de roles específicos. En forma clásica de gestión, hay un líder con plena autonomía para dirigir el proceso y comunicarse con la alta gerencia.

Se dividen en tres roles distintos: los dueños de los activos (definen objetivos corporativos a través de criterios técnicos, financieros y riesgos); los gerentes de los activos (aplican las determinaciones en un proyecto o en la planificación de activo); y los prestadores de servicio (ejecutan el proyecto y proporcionan la información o los resultados), ver figura A

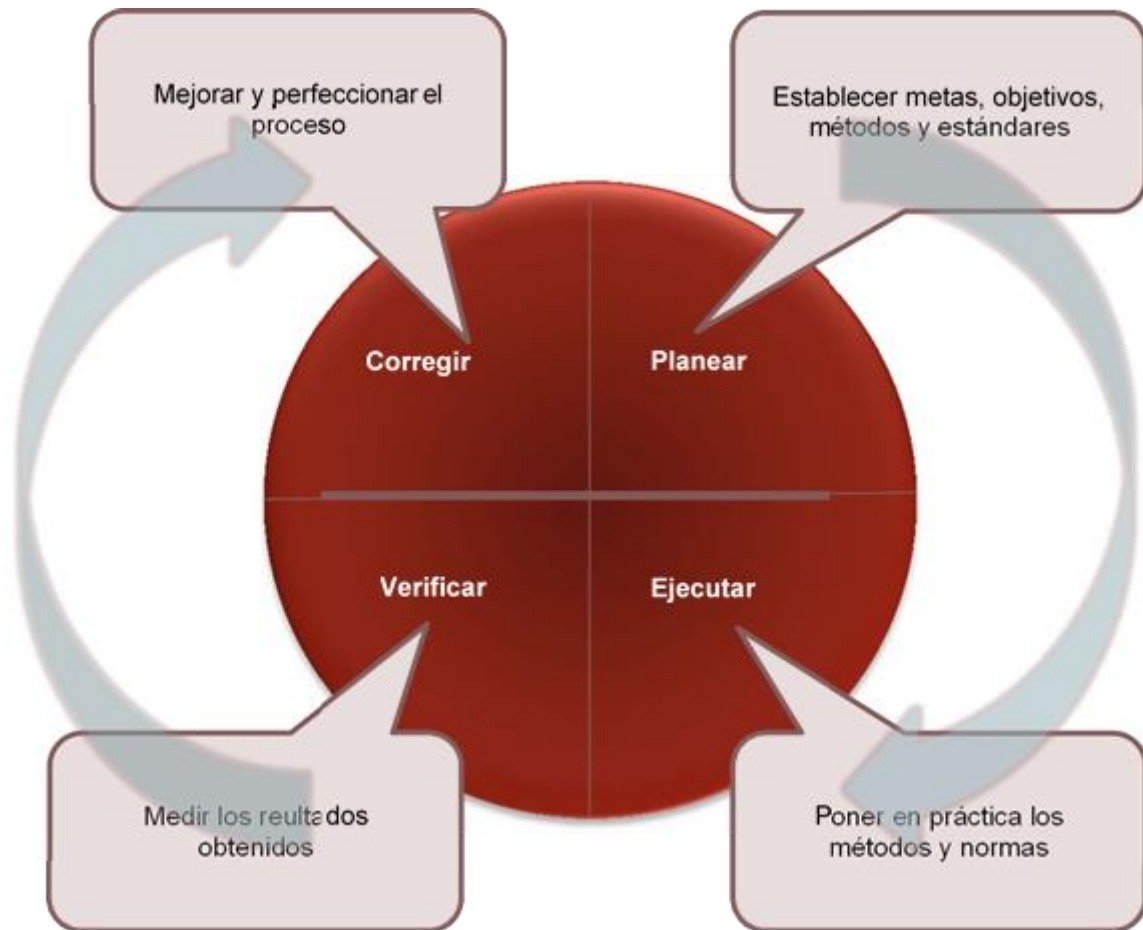


Figura A: ciclo de mejora continua

La preparación inicial exige que el líder y el equipo profundicen su conocimiento acerca de los negocios de la empresa. Las normas consideran el sistema de gestión de activos debe abordar seis aspectos de una organización: ambiente interno y externo, sus procesos de planificación, sus procesos de apoyo sus procesos operacionales, sus procesos de evaluación de desempeño V, finalmente, sus procesos y mejora continua

A. Contexto de la organización

a. Comprensión de la organización y su contexto

se debe responder algunas preguntas ¿que genera valor para la empresa? ¿Cuál es el foco de su negocio? ¿Cuál es el resultado esperado?

b. Comprensión de las necesidades y expectativas de la parte interesadas

En este punto se determinan los criterios para la toma de decisiones. Los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo de gestión de activos.

También se consideran los requisitos de las partes interesadas para el registro y documentación de información financiera y no financiera pertinente para la gestión de activos

c. Determinación del alcance del sistema de gestión de activos

El ámbito de aplicación abarca el compromiso total, los recursos y las interacciones de toda la organización relacionada con la gestión de activos en el sentido más amplio.

d) Determinación del sistema de gestión de activos

Un sistema es un conjunto de procesos, todos los procesos utilizados en la gestión de los activos deben definirse y especificarse

B. Liderazgo

El liderazgo influye en la manera en que la organización desempeña su papel y crea la cultura organizacional en tal sentido la influencia se produce mediante el ejemplo y las actitudes.

a. Política

La política de gestión de activos es una declaración breve que establece los principios por los cuales la organización pretende aplicar la gestión de activos para alcanzar sus objetivos. La norma recomienda que la política de gestión de activos sea una declaración formal de apoyo de la alta gerencia y, por lo tanto, que demuestre su compromiso con la gestión de activos.

b. Roles, responsabilidades y autoridades de la organización

Se designa un equipo para dirigir el proceso dentro de la organización a través de roles específicas. Se deben establecer los roles y responsabilidades de cada uno y esta información se debe divulgar a todos los involucrados para garantizar la transparencia del proceso y autoridad que les compete.

C. Criterios y definición de la cartera de activos para el sistema de gestión

Estos activos se clasifican generalmente según los riesgos y los costos asociados a ellos en activos críticos y no críticos.

- Activos críticos

Partiendo de la premisa de que un activo es lo que genera valor para la organización podemos considerar que los activos críticos son aquellos que generan más valor dentro del alcance establecido

También podemos decir que el hecho de que un activo se considere crítico o no puede determinarse en función de la importancia de ese elemento y las consecuencias de su ausencia o falla. En algunas situaciones un mismo tipo de activo puede ser crítico y en otras no, dependiendo de su aplicación y las condiciones de "backup" en caso de falla.

✓ Criterios para la definición de activos Críticos

Los criterios dependen del tipo de negocio de la empresa y de su plan estratégico pero algunos criterios son utilizados normalmente por todas las empresas:

- a) valor generado por el activo al negocio
- b) Pérdida de utilidades por falla o ausencia
- c) riesgos involucrados en la pérdida del activo

Paso 2: Ejecutar los objetivos de la gestión de activos

S "específico"	=	específicos
"M" "medible"	=	medibles
A "achievable"	=	alcanzables
R "realist"	=	de acuerdo con la realidad de la organización
T "time- Base"	=	con base en el tiempo de su actuación

a) en la gestión de activos

- costo total de propiedad
- valor neto actual.
- retorno sobre el capital invertido
- desempeño en comparación con lo planeado
- certificación del sistema de gestión de activos

b) para el conjunto de activos

- retorno de la inversión

c) para sistemas de activos

- disponibilidad del sistema de activos
- rendimiento del sistema de activos
- costo unitario del producto o servicio.

para activos:

confiabilidad (tiempo promedio/distancia entre fallas);

condición de los activos. desempeño o costo del ciclo de vida; _ expectativa de vida; desempeño de los activos en términos de energía

C) Operación: Diseño y adquisición de activos críticos

- a) Condiciones de régimen normal de funcionamiento de los equipos
- b) Costos en el ciclo de vida
- c) Riesgos asociados a la falla
- d) Eficiencia energética
- e) Capacidad de sobrecarga en situaciones adversas

Paso 3: Administrar riesgos

Se deben establecer indicadores de riesgos y se les debe aplicar a los activos para permitir la creación de una *matriz de riesgo facilitando el análisis y la toma de decisiones.

Hay varios modelos de matriz de riesgos, pero todas ellas generan como resultado una graduación del riesgo que permite la adopción de las medidas de mitigación necesarias para su eliminación o reducción. A continuación, se sugiere a modo de ejemplo el uso de un modelo 161 con 5 líneas y 4 columnas. que dan como resultado 5 grados de riesgo diferentes:

Paso 4: Monitorear la operación

Etapas de monitoreo:

- Verificación y comparación con estándares
- Observación de desviaciones de los objetivos
- Identificación de los problemas
- Identificación de los resultados parciales
- Comunicación para alteración de las metas

A Evaluación de desempeño

Los resultados esperados de gestión de activos solo se alcanzarán si se realiza la medición sistemática, el monitoreo, el análisis y la evaluación de los activos. Los métodos de monitoreo, medición, análisis y evaluaciones, dependen de cada

organización y deben asegurar lo necesario para la toma de decisiones sobre los activos.

B. Definición de indicadores

Indicadores de desempeño clave o KPI

Ejemplos utilizados en concesionarias de energía:

indicadores

- ✓ Customer Minutes Lost (CML)
- ✓ System Average Interruption Duration Index (SAIDI),
- ✓ Termined customer interruptions (CI) o
- ✓ SAIFI, System Average Interruption Frequency index
- ✓ MTBF - Tiempo medio entre fallas
- ✓ Disponibilidad (horas sin interrupción) Tasa de fallas / equipos criticas
- ✓ Gravedad de las fallas
- ✓ Tiempo medio entre reparaciones
- ✓ Mantenibilidad
- ✓ Frecuencia de fallas o reparaciones
- ✓ Pérdidas técnicas | MWh instalado o pérdidas totales/km de red
Confiabilidad
- ✓ Horas dedicadas a la gestión de activos/horas disponibles del equipo

b. Indicadores de costos

Ejemplos utilizados en concesionarias de energía:

- Costo total de mantenimiento / valor total del activo
- Costo real (suma de costos de las reparaciones con el costo actualizado (costo promedio de adquisición — valor promedio de depreciación (1- edad media del activo) Costo de operación | MWh comercializado
- Costos de mantenimiento / Costos estimados de sustitución de los activos
- Costo mantenimiento / Costo de operación
- Costo de operación | Valor de la base de activos
- Valor de capex previsto / Valor de capex realizado

El costo de mantenimiento incluye mano de obra, contratistas, soporte, gastos generales, capacitación, piezas de repuesto y materiales y sistemas excluye la depreciación y el tiempo de inactividad como consecuencia del mantenimiento.es

c. **Indicadores de riesgos clave o KRI**

- ✓ Grado de exposición / número de fallas
- ✓ Probabilidad de falla | costo de mantenimiento
- ✓ Inversiones en capacitación / costo de los accidentes e incidentes
- ✓ Costos estimados de exposición de la empresa / inversión en mantenimiento y operación Tasa de retorno por proyecto de mantenimiento
- ✓ Número de advertencias del organismo regulador / MWh comercializados
- ✓ Costos de multas / inversiones en mantenimiento
- ✓ La medición siempre es necesaria - No existen fórmulas prefabricadas, es preciso mantener la alineación con los objetivos estratégicos de la empresa La evolución expresa el resultado

Cuidado: lo más importante no es el valor, sino la interpretación

Paso 5: Analizar el sistema de gestión de activos

A. Evaluación económica y ciclo de vida

La gestión del ciclo de vida de los activos críticos es un componente esencial para la gestión de activos y requiere la aplicación de métodos económicos para la toma de decisiones.

Todos los equipos tienen un ciclo de vida que incluye todas las fases, desde la concepción hasta su descarte o reciclaje. Se entiende por ciclo de vida el tiempo de existencia del activo dentro de la empresa desde la concepción o especificación hasta el descarte para reciclaje o desecho.

Durante el ciclo de vida, los eventos causados por incidentes, accidentes o fallas aceleran el final de la vida útil del activo, reduciendo la expectativa de vida o el tiempo restante de uso del activo en las condiciones exigidas.

El monitoreo adecuación del funcionamiento del activo permite al equipo de gestión estimar la vida restante en función de la gravedad de los eventos ocurridos durante todo el ciclo de vida y determinar el punto exacto del momento de reemplazo del activo antes de que pueda producirse una falla irreversible.

Para que la empresa obtenga el mejor rendimiento y la mejor actuación de un activo, es necesario administrar el ciclo de vida.

La administración del ciclo de vida de un activo debe comprender:

- Un sistema de monitoreo continuo;
- Evaluación y registro de incidentes, accidentes y fallas;
- Estrategias de mantenimiento específicas
- Análisis del costo del ciclo de vida;
- Administración de riesgos confiabilidad y probabilidad de falla.

Considerando como ejemplo un transformador con datos ficticios y suponiendo un sistema de supervisión y monitoreo instalado en el alimentador, tenemos el registro de los incidentes y la información del funcionamiento a lo largo de los años. La evaluación de las fallas que se produjeron con este tipo de activos y de sus causas presentó el siguiente resultado (ficticio):

- ✓ Disponibilidad promedio
- ✓ Tiempo total de funcionamiento
- ✓ Tiempo dedicado al mantenimiento
- ✓ Número esperado de fallas durante vida útil Tiempo medio hasta la primera falla del sistema
- ✓ Confiabilidad
- ✓ Mantenibilidad
- ✓ Expectativa de vida

El análisis de estos parámetros debe realimentar las estrategias de mantenimiento, renovación reemplazo del transformador.

B. Cálculo de la vida económica de un activo y análisis del LCC

El análisis de los costos a lo largo de la vida de los activos depende de los datos recogidos durante todas las fases del ciclo mediante el monitoreo continuo de los activos.

Paso 6: Tomar decisiones buscar y mejoras continuas

Paso 6: Tomar decisiones buscar y mejoras continuas Desarrollo del diagnóstico para interpretación de los datos de monitoreo de las condiciones, determinación de los modos de falla, confiabilidad y análisis estadístico:

Cálculo de las tasas de falla, vida restante y probabilidad de fallas;

Análisis económico de las inversiones de capital y los costos de los activos

Análisis de riesgo de los activos críticos.

En sistema de gestión de activos la calidad de los datos introducidos tendrá impacto significativo en la exactitud de la salida, por lo que es importante el compromiso del equipo de mantener los registros actualizados y organizados.

Los planes de mantenimiento, reforma y renovación de activos deben formar parte de la planificación anual para que se pueda diseñar un presupuesto propio para la gestión de activos y para modelar el planeamiento de largo plazo.

Los gestores de activos también son responsables de determinar qué elementos deben mantenerse como stock estratégico debido, principalmente, al tiempo que el proveedor requiere para la reposición y la importancia del componente para el sistema de la empresa.

Anexo 12

DIRECTIVA N° 002-2016-EF/51.01 Metodología para el reconocimiento, medición y registro de los bienes de propiedades, planta y equipo de las entidades gubernamentales

Objetivo

Establecer los procedimientos para el reconocimiento, medición, registro y presentación de información de los bienes de Propiedades, planta y equipo-PPE, que permitan a los usuarios del Sistema de Contabilidad Gubernamental conocer la inversión realizada por la entidad en bienes de PPE, así como los cambios producidos en dicha inversión.

Vida útil económica. Se denomina así al periodo en el cual, el activo de Propiedades, planta y equipo genera ingresos o potencial de servicio que, comparados con los costos operativos, generan excedentes de caja o de servicios. Es un concepto relativo al plazo en el cual el bien es utilizable en condiciones económicamente provechosas, es decir, que el uso del activo resulte eficiente desde el punto de vista económico. Normalmente este plazo es más breve que el de la vida útil física. Esta es la vida útil que se debe utilizar para el cálculo de la depreciación de los activos fijos.

Vida útil física. Se denomina así al periodo en el cual el costo de mantener el activo es mayor en comparación a los beneficios económicos futuros de la forma de flujos positivos de caja o potencial de servicio, por su baja productividad, precaria y marginal, tanto que lo racionalmente económico, en este caso, es dar de baja el activo. Esta vida útil no debe ser utilizada para el cálculo de la depreciación.

Caso 1: activos que se encuentran totalmente depreciados, y aún siguen funcionando

La entidad "A" adquiere un auto para movilidad del Director Ejecutivo, con los siguientes datos:

- Costo inicial S/ 50 000
- Vida útil 10 años
- Tasa depreciación 10%
- Fecha de compra 01/01/2002

Paso I

Se muestran los cálculos efectuados y registrados en libros contables, respecto de la depreciación acumulada con la vida útil de 10 años:

Tasa de depreciación anual : $100\%/10 = 10\%$

Costo inicial del vehículo : 50 000

Depreciación Anual : $10\% \times 50\ 000 = S/ 5\ 000$

Depreciación Acumulada

De 01.01.02 al 01.01.12 (10 años): $10\% \times 50\ 000 \times 10 \text{ años} = S/ 50\ 000$

Por el ejercicio 2012 y 2013, no se realizó cálculo de depreciación, porque contablemente, el vehículo se depreció totalmente.

Paso II

Se efectuará el cálculo de la depreciación acumulada con la vida útil que debió haberse estimado (16 años):

Tasa de depreciación anual : $100\%/16 \text{ años} = 6,25\%$

Costo inicial del vehículo : 50 000

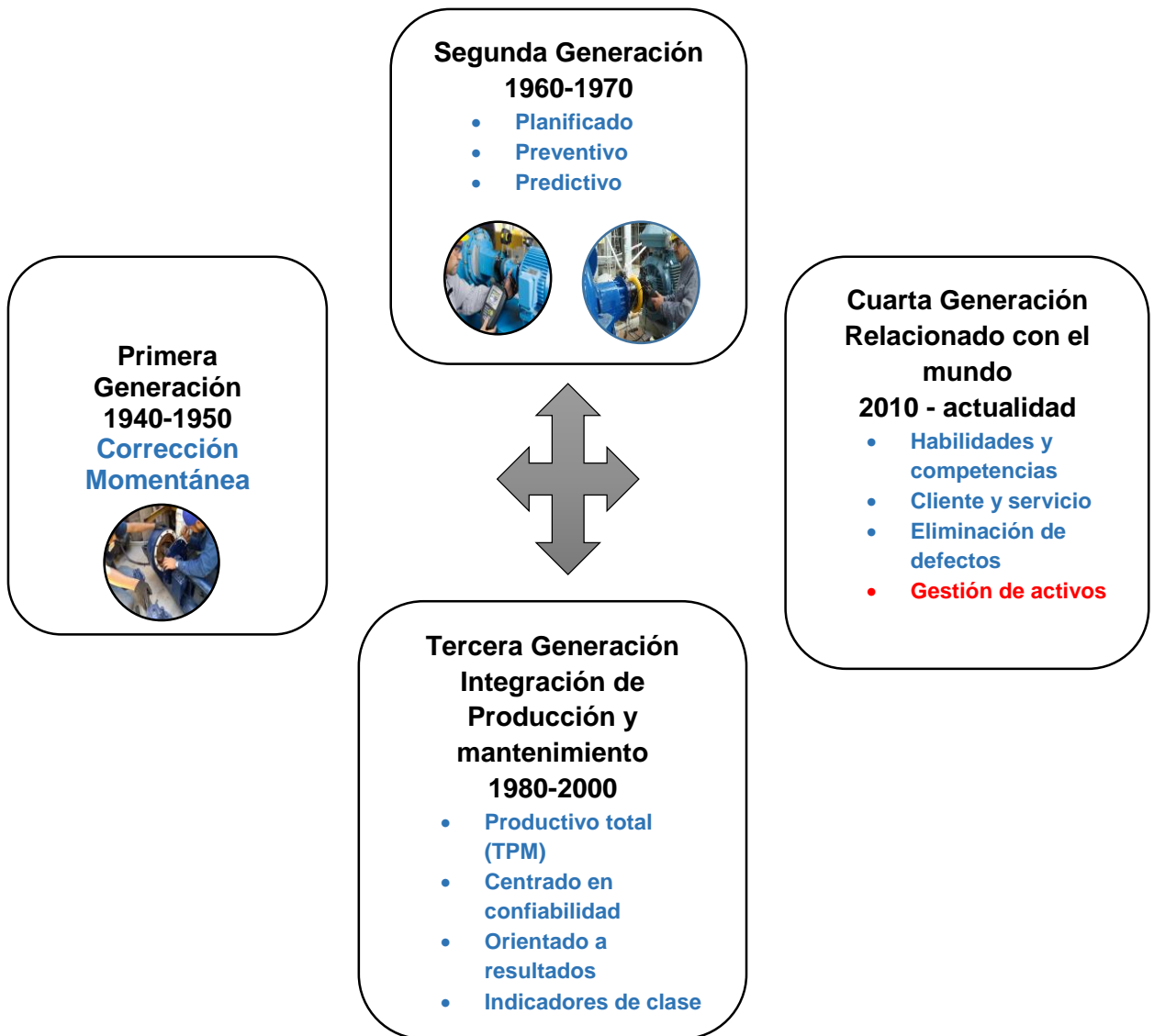
Depreciación Anual : $6,25\% \times 50\ 000 = S/ 3\ 125$

Depreciación Acumulada

De 01.01.02 al 01.01.12 (10 años): $6,25\% \times 50\ 000 \times 10 \text{ años} = S/ 31\ 250$

De 01.01.02 al 31.12.13 (12 años): $6,25\% \times 50\ 000 \times 12 \text{ años} = S/ 37\ 500$

Anexo 13



Evolución de mantenimiento

Fuente : (UNIVERSIDAD Industrial de Santander, 2018),elaboración propia

Anexo 14

Horas de operación (HROP), horas totales de mantenimiento (HTMN) Horas calendarías (HCAL), horas totales de mantenimiento correctivo(HTMC)Numero totales de mantenimientos correctivos (NTMC)

Caldero 1						Caldero 2				
	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN
NOVIEMBRE	200	1	15	720	21	160	2	50	720	75
DICIEMBRE	210	2	16	744	23	162	2	48	744	70
ENERO	200	1	24	744	30	172	2	55	744	69
FEBRERO	230	2	16	696	22	118	3	58	696	65
MARZO	220	1	18	744	23	152	4	60	744	60
ABRIL	360	2	17	720	20	1	1	720	720	720
MAYO	372	1	17	744	20	1	1	744	744	744
Lavadora 1						Lavadora 2				
NOVIEMBRE	320	3	29	720	75	322	3	28	720	50
DICIEMBRE	355	2	31	744	50	350	2	30	744	75
ENERO	350	3	32	744	48	355	2	31	744	50
FEBRERO	320	2	30	696	50	325	3	28	696	55
MARZO	350	3	26	744	48	352	2	29	744	60
ABRIL	320	2	27	720	52	325	3	32	720	65
MAYO	350	3	28	744	45	345	3	30	744	45
Centrifuga 1						Centrifuga 2				
	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN
NOVIEMBRE	360	3	19	720	55	150	3	29	720	30
DICIEMBRE	372	2	22	744	53	130	2	45	744	60
ENERO	372	3	25	744	56	100	4	60	744	90
FEBRERO	348	2	20	696	52	90	4	85	696	120
MARZO	352	3	21	744	60	0	1	744	744	744
ABRIL	360	2	24	720	48	0	1	720	720	720
MAYO	372	3	19	744	50	0	1	744	744	744
Centrifuga 3						Planchadora				
	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN
NOVIEMBRE	360	3	40	720	60	360	3	40	720	60
DICIEMBRE	372	2	39	744	66	372	2	39	744	66
ENERO	372	2	42	744	70	372	2	42	744	70
FEBRERO	348	2	41	696	75	348	2	41	696	75
MARZO	352	3	40	744	65	352	3	40	744	65
ABRIL	360	2	25	720	67	360	2	25	720	67
MAYO	372	3	39	744	69	372	3	39	744	69
Secadora a vapor 1						Secadora a vapor 2				
	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN	HROP	NTMC	HTMC	HCAL	HTMN

NOVIEMBRE	360	3	70	720	87	360	3	75	720	87
DICIEMBRE	372	2	75	744	88	372	2	76	744	88
ENERO	372	2	78	744	70	372	2	80	744	70
FEBRERO	348	2	90	696	86	348	2	95	696	86
MARZO	352	3	81	744	87	352	3	84	744	87
ABRIL	360	2	78	720	90	360	2	77	720	90
MAYO	372	3	84	744	91	372	3	83	744	91

Fuente: data obtenida de OTM

Elaboración propia