

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo
para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023

Línea de Investigación: Sistemas Cognitivos

Autores:

López Cuba, Julio César
Talavera Luján, Oskar Guillermo

Jurado evaluador:

Presidente : Azabache Fernández, Filiberto
Secretario : Cerna Sánchez, Eduardo Elmer
Vocal : Alvarado Rodríguez, Luis Enrique

Asesor:

De la Cruz Rodríguez, Oscar Miguel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9207-8558>

Trujillo - Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024/06/11

Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023

por Oskar Talavera Lujan

Fecha de entrega: 17-sep-2024 08:35p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2270084143

Nombre del archivo: DE_MANTENIMIENTO_DE_EQUIPOS_BIOMEDICOS_-_HOSPITAL_BELEN_1.docx (5.15M)

Total de palabras: 11811

Total de caracteres: 66912



Oscar Miguel De La Cruz Rodriguez
Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodriguez
Ingeniero Electrónico
CIP 85598

Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


Msc. Miguel De La Cruz Rodríguez
Ingeniero Electrónico
CIP 85598

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ufpso.edu.co Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	1%
6	Submitted to ucol Trabajo del estudiante	1%
7	busquedas.elperuano.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.ucundinamarca.edu.co Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo


Msc. Miguel De La Cruz Rodríguez
Ingeniero Electrónico
CIP 85598

Jurado de sustentación Oral



Azabache Fernández, Filiberto Melchor

N° CIP: 97916
Presidente



Eduardo Elmer, Cerna Sánchez

N° CIP: 80252
Secretario



Luis Enrique Alvarado Rodríguez

N° CIP: 149200
Vocal

Entregado el:

Aprobado por:



Lopez Cuba, Julio Cesar

DNI: 70001135



Talavera Lujan, Oskar Guillermo

DNI: 70272155



De la Cruz Rodríguez Oscar

Asesor de Tesis

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo
para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023

Línea de Investigación: Sistemas Cognitivos

Autores:

López Cuba, Julio César
Talavera Luján, Oskar Guillermo

Jurado evaluador:

Presidente : Azabache Fernández, Filiberto
Secretario : Cerna Sánchez, Eduardo Elmer
Vocal : Alvarado Rodríguez, Luis Enrique

Asesor:

De la Cruz Rodríguez, Oscar Miguel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9207-8558>

Trujillo - Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024/06/11

DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Yo, **Oscar De la Cruz Rodríguez**, docente del Programa de Estudio de Pregrado de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA EQUIPOS BIOMÉDICOS EN EL HOSPITAL BELÉN DE TRUJILLO 2023”**, de los autores Julio César López Cuba y Oskar Guillermo Talavera Luján.

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 17 de septiembre del 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis titulada **“Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023”** y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 17 de septiembre del 2024



DE LA CRUZ RODRÍGUEZ OSCAR
DNI: 40545044
ORCID: 0000-0001-9207-8558



LÓPEZ CUBA JULIO CÉSAR
DNI: 70001135



TALAVERA LUJÁN OSKAR GUILLERMO
DNI: 70272155

Dedicatoria

A nuestras familias por el apoyo brindado y la motivación a seguir adelante contra cualquier adversidad y de esa manera poder lograr nuestros sueños personales y profesionales.

A Dios por las bendiciones recibidas en el transcurso de nuestras vidas y a nuestros maestros por las enseñanzas y la guía en los años de estudios.

A todas las personas que nos han apoyado y que hicieron que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos dieron la oportunidad de realizar esta tesis y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

A nuestros padres y familiares por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio incansable a lo largo de este camino académico. Su confianza y aliento han sido nuestra mayor fortaleza.

A nuestros maestros y asesor, cuya sabiduría y orientación han iluminado nuestro camino y enriquecido nuestros conocimientos. Su dedicación y pasión por la enseñanza han sido una inspiración constante.

A todos los profesionales de la salud, cuyo trabajo diario inspira este proyecto. Su dedicación a mejorar la calidad de vida de los demás es un ejemplo de excelencia y servicio.

Y finalmente, a todos aquellos que confían en este manual como una herramienta útil en su labor diaria de cuidado y mantenimiento de equipos biomédicos, esperamos que estas páginas contribuyan de manera significativa a vuestras tareas y a la mejora continua de la atención médica.

Resumen

Esta tesis aborda la problemática del mantenimiento de equipos biomédicos en el contexto del Hospital Belén de Trujillo, Perú. La falta de conocimientos técnicos y formación del personal, así como la carencia de herramientas adecuadas para el mantenimiento, han llevado a la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para estos equipos.

Este informe presenta dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo se centra en mantener el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos. El mantenimiento correctivo se encarga de corregir las averías ya producidas.

Se destaca la importancia de la ingeniería electrónica en la biomedicina, permitiendo el diseño y desarrollo de dispositivos médicos electrónicos, sistemas de análisis de datos y tecnologías de investigación médica.

El informe propone la implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo. Los objetivos incluyen diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento, describir los problemas existentes en los equipos biomédicos más utilizados, determinar costos y beneficios, y desarrollar un manual que garantice el mantenimiento efectivo de los equipos.

Para fundamentar la propuesta, se presentan antecedentes internacionales, nacionales y locales que abordan estrategias y metodologías similares en el ámbito del mantenimiento de equipos biomédicos.

El informe también detalla los tipos de equipos biomédicos considerados en el estudio, como microscopios binoculares, centrífugas, espectrofotómetros visibles, baño de agua maría, esterilizador eléctrico de aire caliente seco, incubadora biológica, autoclave vertical, destilador de agua, rotador serológico, analizador bioquímico semi automatizado, analizador hematológico semi automatizado y ecógrafo; junto con sus funciones y características técnicas.

En este estudio, se utilizará el diagrama de Pareto para analizar las principales causas de fallas en los equipos biomédicos del Hospital Belén de Trujillo. También utilizaremos el diagrama de Ishikawa para identificar y comprender las diversas causas de los problemas en los equipos biomédicos del hospital.

Palabras clave: Mantenimiento, equipos, biomédicos.

Abstract

This thesis addresses the problem of biomedical equipment maintenance in the context of Belén Hospital in Trujillo, Peru. The lack of technical knowledge and personnel training, as well as the lack of adequate maintenance tools, have led to the need to develop a preventive and corrective maintenance plan for this equipment.

This report presents two types of maintenance: preventive and corrective. Preventive maintenance focuses on maintaining the proper functioning and prolonging the useful life of the equipment. Corrective maintenance is responsible for correcting faults that have already occurred.

The importance of electronic engineering in biomedicine is highlighted, enabling the design and development of electronic medical devices, data analysis systems and medical research technologies.

The report proposes the implementation of a preventive and corrective maintenance manual for biomedical equipment at Hospital Belén de Trujillo. The objectives include diagnosing the current situation of the maintenance process, describing the existing problems in the most commonly used biomedical equipment, determining costs and benefits, and developing a manual to ensure effective maintenance of the equipment.

In order to support the proposal, international, national and local antecedents that address similar strategies and methodologies in the field of biomedical equipment maintenance are presented.

The report also details the types of biomedical equipment considered in the study, such as binocular microscopes, centrifuges, visible spectrophotometers, water bath, electric dry hot air sterilizer, biological incubator, vertical autoclave, water distiller, serological rotator, semi-automated biochemical analyzer, semi-automated hematological analyzer and ultrasound scanner, together with their functions and technical characteristics.

In this study, the Pareto diagram will be used to analyze the main causes of failures in the biomedical equipment of Hospital Belén de Trujillo. We will also use the Ishikawa diagram to identify and understand the various causes of problems in the hospital's biomedical equipment.

Key words: Maintenance, equipment, biomedical.

Presentación

Señores miembros del jurado:

En conformidad y cumplimiento a los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, ponemos a su disposición la presente tesis titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA EQUIPOS BIOMÉDICOS EN EL HOSPITAL BELÉN DE TRUJILLO 2023”.

El informe presenta la implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y, por ende, mejor calidad de atención médica en el hospital. Se tomó en cuenta los conocimientos adquiridos durante la formación profesional y en esta etapa bajo la asesoría nuestro asesor, el ingeniero Mg. De la Cruz Rodríguez Oscar.

De antemano, nos excusamos de los errores involuntarios en que se hubiera incurrido en el desarrollo y redacción del misma, esperando del honorable jurado un justo dictamen.



LÓPEZ CUBA JULIO CÉSAR



TALAVERA LUJÁN OSKAR GUILLERMO

Tabla de contenidos

Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Resumen	9
Abstract	10
Presentación.....	11
Tabla de contenidos	12
Índice de tablas	13
Índice de figuras	13
Índice de gráficos	14
I. INTRODUCCIÓN:.....	15
1.1. Problema de Investigación	15
1.2. Objetivos.....	15
1.3. Justificación del estudio	15
II. MARCO DE REFERENCIA:.....	16
2.1. Antecedentes del estudio	16
2.2. Marco Teórico	21
2.3. Marco Conceptual	39
2.4. Sistema de Hipótesis.....	40
2.5. Variables e indicadores	40
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	41
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	41
3.2. Población y muestra de estudio	41
3.3. Diseño de Investigación	42
3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación	42
3.5. Procesamiento y análisis de datos	42
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	43
4.5. Análisis e Interpretación de Resultados.....	62
4.6. Docimasia de Hipótesis.....	64
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS.....	70

Índice de tablas

Tabla N°01 - Operacionalización de las variables Independiente:.....	40
Tabla N°02 - Operacionalización de la variable Dependiente:	41
Tabla N°03 – Porcentaje de fallas Anuales por Área:.....	43
Tabla N°04 – Cálculo del Indicador Tiempo Medio de Reparación (MTTR):	48
Tabla N°05 – Mantenimientos de Microscopio Binocular:	50
Tabla N°06 – Mantenimientos de Centrifuga:	51
Tabla N°07 – Mantenimientos de Espectrofotómetro Visible:.....	52
Tabla N°08 – Mantenimientos de Baño De Agua María Biológico:.....	53
Tabla N°09 – Mantenimientos de Incubadora Biológica:	54
Tabla N°10 – Mantenimientos de Rotador Serológico:	55
Tabla N°11 – Mantenimientos de Analizador Bioquímico Semi Automatizado:	56
Tabla N°12 – Mantenimientos de Analizador Hematológico Semi Automatizado:.....	57
Tabla N°13 – Mantenimientos de Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco:.....	58
Tabla N°14 – Mantenimientos de Autoclave Vertical:.....	59
Tabla N°15 – Mantenimientos de Destilador de Agua:	60
Tabla N°16 – Mantenimientos de Ecógrafo:	61
Tabla N°17 – Costo de Mantenimientos:	63

Índice de figuras

Figura 01. Tipos de Mantenimientos	23
Figura 02. Microscopio Binocular	24
Figura 03. Centrifuga.....	25
Figura 04. Espectrofotómetro	26
Figura 05. Baño Agua María Biológico	27
Figura 06. Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco	28
Figura 07. Incubadora para Cultivos.....	29
Figura 08. Autoclave Vertical.....	30

Figura 09. Destilador de Agua	31
Figura 10. Rotador Serológico.....	32
Figura 11. Analizador Bioquímico Semi Automatizado	33
Figura 12. Analizador Hematológico Semi Automatizado.....	34
Figura 13. Ecógrafo	35
Figura 14. Diagrama de Pareto	36
Figura 15. Diagrama de Ishikawa	38

Índice de gráficos

Gráfico 1: Carrera de los encuestados	71
Gráfico 2: ¿El lugar en donde se encuentran los equipos médicos, es un ambiente fresco y limpio?.....	71
Gráfico 3: ¿El usuario, tecnólogo o personal de mantenimiento conoce el cuidado de los equipos?	72
Gráfico 4: ¿El hospital , centro de salud o puesto de salud cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos médicos?	72
Gráfico 5: ¿El personal de mantenimiento y/o tecnólogo están capacitados para realizar un mantenimiento preventivo?.....	73
Gráfico 6: ¿El personal de mantenimiento es capacitado ante la llegada de un equipo nuevo?.....	73
Gráfico 7: ¿El personal de mantenimiento tiene dificultad para conseguir repuestos?	
74	
Gráfico 8: ¿El personal de mantenimiento tiene acceso a los manuales de los equipos médicos?	74

I. INTRODUCCIÓN:

1.1. Problema de Investigación

¿La implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo solucionará fallas y optimizará el funcionamiento de los equipos biomédicos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

Implementar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento de equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo.
- Describir los principales problemas que existen en los equipos biomédicos más usados de acuerdo a nuestra experiencia y antecedentes nacionales.
- Desarrollar y probar el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo.
- Determinar los costos y beneficios de realizar el manual de mantenimiento de equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo.

1.3. Justificación del estudio

Justificación Práctica:

Todos los equipos biomédicos tienen diferentes usos y componentes por lo que con esta investigación se busca relacionar o identificar los errores o fallas más comunes tomando como ejemplo los equipos del Hospital Belén de Trujillo. Nuestro estudio permitirá a los ingenieros y técnicos en electrónica tener información acerca del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos para aumentar su desempeño profesional.

Justificación Teórica:

Esta investigación se basará en realizar un manual de mantenimiento para los equipos biomédico del Hospital Belén de Trujillo, ya que debido a la coyuntura vivida por la COVID-19 los hospitales ya no solo atienden emergencias, si no que ya se ha reestablecido las atenciones médicas en su totalidad lo que genera mayor concurrencia de pacientes y mayor uso de equipos, los mismos que deben mantenerse en buen estado y operativos para cualquier eventualidad.

Justificación Metodológica:

La elaboración de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo, ayudará a mantener en funcionamiento los equipos biomédicos del Hospital Belén de Trujillo, ya que aportará a llevar mayor control de los periodos en los que se debe realizar cada tipo de mantenimiento.

II. MARCO DE REFERENCIA:

2.1. Antecedentes del estudio

Para la validación de esta investigación, se presentan los siguientes antecedentes de diversas tesis con referencia a la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

- Cataño, G (2020). "Plan de Mejora Para la Gestión de la Tecnología de Equipos Biomédicos en la Empresa SALUDTREC S.A.S" (Tesis de grado). Universidad de Antioquia. Ubicación: Medellín - Colombia. A través de su estudio describe que adaptando el Sistema de Gestión de Calidad (Planeación, Ejecución y Control) permite elaborar un plan de mejora para la gestión de la tecnología de equipos biomédicos en la empresa SALUDTREC S.A.S. La metodología utilizada en esta investigación es basada en 3 etapas del SGC (Sistema de Gestión de Calidad). Los resultados obtenidos mostraron que se realizó una actualización al 90% de los documentos relacionados a la vida útil de los equipos biomédicos. El aporte de esta tesis nos servirá para la

aplicación de la metodología SGC en el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos ya que realizaremos la planeación, se redactará la ejecución y que controles se deben considerar en cada caso.

- Herrera Claro, O. M. (2018). “Implementación de un Plan de Mantenimiento a la Empresa ELECTROAUTOMATISMOS.ST, para los Equipos Biomédicos a su cargo” (Tesis de grado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ubicación: Ocaña – Colombia. A través de su estudio describen en sus conclusiones que se implementó un plan de mantenimiento preventivo con el fin de brindar una maximización de los mantenimientos efectuados, todo esto basado en el seguimiento de las fallas más comunes, ya que la empresa como tal realizaba mantenimientos inadecuados para los equipos. El cual, si se lleva a un mejor seguimiento del funcionamiento del equipo, se podrán asignar tareas de mantenimiento más adecuadas, las cuales garantizan que el equipo preste adecuadamente su función. Las metodologías utilizadas en esta investigación son la que determina las tareas que componen el plan de mantenimiento a partir de las recomendaciones de los fabricantes y las que se basan en el empleo de protocolos generales de mantenimiento por tipo de equipo. Los resultados obtenidos mostraron que con un plan de mantenimiento se puede cubrir muchas falencias, de esta manera se mejora la eficiencia en el mantenimiento realizando una organización general de toda la información de los equipos, utilizando información adecuada, concluyendo que las tareas de mantenimiento se tienen que asignar y realizar según cronograma. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de fichas técnicas que nos brinde una maximización de los mantenimientos efectuados.
- Muñoz Pachon, A. M. (2018). “Diagnóstico, mantenimiento y repotenciación en equipos biomédicos de centrifugación de laboratorio de la Clínica Belén De Fusagasuga”. (Tesis de grado). Universidad de Cundinamarca. Ubicación: Fusagasuga – Colombia. A través de su estudio describe en su análisis de resultados que gracias a realizar un

plan de mantenimiento de repotenciación a Centrifuga Bioered LW Scientific, esta aumenta la oportunidad de cantidad de centrifugación en un 75%, por lo que demuestra lo importante que es realizar este tipo de procedimientos. La metodología utilizada en esta investigación está dividida en cuatro fases principales: Diagnóstico, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y repotenciación. Los resultados obtenidos mostraron que en su primera fase realizaron los análisis de laboratorio. Teniendo en cuenta que el tiempo de centrifugación de todas las muestras que llegan a diario disminuyeron de 4 horas a 1 hora, donde se reduce el tiempo de espera para empezar la fase analítica en un 80%, por lo que es óptimo. El aporte de esta tesis nos servirá para explicar y diferenciar los tipos de mantenimiento y en que momentos son necesarios con el fin de dar el mejor diagnóstico.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

- Orrego Guerrero, L. F. (2022). “Gestión administrativa y procedimientos de mantenimiento de equipos biomédicos de hemodiálisis del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino 2021” (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Lima – Perú. A través de su estudio describe que, para mantener los equipos médicos operativos, el área de mantenimiento debe realizar un cronograma de actividades que detalle el tipo de mantenimiento que se debe brindar a cada equipo y con qué frecuencia hacerlo. La metodología utilizada en esta investigación es no experimental, ya que trabaja con la realidad y no modifica las variables y es de corte transversal ya que se realiza el estudio en un tiempo específico. Los resultados obtenidos mostraron que el área de mantenimiento debe planificar el mantenimiento de los equipos indicando los plazos a considerar para que los equipos se mantengan operativos y trabajando de manera eficiente. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de un cronograma de mantenimiento el mismo que nos permitirá generar un trabajo eficiente buscando dar el mantenimiento oportuno (preventivo) para que este no se convierta en un mantenimiento costoso (correctivo).

- Campos Mijahuanca, L. M., Cruz Julca, L. W. & Rivera Chávez, C. (2021). "Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los Equipos Biomédicos del área UCI COVID de un hospital de la ciudad de Piura" (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura. Ubicación: Piura – Perú. A través de su estudio describen en su tabla operacional de variables que las horas de operatividad, de inoperatividad y fallas son indicadores que muestran la vida útil de cada equipo. La metodología utilizada en esta investigación es deductiva y también se recopiló la información histórica de los mantenimientos realizados en los equipos del área de UCI COVID para poder realizar el estudio. Los resultados mostraron que, según la información histórica de las fallas más comunes por equipo, podemos obtener el cálculo de la frecuencia con la que se debe realizar cada mantenimiento. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de indicadores a considerar en el cuadro operacional de variables.
- Santiago Zambrano, A. G. (2021). "Mejora de los procesos en el servicio de mantenimiento para reducir los altos costos en la intervención de equipos biomédicos de la empresa Make and Solution EIRL en el Hospital Regional de Tumbes" (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte. Ubicación: Lima – Perú. A través de su estudio describe que utiliza como herramientas de mejora el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa y FODA. La metodología utilizada en esta investigación fue no experimental. Los resultados obtenidos mostraron que, al generar un plan de mantenimiento este nos permite mejorar la eficiencia y operatividad de los equipos pudiendo lograr una mejora del 100%, esto nos brinda la posibilidad de disminuir los porcentajes de gastos como viáticos 21%, mano de obra 8% y gastos logísticos de 7%. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de la metodología ISHIKAWA que nos ayudará a recopilar posibles problemas que causan errores en el proceso de mantenimiento, la metodología PARETO (80% y 20%) para detectar los puntos críticos y la metodología FODA para detectar el estado actual de la empresa.

- Machaca, T. & Portugal, R. (2018). “Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica” (Tesis de grado). Universidad Católica San Pablo. Ubicación: Arequipa - Perú. A través de su estudio describe que utilizando el diagrama de Ishikawa permitirá elaborar una Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica. La metodología utilizada en esta investigación es deductiva ya que se inició realizando un diagnóstico situacional. Los resultados obtenidos mostraron que se debe organizar el área de mantenimiento, realizando un plan de mantenimiento, capacitaciones al personal, contar con un espacio de trabajo adecuado y herramientas acordes al trabajo a realizar. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de la metodología ISHIKAWA que nos habla sobre la causa – efecto, todo problema tiene un motivo y esta metodología nos ayuda a desglosar estas posibles causas mediante sus espinas.

2.1.3. Antecedentes Locales:

- Horna Muguerza, F. A. J. (2020). “Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén” (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Chepén – Perú. A través de su estudio describe que se realizó un cronograma documentado del Plan de Mantenimiento Preventivo del hospital MINSA Chepén, con esto se aumentó la disponibilidad de los equipos. La metodología utilizada en esta investigación es una investigación de tipo aplicada y de diseño pre experimental. Los resultados obtenidos mostraron que al realizar una encuesta de 27 preguntas con una valoración del 1 al 5, se obtuvo un puntaje de 65 que equivale al 48.14% que según la tabla de valores de RENOVETEC es aceptable, por lo que realizar un plan de mantenimiento es óptimo para el mejor funcionamiento y disminuir costos de reparación. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de una encuesta de LIKERT la misma que nos permite tener

los puntos de vista de las personas que se desempeñan en el rubro de esta manera saber cómo viene funcionando el sistema de mantenimiento de equipos.

- Lecca, S. & Zavaleta, M. (2018). “Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos del área de emergencia del Hospital Regional Docente de Trujillo – 2018” (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Trujillo – Perú. A través de su estudio describe que para poder analizar la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos se utilizó una técnica llamada guía de observación, donde se obtiene el estado de cada uno de los equipos del área, a su vez nos permite conocer su antigüedad. La metodología utilizada en esta investigación es transeccional ya que se recolectan datos e información en un solo momento, en un tiempo único, describiendo las variables y analizando su incidencia en un momento dado. Los resultados obtenidos mostraron que a los equipos existentes no se le ha dado mantenimiento predictivo, generando así que los equipos se malogren rápidamente y su tiempo de vida útil disminuya, es por ese motivo que se considera y recomienda dar mantenimiento predictivo periódicamente. El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación de las guías de observación, ya que este método es tradicional, pero a su vez nos permite conocer mediante la observación el funcionamiento real del equipo.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Mantenimiento:

Según Mora (1990c) una buena gestión de mantenimiento es cuando se planifica, organiza, controla y ejecuta métodos, buscando mantener los equipos activos y que las fallas puedan disminuir gradualmente hasta que se encuentre totalmente operativos.

2.2.2. Tipos de Mantenimiento:

Existen 3 tipos de mantenimientos los cuales se realizan en diferentes etapas de la vida de un equipo.

2.2.2.1. Mantenimiento Predictivo:

Tiene como objetivo constatar periódicamente si algo está fallando o está próximo a fallar a partir de las condiciones de funcionamiento, de esta manera prevenir averías o posibles fallas en los equipos y procesos, de esta manera evitar que se ocasionen paros de emergencia, el costo de este mantenimiento es inferior a comparación de los otros 2 mantenimientos.

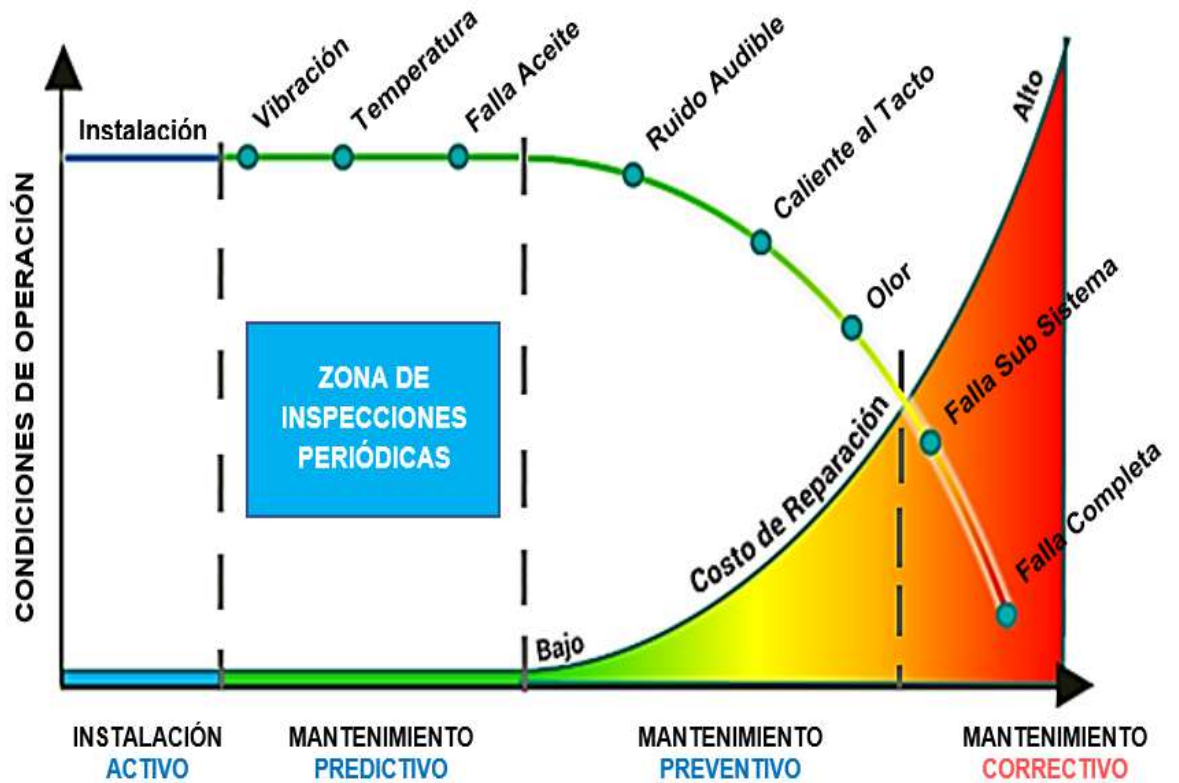
2.2.2.2. Mantenimiento Preventivo:

Tiene como objetivo mantener el buen funcionamiento de los equipos y prolongar la vida útil de estos, es por eso que se revisan de manera periódica y bajo ciertos criterios logrando evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo, esto significa que muchas veces se reemplazan elementos que podrían haber sido utilizados por un período más prolongado y esto genera que el costo de este mantenimiento varía de acuerdo al estado del equipo.

2.2.2.3. Mantenimiento Correctivo:

Tiene como objetivo corregir las averías de un equipo que se van produciendo durante el tiempo de uso, estas averías pueden ser parciales o totales lo que genera que este tipo de mantenimientos puedan tener costos de reparaciones muy altos, hasta se podría dar de baja al equipo por inactividad.

Figura 01
Tipos de Mantenimientos



Nota: El gráfico representa las condiciones de operación según la periodicidad en la que se realice la inspección.

2.2.3. Equipos Biomédicos:

Según la Resolución Ministerial N° 547-2018/MINSA, en el numeral 5.1. de las Definiciones Operativas de la Norma Técnica de Salud N° 113-MINSA/DGIEM-V.01, equipo biomédico es el dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos y/o híbridos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipos biomédicos, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos para un solo uso.

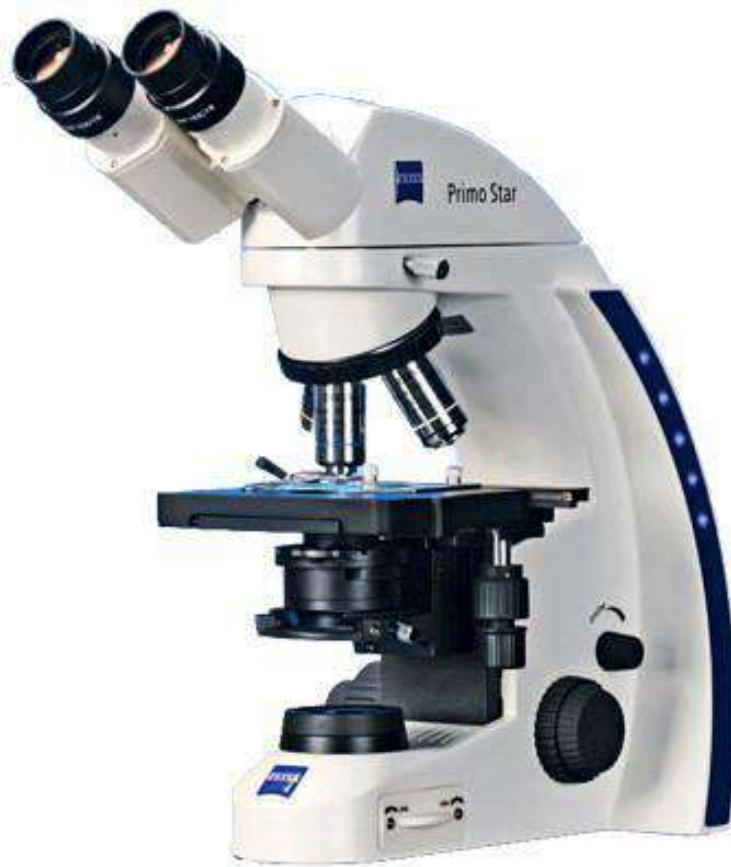
2.2.4. Tipos de Equipo Biomédicos:

Existe una extensa variedad de equipos biomédicos de acuerdo al uso, área, funcionamiento, etc. Sin embargo, en esta investigación tomaremos como muestra algunos equipos biomédicos de Hospital Belén de Trujillo, los mismos que mencionaremos a continuación.

2.2.4.1. Microscopio Binocular

Utilizado para observar tejidos y organismos que no son perceptibles a simple vista. Utiliza una fuente de luz y un sistema de lentes ópticas que permiten ampliar la imagen del objeto a examinar. Opera a un voltaje de 220 voltios, 60 Hz.

Figura 02
Microscopio Binocular



Nota: La figura representa a un microscopio binocular marca: Carl Zeiss // modelo: Primo Star – GmbH.

2.2.4.2. Centrífugas

Se utiliza para diferenciar las partículas más espesas y sólidas de otros líquidos corporales. La fuerza con que gira el motor de este equipo hace que las partículas más sólidas y densas se separen de los líquidos corporales y se depositen al fondo del tubo de ensayo que los contiene. Trabaja con un voltaje de 220 voltios, 60 Hz.

Figura 03.
Centrífuga



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: MPW // modelo: MPW- 352

2.2.4.3. Espectrofotómetro Visible.

Este equipo es usado para medir la absorbancia de sustancias químicas de diferentes líquidos corporales. Tiene una lámpara halógena (que es generada por una fuente de luz) y un juego de filtros ópticos; estos atraviesan de diferente manera los líquidos corporales según la densidad de estos. Trabaja con 220 voltios, 60 Hz.

Figura 04.

Espectrofotómetro



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: BOECO // modelo: Único

2.2.4.4. Baño de Agua María Biológico

Utilizado para mantener a una temperatura constante a los líquidos o soluciones químicas. El calor es generado por la resistencia eléctrica que va calentando el agua que se encuentra en la cámara de trabajo del equipo. Gracias a un termostato es que la temperatura del agua se mantiene constante. Trabaja con 220 voltios, 60 Hz.

Figura 05

Baño Agua María Biológico



Nota: La figura representa a una centrifuga marca: LONER // modelo: BML-80Lts

2.2.4.5. Esterilizador Eléctrico de aire caliente seco

Se utiliza para la desinfección de material quirúrgicos, guantes de goma, telas y gasas. Una resistencia eléctrica en la cámara de trabajo del equipo produce el calor suficiente para generar aire caliente y seco. Trabaja con corriente eléctrica de 220 voltios, 60 Hz.

Figura 06

Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: MEMMERT // modelo: ULE-400

2.2.4.6. Incubadora Biológica.

Se utiliza para el crecimiento y desarrollo de cultivos bacterianos, controlando la temperatura, humedad y ventilación. La resistencia eléctrica ubicada en el interior del equipo genera calor seco al interior de la cámara del horno. La temperatura es controlada por un sensor de temperatura llamado termostato. Trabaja con 220 voltios, 60 Hz.

Figura 07.

Incubadora para Cultivos



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: HERAEUS – KENDRO // modelo: B6-56042301

2.2.4.7. Autoclave Vertical

Se utiliza para la esterilización o desinfección de material quirúrgicos (guantes, telas, gasas, tubos, recipientes de vidrio, líquidos, etc.) Opera con un voltaje de 220 voltios, 60 Hz.

Figura 08

Autoclave Vertical



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: LONER // modelo: AVL-120L

2.2.4.8. Destilador de Agua

Este equipo proporciona agua libre de materiales sólidos y orgánicos para ser utilizada en algunos equipos de laboratorio como los analizadores de bioquímica o en análisis de reacciones químicas y tratamientos médicos. La resistencia eléctrica interna genera el calor suficiente para convertir el agua en vapor. Este circula a través de un serpentín llamado “condensador” y se condensa. Así es como se obtiene agua destilada (agua libre de impurezas, sales y minerales). Opera con un voltaje de 220 voltios, 60 Hz.

Figura 09

Destilador de Agua



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: BOECO // modelo: WS3500

2.2.4.9. Rotador serológico

Este equipo se utiliza para la mezcla, la homogeneización y/o preparación de combinaciones de sustancias.

Figura 10

Rotador Serológico



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: DIGISTEN // modelo: DRS-2800D

2.2.4.10. Analizador Bioquímico Semi Automatizado

Se utiliza para medir el nivel del suero sanguíneo tales como: glucosa, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, proteínas, y todo tipo de pruebas bioquímicas y enzimáticas.

Figura 11

Analizador Bioquímico Semi Automatizado



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: ERBA Mannheim // modelo: CHEM 5 V3

2.2.4.11. Analizador Hematológico Semi Automatizado

Son dispositivos utilizados para realizar conteos sanguíneos completos (CSC), o hemogramas.

Llevan a cabo análisis cualitativos y cuantitativos de los elementos sanguíneos: glóbulos rojos, eritrocitos, glóbulos blancos, leucocitos y plaquetas, trombocitos.

Figura 12

Analizador Hematológico Semi Automatizado



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: Rayto // modelo: RT-7600

2.2.4.12. Ecógrafo.

Equipo de diagnóstico que se utiliza en la electromedicina para llevar a cabo ecografías. Los ecógrafos emiten ultrasonidos que no pueden ser percibidos por el oído humano, estos penetran en el cuerpo hasta llegar a los diferentes órganos que queremos diagnosticar. Una vez que estos ultrasonidos detectan a los órganos internos se produce un efecto rebote, lo cual recibimos la señal en manera de imagen y así observar posibles anomalías o enfermedades en nuestro cuerpo.

Figura 13

Ecógrafo



Nota: La figura representa a una centrífuga marca: Samsung // modelo HS40

2.2.5. Diagrama de Pareto:

Esta metodología fue diseñada en los años 1848 a 1923 por el Italiano Vilfredo Pareto, quien nos hablaba que el 80% de la riqueza en esa época estaba en manos del 20% de la población, quiere decir que la riqueza restante que viene a ser el 20%, está en manos del 80% de la población. Siguiendo el ejemplo anterior esto se aplica en las situaciones o problemas que se pueden suscitar en cualquier escenario. Por ejemplo, el 80% de defectos u errores en un producto o servicio se debe al 20% de las causas acciones generadas.

- **Estructura:** Este gráfico está formado por tres elementos:

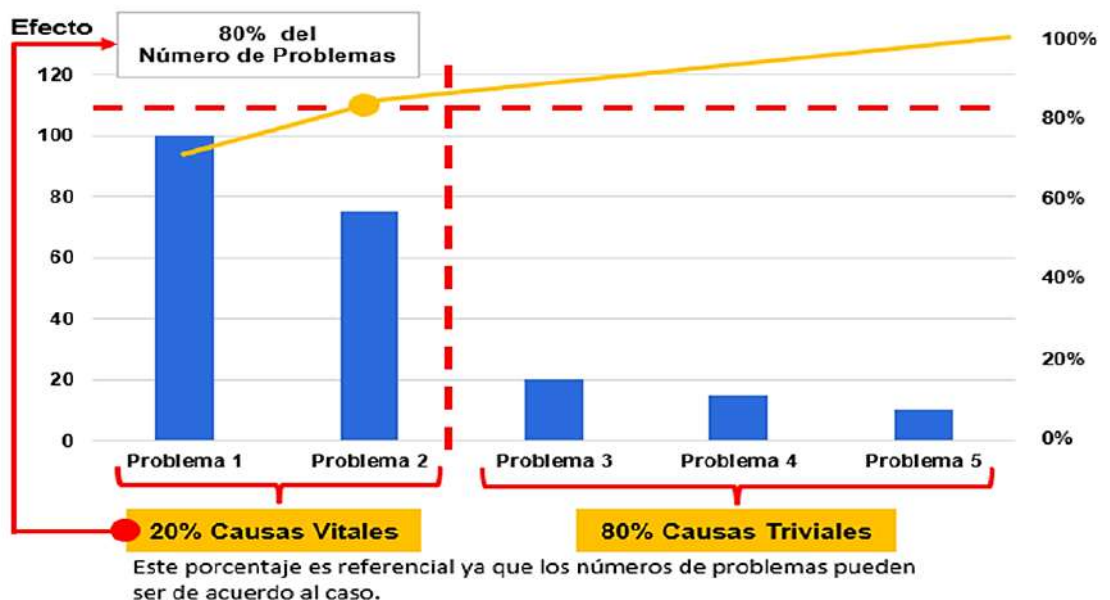
El **Eje Y** a la izquierda, indica con qué frecuencia ocurre el problema.

El **porcentaje acumulado** a la derecha, indica el total de ocurrencias.

El **Eje X** en la parte inferior, indica los problemas o defectos que existen.

Figura 14

Diagrama de Pareto



Nota: La figura representa la metodología Pareto o también conocida como 80 y 20 por su estructura.

- **Ventajas:**

- Es de fácil aplicación y entendimiento, utiliza cálculos simples.
- Nos permite tener una mejora continua.
- Tener una visión clara al identificar el verdadero problema.
- Permite tomar decisiones basadas en datos.

2.2.6. Diagrama de Ishikawa:

Esta metodología fue diseñada por Karou Ishikawa y también es conocido como Diagrama Esqueleto de Pescado o Diagrama Causa-Efecto. Se utilizó por primera vez en el año 1943, en esa ocasión permitió explicar a un grupo de ingenieros de la Kawazaki Steel Works, cómo un sistema complejo de factores se puede relacionar para ayudar a entender un problema.

- **Método:**

- Identificar y establecer el problema o el efecto que se analizará. (Colocar en el centro derecho y dibujar a su lado izquierdo una espina horizontal como la figura 15)
- Realizar una sesión de tormenta de ideas, colocar estas en las espinas como categorías que pueden ser según:

Industria de Servicio (8P)

- ✓ Producto/servicio
- ✓ Precio
- ✓ Promoción
- ✓ Políticas
- ✓ Procesos
- ✓ Procedimientos
- ✓ Plaza/planta/tecnología.

Industria Industrial (6M)

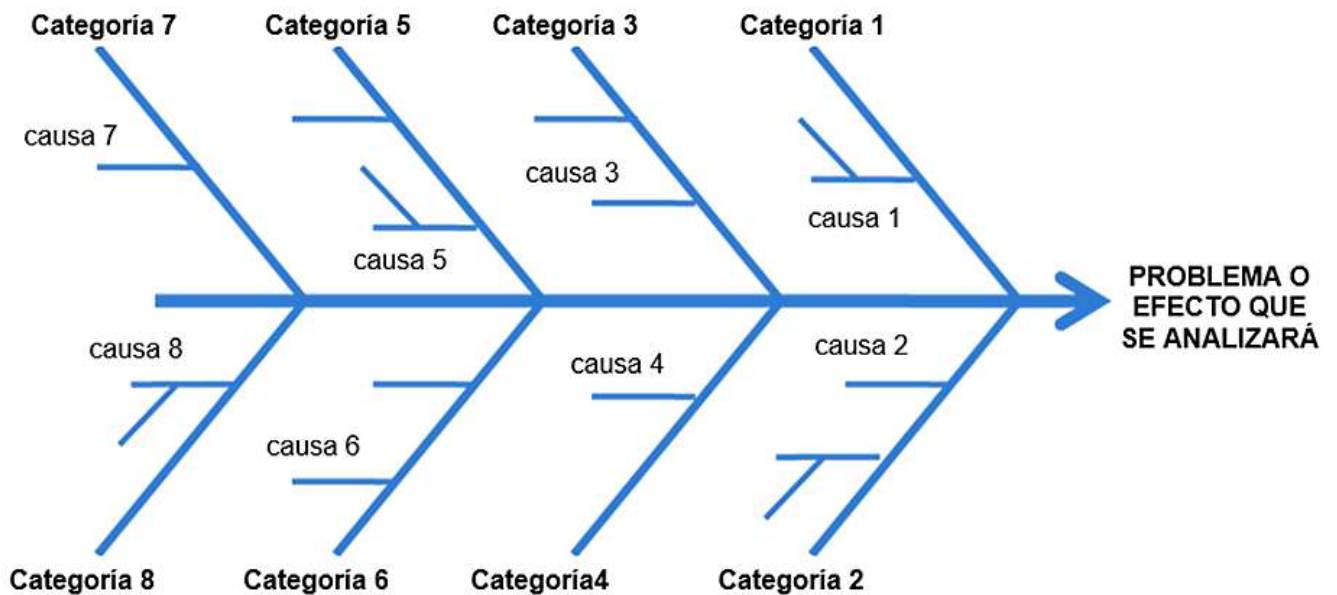
- ✓ Mano de obra
- ✓ Métodos
- ✓ Medidas

- ✓ Maquinaria
- ✓ Materiales
- ✓ Madre naturaleza (Ambiente).

- Identificar las principales causas que contribuyen al efecto que es estudiado. (Se recomienda utilizar un Análisis de Pareto)
- Identificar las causas secundarias utilizando la siguiente pregunta: ¿Por qué está sucediendo esta causa?
- Luego se siguen Identificando sub niveles más detallados de causas y se extienden las espigas del diagrama
- Por último, analizar diagrama y realizar un plan de acción

Figura 15

Diagrama de Ishikawa



Nota: La figura representa la metodología Ishikawa o también conocida como la espina de pescado o causa efecto por su estructura.

2.3. Marco Conceptual

- **Mantenimiento:**

Según Mora (2009, p.51): “El mantenimiento es el elemento que comprende a las personas que ofrecen y prestan el servicio de conservación de equipos a los departamentos o empresas que producen bienes o servicios, mediante los recursos de que disponen”.

- **Equipo Biomédico:**

Según DIGEMIND “Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos, que para uso requieren una fuente de energía; incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento.”

- **Mantenimiento Correctivo:**

“El principal problema que se encuentra al aplicar este tipo de mantenimiento, es que el usuario se da cuenta de la avería o falla justo en el momento en que va a disponer del equipo, ya sea ponerlo en marcha o bien durante su utilización” (Navarro Elola, y otros, 1997).

- **Mantenimiento Preventivo:**

“El MP habitualmente se programa a intervalos definidos e incluye tareas de mantenimiento específicas como lubricación, limpieza (por ejemplo, de filtros) o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan (por ejemplo, cojinetes) o que tienen una vida útil limitada (por ejemplo, tubos). Por lo general es el fabricante el que establece los procedimientos e intervalos. En casos especiales, el usuario puede modificar la frecuencia de acuerdo con las condiciones del medio local.” (Organización Mundial de la Salud, 2012).

2.4. Sistema de Hipótesis

La implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo proveerá de información valiosa para la solución de fallas y optimizar el funcionamiento de los equipos biomédicos.

2.5. Variables e indicadores

Variable independiente:

Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.

Variable dependiente:

Equipos biomédicos.

Operacionalización de las variables:

Tabla N°01

Operacionalización de las variables Independiente:

Variable Independiente	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento
Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.	Procedimiento de soluciones a problemas	--	Informe
	Tipo de fallas comunes	--	Informe

Nota: Esta tabla muestra los indicadores e instrumentos a utilizar para generar el Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla N°02

Operacionalización de la variable Dependiente:

Variable Dependiente	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento
Equipos Biomedicos	Evidenciado de KPI's en equipo	--	Informe
	Tiempo de respuesta	--	Informe
	Costos de mantenimiento	--	Informe
	Calidad de servicio	--	Informe

Nota: Esta tabla muestra los indicadores e instrumentos a utilizar para medir la operatividad.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad:

Cuantitativo

3.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación:

Explicativo

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población:

Equipos biomédicos del Hospital Belén de Trujillo, U.E. 403 - SALUD TRUJILLO - SUR OESTE

3.2.2. Muestra:

14 equipos biomédicos de las áreas de Laboratorio Clínico, Central de Esterilización y Obstetricia del Hospital Belén de Trujillo, U.E. 403 - SALUD TRUJILLO - SUR OESTE.

3.3. Diseño de Investigación

$X \rightarrow F \rightarrow Y$

X : Equipos biomédicos en mal estado

F : Manual de procedimientos de mantenimiento

Y : Equipos operativos

3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación

Realizamos la obtención de datos utilizando:

- **Observación** : Análisis de los equipos biomédicos.
- **Entrevista** : Doctor que realiza la interpretación de los resultados.
- **Encuesta** : Usuario del equipo.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se realizarán listas de cotejos, tablas y para el análisis de los datos que se obtendrán en el desarrollo de la encuesta se empleará la Metodología Pareto donde nos mostrará que el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas de esta manera nos permitirá identificar que priorizar para lograr el mayor impacto en el manual de mantenimiento, también estaremos utilizando la Metodología Ishikawa que nos permitirá identificar los errores y problemas que restan competitividad y rentabilidad para poder mejorar el proceso de mantenimiento en la empresa.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El Hospital Belén de Trujillo, U.E. 403 - SALUD TRUJILLO - SUR OESTE, no cuenta con un plan de mantenimiento, lo que perjudica a corto y largo plazo la operatividad de los equipos biomédicos, pudiendo ocasionar serias fallas las cuales pueden ser costosas en algunos casos de no ser solucionados a tiempo, es por este motivo que se realizó un análisis de las fallas anuales por área del Hospital Belén de Trujillo.

4.1. DIAGRAMA PARETO:

Tabla N°03

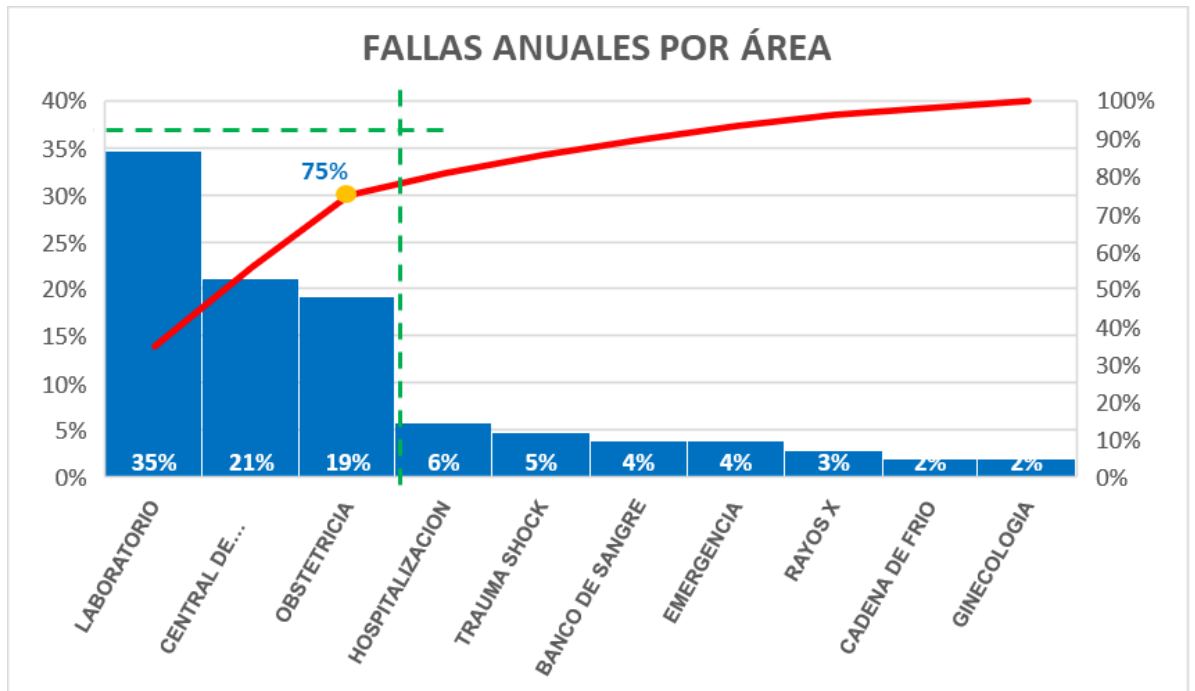
Porcentaje de fallas Anuales por Área:

ÁREAS	FALLAS AÑO 2023	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
LABORATORIO	36	35%	35%
CENTRAL DE ESTERILIZACION	22	21%	56%
OBSTETRICIA	20	19%	75%
HOSPITALIZACION	6	6%	81%
TRAUMA SHOCK	5	5%	86%
BANCO DE SANGRE	4	4%	89%
EMERGENCIA	4	4%	93%
RAYOS X	3	3%	96%
CADENA DE FRIO	2	2%	98%
GINECOLOGIA	2	2%	100%
TOTAL	104	100%	

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes acumulados de fallas en el año 2023 en las diferentes áreas del Hospital Belén de Trujillo.

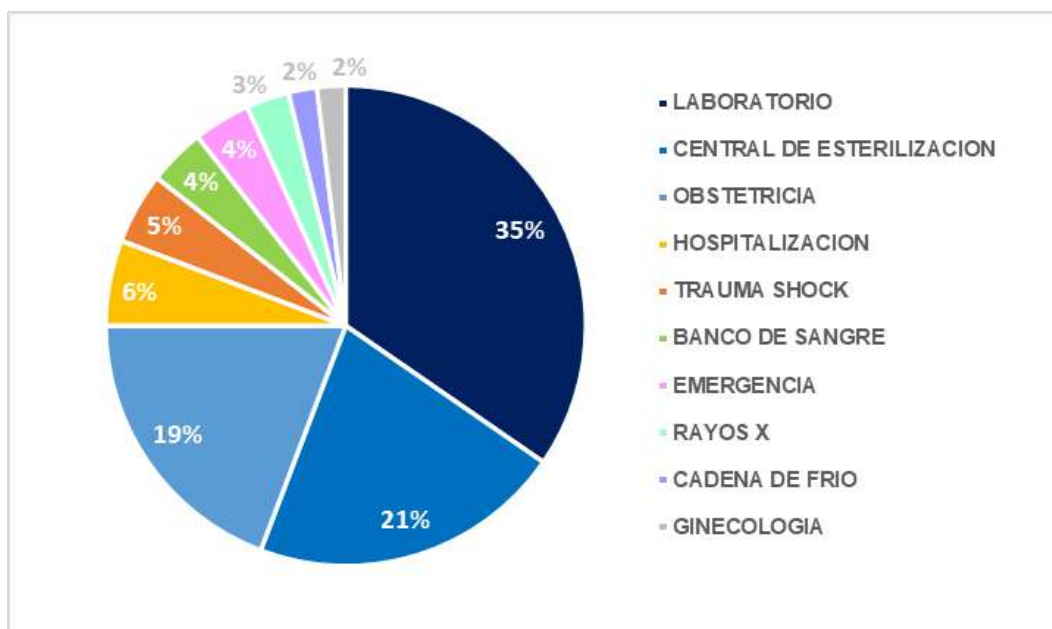
Recopilando la información sobre la cantidad de fallas en el año 2023 en el Hospital Belén, podemos ver que se informaron 104 fallas las cuales hemos separado por áreas para poder realizar un análisis aplicando un diagrama Pareto para identificar las fallas que más predominan y poder realizar un manual de mantenimiento de equipo biomédicos que nos ayude a evitar y disminuir estos problemas.

Gráfico 01
Diagrama Pareto



Nota: el gráfico representa el 35% de las fallas son en Laboratorio, el 21% Central de Esterilización y el 19% en Obstetricia, las áreas antes mencionadas serian el 75% de las fallas las mismas que vamos a evaluar y detallar posibles soluciones para que se evite la inactividad de los equipos.

Gráfico 02
Porcentajes de Fallas



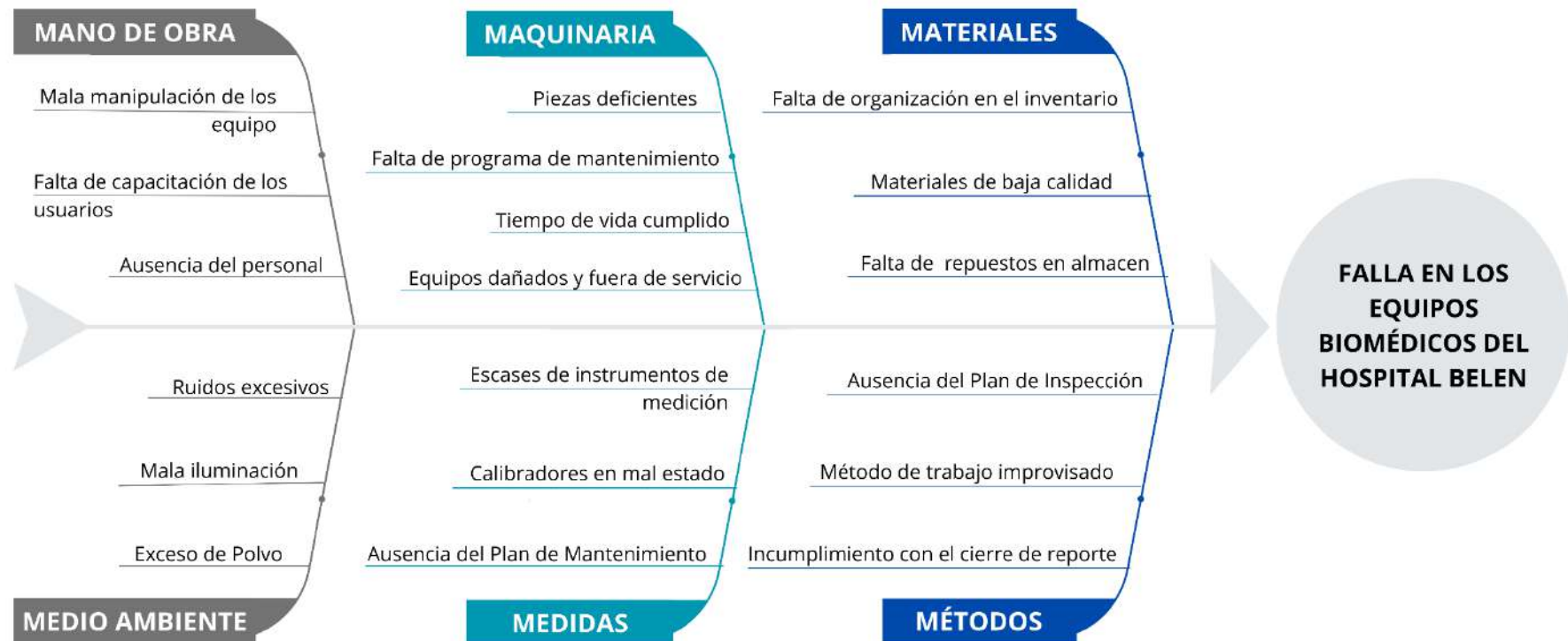
Nota: el gráfico representa los porcentajes de las fallas según área en el Hospital Belén de Trujillo.

4.2. DIAGRAMA ISHIKAWA

Las causas que originan las fallas en los equipos biomédicos en el Hospital Belén se muestran a continuación en el Diagrama Ishikawa, Causa - Efecto, este diagrama nos permitirá ver las posibles causas que originan las fallas en los equipos.

Gráfico 03

Diagrama Ishikawa



Nota: el gráfico representa las principales fallas en los equipos biomédicos del Hospital Belén utilizando la metodología Ishikawa y 6 categorías.

4.3. Indicador de Tiempo Medio de Reparación:

El indicador MTTR considera el tiempo medio que tarda el área de mantenimiento en resolver el problema o avería una vez esta sea informada.

Formula:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento}}{\text{Número de Reparaciones}}$$

Tiempo Total de Mantenimiento: Considera lo siguiente:

- Tiempo de notificación al área de logística (Autorización de mantenimiento)
- Tiempo de notificación al área de mantenimiento
- Tiempo para diagnosticar la avería
- Tiempo de reparación
- Tiempo de validación, prueba y puesta en marcha del equipo

Número de Reparaciones: Considera el número de averías que presentó el equipo durante el periodo a considerar en el tiempo total de mantenimiento, se recomienda considerar como periodo 1 año.

MTTR: De manera general podemos considerar que un valor aceptable estaría por debajo de las 5 horas.

Podemos apreciar en el Cálculo del Indicador Tiempo Medio de Reparación (MTTR) **Tabla N°16** que el tiempo medio de reparación de los equipos de Laboratorio, Central de Esterilización y Obstetricia superan el valor aceptable de 5 horas por lo que es necesario planificar y generar el manual de mantenimiento de equipos biomédicos.

Tabla N°04

Cálculo del Indicador Tiempo Medio de Reparación (MTTR):

ÁREA	EQUIPOS	TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO (Horas/Año)	NÚMERO DE REPARACIONES	MTTR (Horas/Reparación)
LABORATORIO	Microscopio Binocular	56	4	14.00
	Centrífugas	60	5	12.00
	Espectrofotómetro Visible	54	3	18.00
	Baño de Agua María Biológico	56	4	14.00
	Incubadora Biológica	90	6	15.00
	Rotador Serológico	54	3	18.00
	Analizador Bioquímico Semi Automatizado	60	5	12.00
	Analizador Hematológico Semi Automatizado	60	6	10.00
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco	72	9	8.00
	Autoclave Vertical	60	6	10.00
	Destilador de Agua	56	7	8.00
OBSTETRICIA	Ecógrafo	140	20	7.00

Nota: Esta tabla muestra las horas estimadas que toma reparar cada equipo y el número de reparaciones que se realizaron en el año 2023.

4.4. Manual de Mantenimiento de Equipos Biomédicos:

El Hospital Belén de Trujillo, U.E. 403 - SALUD TRUJILLO - SUR OESTE, no cuenta con un plan de mantenimiento, lo que perjudica a corto y largo plazo la operatividad de los equipos biomédicos, pudiendo ocasionar serias fallas las cuales pueden ser costosas en algunos casos de no ser solucionados a tiempo, es por este motivo que se realizó un manual para 14 equipos biomédicos de las áreas de Laboratorio Clínico, Central de Esterilización y Obstetricia del Hospital Belén de Trujillo, este presente manual fue implementado con la finalidad de contribuir a una operatividad exitosa, detallando las fallas comunes y la solución adecuada en base a la experiencia de personal dedicado al manejo y uso de los equipos.

El objetivo de este manual es describir las fallas comunes de los siguientes equipos:

Gráfico 02

Equipos Biomédicos




Nota: El gráfico detalla la relación de equipos biomédicos que se consideraran en el manual siguiente.

Posteriormente se detallarán las posibles soluciones.

4.4.1. Microscopio Binocular:

Tabla N°05

Mantenimientos de Microscopio Binocular:


MICROSCOPIO BINOCULAR		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: Carl Zeiss</p> <p>MODELO: Primo Star – GmbH</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Revisión de la fuente de luz.
	Paso 5	Verificación y limpieza de la tarjeta electrónica de la fuente de poder.
	Paso 6	Limpieza y verificación del Dimmer.
	Paso 7	Mantenimiento en el sistema mecánico.
	Paso 8	Limpieza, lubricación y ajuste de cremalleras del condensador.
	Paso 9	Limpieza del sistema Óptico.
	Paso 10	Montaje general.
Paso 11	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 350 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO ENCIENDE	Fuente de alimentación defectuosa	Reemplazar o sustituir componentes defectuosos
	Regulador de voltaje (DIMMER) defectuoso	
	Base de Bombilla defectuoso	
	Bombilla o lámpara (defectuosa o quemada)	
PROBLEMA EN EL SISTEMA DE DESLIZAMIENTO (micrométrico y macrométrico)	Falta de lubricación	Mantenimiento del sistema mecánico
PROBLEMA EN EL CONDENSADOR	Falta de lubricación	Mantenimiento del sistema mecánico
PROBLEMA EN EL SISTEMA DE VERNIER Y MESA DESLIZABLE	Falta de lubricación o desgaste de las vías	Mantenimiento del sistema mecánico
PROBLEMA EN EL SISTEMA ÓPTICO (oculares, primas, objetivos y condensador)	Falta de limpieza en el sistema óptico	Limpieza o reemplazo según corresponda
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 750 - S/4500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Microscopio Binocular.

4.4.2. Centrifuga:

Tabla N°06

Mantenimientos de Centrifuga:


CENTRÍFUGA		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: MPW</p> <p>MODELO: MPW- 352</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Revisión del estado del equipo en general.
	Paso 4	Limpieza interna y externa general.
	Paso 5	Verificación del funcionamiento del motor (Rodaje, Bobina)
	Paso 6	Verificación de componentes de la placa electrónica. (componentes mecánicos, integrados electrónicos, sensores)
	Paso 7	Verificación de chapa de cierre.
	Paso 8	Verificación de las condiciones de cierre y de hermeticidad.
	Paso 9	Montaje general.
Paso 10	Prueba de operatividad. (Es indispensable realizar pruebas con tacómetro digital).	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 450 - S/1200 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO CENTRIFUGA	Carbones desgastados	Reemplazar Carbones
EQUIPO VIBRA	Rodajes desgastados	Reemplazar Rodajes
	Peso no proporcional	Equilibrar peso (Capilares o tubos)
EQUIPO NO CONTABILIZA EL TIEMPO	Falla en el temporizador	Reemplazar temporizador
EQUIPO NO ENCIENDE	Fuente de alimentación	Reemplazar o sustituir fuente de alimentación
PROBLEMA EN EL CERRADO DEL EQUIPO	Chapa eléctrica defectuosa	Reemplazar Solenoide o sustituir la chapa defectuosa
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 600 - S/2500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de una Centrifuga.

4.4.3. Espectrofotómetro Visible:

Tabla N°07

Mantenimientos de Espectrofotómetro Visible:


ESPECTROFOTÓMETRO VISIBLE		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: BOECO</p> <p>MODELO: Único</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Verificación del estado de la lámpara.
	Paso 5	Alineamiento de la fuente de luz.
	Paso 6	Limpieza de la celda de flujo.
	Paso 7	Montaje general.
	Paso 8	Prueba de operatividad.
	COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO	S/ 600 - S/1400 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO ENCIENDE	Falla de la fuente de alimentación	Reemplazar fuente de alimentación o sustituir componente defectuoso
EQUIPO REALIZA LECTURAS ERRONEAS	Lámpara defectuosa	Reemplazar Lámpara
	Celda de flujo obstruida	Limpieza de la celda de flujo
	Filtros espectrales contaminados	Reemplazar filtro
	Cubeta contaminada	Reemplazar cubeta
	Desalineamiento del haz de luz	Calibración o alineamiento de la lámpara
EQUIPO MUESTRA MENSAJE DE ERROR	Mainboard defectuosa	Reemplazar Mainboard
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 800 - S/2500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Espectrofotómetro Visible

4.4.4. Baño de Agua María Biológico:

Tabla N°08

Mantenimientos de Baño De Agua María Biológico:


BAÑO DE AGUA MARÍA BIOLÓGICO		
 <p>Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: LONER</p> <p>MODELO: BML-80Lts</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Limpieza de la cámara de trabajo y bandeja
	Paso 5	Verificación del control de temperatura
	Paso 6	Verificación de temporizador
	Paso 7	Verificación de la resistencia calefactora
	Paso 8	Verificación y Limpieza del cable de alimentación
	Paso 9	Verificación del sensor de temperatura
	Paso 10	Verificación del termostato
	Paso 11	Montaje general.
Paso 12	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 250 - S/850 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO CALIENTA	Falla en el control de temperatura	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Falla en la resistencia calefactora	Reemplazar resistencia calefactora
	Termostato abierto	Activar Termostato
EQUIPO NO CONTROLA TEMPERATURA	Falla en el control de temperatura	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Falla en el sensor de temperatura	Reemplazar sensor de temperatura
EQUIPO NO CONTROLA EL TIEMPO	Falla en el temporizador	Reemplazar temporizador
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 650 - S/1800 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Baño de Agua María Biológico

4.4.5. Incubadora Biológica:

Tabla N°09

Mantenimientos de Incubadora Biológica:


INCUBADORA BIOLÓGICA		
 <p>AREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: HERAEUS - KENDRO</p> <p>MODELO: B6-56042301</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Mantenimiento de la cámara de trabajo
	Paso 5	Verificación del estado del sensor de temperatura (PT100)
	Paso 6	Verificación del control de temperatura
	Paso 7	Verificación de temporizador
	Paso 8	Verificación de la resistencia calefactora
	Paso 9	Verificación y Limpieza del cable de alimentación
	Paso 10	Mantenimiento de la escotilla de ventilación
	Paso 11	Montaje general.
Paso 12	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 450 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO CALIENTA	Falla en el control de temperatura	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Falla en la resistencia calefactora	Reemplazar resistencia calefactora
EQUIPO NO CONTROLA TEMPERATURA	Falla en el control de temperatura	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Falla en el sensor de temperatura	Reemplazar sensor de temperatura
EQUIPO NO CONTROLA EL TIEMPO	Falla en el temporizador	Reemplazar temporizador
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 650 - S/1800 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de una Incubadora Biológica.

4.4.6. Rotador Serológico:

Tabla N°10

Mantenimientos de Rotador Serológico:


ROTADOR SEROLÓGICO		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: BOECO</p> <p>MODELO: WS3500</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Verificación de funcionamiento del motor vibrador
	Paso 5	Verificación del Timmer y Dimmer
	Paso 6	Verificación del teclado
	Paso 7	Verificación de la faja
	Paso 8	Montaje general.
Paso 9	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 250 - S/400 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
NO ENCIENDE EL EQUIPO	Fusible abierto	Reemplazar Fusible
	Falla en la fuente de alimentación	Reemplazar fuente de alimentación
NO GENERA MOVIMIENTO EN LA PLATAFORMA	Faja desgastada y/o estirada	Reemplazar Faja
	Motor defectuoso	Reemplazar Motor
	Timmer defectuoso	Reemplazar Timmer
	Dimmer defectuoso	Reemplazar Dimmer
NO REGULA VELOCIDAD	Dimmer defectuoso	Reemplazar Dimmer
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 300 - S/550 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Rotador Serológico.

4.4.7. Analizador Bioquímico Semi Automatizado:

Tabla N°11

Mantenimientos de Analizador Bioquímico Semi Automatizado:

ANALIZADOR BIOQUÍMICO SEMI AUTOMATIZADO		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: ERBA Mannheim</p> <p>MODELO: CHEM 5 V3</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Verificación de Mainboard.
	Paso 5	Verificación de fuente de alimentación.
	Paso 6	Verificación de filtros espectrales.
	Paso 7	Verificación de lámpara halógena.
	Paso 8	Verificación de Mangueras.
	Paso 9	Verificación de bomba peristáltica.
	Paso 10	Montaje general.
Paso 11	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 350 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO ENCIENDE	Fusible abierto	Reemplazar pieza defectuosa
	Fuente de alimentación defectuosa.	Reemplazar pieza defectuosa
RESULTADOS ERRÓNEOS	Lámpara halógena defectuosa	Sustituir lámpara halógena.
	Filtros contaminados	Sustituir filtros
	Lámpara desalineada	Calibrar la lámpara.
	Celda de flujo obstruida	Limpieza Celda de flujo
GOTEA POR LA MANGUERA DE ASPIRACIÓN	Fuga en alguna de las mangueras	Sustituir mangueras
	Manguera de bomba peristáltica esta deformada	Sustituir Manguera de bomba peristáltica
NO ESTABILIZA LA TEMPERATURA DE LA LÁMPARA	Falla del sensor de temperatura	Sustituir sensor de temperatura
	Celda peltier defectuosa.	Sustituir Celda peltier
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 750 - S/3.500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Analizador Bioquímico Semi Automatizado.

4.4.8. Analizador Hematológico Semi Automatizado:

Tabla N°12

Mantenimientos de Analizador Hematológico Semi Automatizado:


ANALIZADOR HEMATOLÓGICO SEMI AUTOMATIZADO		
 <p>ÁREA: Laboratorio Clínico</p> <p>MARCA: RAYTO</p> <p>MODELO: RT-7600</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Limpieza del box de la jeringa.
	Paso 5	Verificación y limpieza de las cámaras de glóbulos WBC y RBC.
	Paso 6	Verificación de funcionamiento de las electroválvulas.
	Paso 7	Permeabilizado de mangueras.
	Paso 8	Verificación y limpieza de la fuente de alimentación.
	Paso 9	Verificación de la bomba de aspiración y de desechos.
	Paso 10	Montaje general.
Paso 11	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 350 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
LECTURAS ERRÓNEAS	Box de jeringa sucia	Limpieza y cambio de oring's
	Cámaras de glóbulos defectuosos	Limpieza de las cámaras de glóbulos o reemplazo
	Manguera obstruida	Limpieza de mangueras con lejía
	Reactivos vencidos o contaminados	Reemplazo de reactivos.
EQUIPO NO ENCIENDE	Fuente de alimentación defectuosa	Reemplazo o reparación de la fuente de alimentación.
EQUIPO NO GUARDA FECHA, HORA Y CALIBRACIONES	Batería baja de la RTC	Reemplazo de la batería RTC.
EQUIPO NO INICIALIZA	Actualización de software interrumpido	Reinstalación de software
	Mainboard defectuosa	Reemplazo o reparación de la mainboard.
EQUIPO ABORTA EL ANALISIS	Electroválvula defectuosa	Reemplazo de la electroválvula
	Mainboard defectuosa	Reemplazo o reparación de la mainboard.
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 750 - S/5500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Analizador Bioquímico Semi Automatizado.

4.4.9. Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco:

Tabla N°13

Mantenimientos de Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco:


ESTERILIZADOR ELÉCTRICO DE AIRE CALIENTE SECO		
 <p>ÁREA: Central de Esterilización</p> <p>MARCA: MEMMERT</p> <p>MODELO: ULE-400</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Mantenimiento de la cámara de trabajo
	Paso 5	Verificación del estado del sensor de temperatura (PT100)
	Paso 6	Verificación del control de temperatura
	Paso 7	Verificación de temporizador
	Paso 8	Verificación de la resistencia calefactora
	Paso 9	Verificación y Limpieza del cable de alimentación
	Paso 10	Mantenimiento de la escotilla de ventilación
Paso 11	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 450 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EQUIPO NO CALIENTA	Falla en el control de temperatura	Reemplazo del control de temperatura o sustituir componente defectuoso.
	Falla en la resistencia calefactora	Reemplazo de resistencia calefactora.
EQUIPO NO CONTROLA TEMPERATURA	Falla en el control de temperatura	Reemplazo del control de temperatura o sustituir componente defectuoso.
	Falla en el sensor de temperatura	Reemplazo del sensor de temperatura.
EQUIPO NO CONTROLA EL TIEMPO	Falla en el temporizador	Reemplazo del temporizador o sustituir componente defectuosa
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 750 - S/3500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Esterilizador Eléctrico de Aire Caliente Seco.

4.4.10. Autoclave Vertical:

Tabla N°14

Mantenimientos de Autoclave Vertical:


AUTOCLAVE VERTICAL		
 <p>ÁREA: Central de Esterilización</p> <p>MARCA: LONER</p> <p>MODELO: AVL-120L</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Mantenimiento de la cámara de trabajo
	Paso 5	Verificación del estado del sensor de temperatura (PT100)
	Paso 6	Verificación del control de temperatura
	Paso 7	Verificación de temporizador
	Paso 8	Verificación de la resistencia calefactora
	Paso 9	Verificación del manómetro
	Paso 10	Verificación de las válvulas de aireación y de seguridad.
	Paso 11	Montaje general.
Paso 12	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 350 - S/500 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
NO SUBE LA PRESIÓN / TEMPERATURA	Válvula de aireación obstruida o descalibrada.	Limpieza y Calibración
	Control de temperatura defectuoso	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Sensor de temperatura defectuoso	Reemplazo del sensor de temperatura
EQUIPO NO CALIENTA (Cuando Permanece en Temperatura Ambiente)	Resistencia calefactora defectuosa	Reemplazo de resistencia calefactora
	Control de temperatura defectuoso	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
TEMPERATURA INESTABLE	Voltaje de entrada inestable	Instalar un transformador de aislamiento y estabilizador o un protector de voltaje.
	Control de temperatura defectuoso	Reemplazar control de temperatura o sustituir componente defectuoso
	Sensor de temperatura defectuoso	Reemplazo del sensor de temperatura.
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 500 - S/3500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de una Autoclave Vertical.

4.4.11. Destilador de Agua:

Tabla N°15

Mantenimientos de Destilador de Agua:


DESTILADOR DE AGUA		
 <p>AREA: Central de Esterilización</p> <p>MARCA: BOECO</p> <p>MODELO: WS3500</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Verificación de la resistencia calefactora
	Paso 5	Verificación de los sensores de nivel
	Paso 6	Verificación del termostato de seguridad
	Paso 7	Verificación del contactor
	Paso 8	Permeabilizado de mangueras
	Paso 9	Verificación de electroválvula de ingreso de agua.
	Paso 10	Montaje general.
Paso 11	Prueba de operatividad.	
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 550 - S/750 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EL EQUIPO NO DESTILA (NO CALIENTA)	Termostato de seguridad activado (por ausencia de agua)	Desactivar el termostato de seguridad.
	Sensor de nivel defectuoso	Reemplazo del sensor de nivel.
	Contactor defectuoso	Reemplazo del contactor.
	Electroválvula defectuosa	Reemplazo de electroválvula.
	Resistencia calefactora defectuosa	Reemplazo de la resistencia calefactora.
REBALSA EL AGUA DESTILADA	Sensor de nivel defectuoso	Reemplazo de Sensor de nivel.
NO INGRESA AGUA A LA CÁMARA DE DESTILACIÓN	Electroválvula defectuosa	Reemplazo de electroválvula.
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 750 - S/4500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Destilador de Agua.

4.4.12. Ecógrafo:

Tabla N°16

Mantenimientos de Ecógrafo:

ECÓGRAFO		
 <p>ÁREA: Obstetricia</p> <p>MARCA: SAMSUNG</p> <p>MODELO: HS40</p> <p>CORRIENTE: 220 voltios, 60 Hz</p>	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	PASOS	ACCIÓN
	Paso 1	Prueba del estado inicial.
	Paso 2	Desmontaje general.
	Paso 3	Limpieza interna y externa general.
	Paso 4	Verificación de la fuente de alimentación
	Paso 5	Verificación de la mainboard y sus accesorios (memoria RAM, disco duro, etc.).
	Paso 6	Verificación de pantalla
	Paso 7	Verificación de panel de control (Teclado)
	Paso 9	Verificación de conectividad y operatividad de transductores (Lineal, convexo y endocavitario)
	Paso 10	Montaje general.
	Paso 11	Prueba de operatividad.
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 350 - S/950 (Variación según Marca y Modelo)
MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
PROBLEMAS FRECUENTES	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
Imagen lluviosa o distorsionada	Cristales del transductor destrozados	Reemplazar transductor
	Cable de señal defectuoso	Reemplazar cable
	Transductor defectuoso	Reemplazar transductor
Equipo no enciende	Mainboard defectuosa	reemplazar o sustituir componente defectuoso
	Fuente de alimentación defectuosa	reemplazar o sustituir componente defectuoso
Equipo enciende por un corto periodo de tiempo.	Fuente de alimentación defectuosa	reemplazar o sustituir componente defectuoso
	Falta de mantenimiento en el hardware o problemas con el software.	Limpieza a detalle / reinstalar software necesario
Emite un pitido al encender	Tarjeta gráfica defectuosa	Reemplazar tarjeta grafica
COSTO APROXIMADO DE MANTENIMIENTO		S/ 950 - S/4500 (Variación según Falla, Marca y Modelo)

Nota: Esta tabla muestra los tipos de mantenimientos, sus costos aproximados y las posibles soluciones de los problemas más frecuentes de un Ecógrafo.

4.5. Análisis e Interpretación de Resultados

Para realizar el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el hospital belén de Trujillo, se solicitó al área de mantenimiento de dicha institución la cantidad de fallas reportadas durante el año 2023, posteriormente a la información recopilada se realizó un Diagrama de Pareto (**Tabla N°03 – Porcentaje de fallas Anuales por Área / Gráfico 01. Diagrama Pareto**) que nos indica que el 35% de las fallas son en Laboratorio, el 21% Central de Esterilización y el 19% en Obstetricia, las áreas antes mencionadas serían el 75% de las fallas por lo que consideramos estos equipos como la muestra para trabajar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo buscando evitar la inactividad de los mismos.

Luego se realizó un Diagrama Ishikawa (**Gráfico 03. Diagrama Ishikawa**) para encontrar las causas que originan las fallas en los equipos, este diagrama nos permitió ver las causas que originan las fallas en los equipos y demuestra lo importante de la capacitación, planificación y organización en el área de mantenimiento, este manual les podrá ayudar a poder organizarse o capacitar al personal ya existente o nuevo que ingrese.

Por lo antes mencionado en el manual realizado en base de los 12 equipos de muestra, podemos ver que los costos de los mantenimientos correctivos pueden fluctuar según la problemática del equipo o el tiempo en que se realice el mantenimiento preventivo.

Se consideraron rangos aproximados de los costos de mantenimiento (**Tabla N°16 - Costo de Mantenimientos**) los cuales demuestran que económicamente existe una variación si se realiza un mantenimiento preventivo a tiempo o si se espera a que el equipo presente fallas que generaría un mayor costo debido a que ya estaríamos hablando de un mantenimiento correctivo y el costo variará según la falla.

Tabla N°17

Costo de Mantenimientos:

	EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO			COSTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO			(AHORRO APROXIMADO)
		MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTOS
1	Microscopio Binocular	S/ 350.00	S/ 750.00	S/ 550.00	S/ 750.00	S/ 4,500.00	S/ 2,625.00	S/ 2,075.00
2	Centrífugas	S/ 450.00	S/ 1,200.00	S/ 825.00	S/ 600.00	S/ 2,500.00	S/ 1,550.00	S/ 725.00
3	Espectrofotómetro Visible	S/ 600.00	S/ 1,400.00	S/ 1,000.00	S/ 800.00	S/ 2,500.00	S/ 1,650.00	S/ 650.00
4	Baño de Agua María Biológico	S/ 250.00	S/ 850.00	S/ 550.00	S/ 650.00	S/ 1,800.00	S/ 1,225.00	S/ 675.00
5	Incubadora Biológica	S/ 450.00	S/ 750.00	S/ 600.00	S/ 650.00	S/ 1,800.00	S/ 1,225.00	S/ 625.00
6	Rotador serológico	S/ 250.00	S/ 400.00	S/ 325.00	S/ 300.00	S/ 550.00	S/ 425.00	S/ 100.00
7	Analizador Bioquímico Semi Automatizado	S/ 350.00	S/ 750.00	S/ 550.00	S/ 750.00	S/ 3,500.00	S/ 2,125.00	S/ 1,575.00
8	Analizador Hematológico Semi Automatizado	S/ 350.00	S/ 750.00	S/ 550.00	S/ 750.00	S/ 5,500.00	S/ 3,125.00	S/ 2,575.00
9	Esterilizador Eléctrico de aire caliente seco	S/ 450.00	S/ 750.00	S/ 600.00	S/ 750.00	S/ 3,500.00	S/ 2,125.00	S/ 1,525.00
10	Autoclave Vertical	S/ 350.00	S/ 500.00	S/ 425.00	S/ 500.00	S/ 3,500.00	S/ 2,000.00	S/ 1,575.00
11	Destilador de Agua	S/ 550.00	S/ 750.00	S/ 650.00	S/ 750.00	S/ 4,500.00	S/ 2,625.00	S/ 1,975.00
12	Ecógrafo	S/ 350.00	S/ 950.00	S/ 650.00	S/ 950.00	S/ 4,500.00	S/ 2,725.00	S/ 2,075.00

Nota: Esta tabla muestra la comparación de los costos aproximados de los mantenimientos preventivo y correctivo por cada equipo biomédico mencionado en el manual.

4.6. Docimasia de Hipótesis

$X \rightarrow F \rightarrow Y$

X : Equipos biomédicos en mal estado

F : Manual de procedimientos de mantenimiento

Y : Equipos operativos

H₁ = Existe relación significativa entre el desarrollo de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos y la solución de fallas en los equipos.

H₀ = No existe relación entre el desarrollo de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos y la solución de fallas en los equipos.

El nivel de significación = 0.05

Nivel de confiabilidad 95%

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Con la encuesta realizada al personal encargado del área pudimos obtener su punto de vista y así poder obtener mayor información del proceso de mantenimiento de los equipos biomédicos; existen varios tipos de encuestas; Horna Muguerza, F. A. J. (2020), realizaron una encuesta de Likert que les permitió obtener los diferentes puntos de vista de las personas que realizan trabajos en el rubro del mantenimiento de equipos biomédicos.
- Identificamos las áreas con más cantidad de fallas registradas con el uso de la metodología de Pareto; Santiago Zambrano, A. G. (2021), utilizaron diagramas de Pareto para determinar los puntos críticos y así disminuir los porcentajes de viáticos, mano de obra y gastos logísticos.
- Las posibles fallas o problemas que tenían los equipos biomédicos del hospital Belén de Trujillo fueron identificados con el uso de la metodología de Ishikawa; Machaca, T. & Portugal, R. (2018), realizaron un diagrama de causa – efecto, identificando las posibles causas y demostrando que todo problema tiene un motivo.
- La descripción de las fallas y sus posibles soluciones fueron identificadas en las recomendaciones de los fabricantes, fichas técnicas e información histórica de los equipos; Herrera Claro, O. M. (2018), utilizan la información de fichas técnicas para maximizar la información de los mantenimientos efectuados, mejorando la eficiencia en estas actividades.

CONCLUSIONES

- Al diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento de equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo, obtuvimos que el 50% de usuarios conoce el cuidado del equipo y que el 50% no tiene acceso a los manuales de los equipos, por lo que es importante la existencia de un manual a disposición del área para realizar los mantenimientos preventivos a tiempo.
- Se logró describir los principales problemas que existen en los equipos biomédicos más usados de acuerdo a nuestra experiencia y antecedentes nacionales, para los cuales utilizamos la metodología de Pareto y la metodología de Ishikawa donde obtuvimos las causas, efectos y que equipos eran los más frecuentes a revisar.
- Se desarrolló y se puso a prueba el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo, logrando la aprobación del personal.
- Se determinó los costos y beneficios de realizar el manual de mantenimiento de equipos biomédicos en el hospital Belén de Trujillo, realizando una tabla de comparación de costos aproximados de los mantenimientos preventivos y correctivos por cada equipo biomédico mencionado en el manual.

RECOMENDACIONES

- Realizar una actualización de información anual, agregando nuevas causas y efectos a fin de mapear futuras soluciones y/o agregar las fallas mas frecuentes de nuevos equipos.
- Llevar a cabo un análisis costo-beneficio para evaluar la eficiencia del manual, de esta manera poder generar una mejora continua año a año según la nueva realidad problemática, teniendo en cuenta los gastos iniciales y los ahorros a largo plazo.
- Se recomienda el uso de herramientas digitales y software de gestión para aplicar el manual, considerando la integración con sistemas de gestión hospitalaria, también integrar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y análisis predictivo para mejorar el mantenimiento preventivo y reducir fallos imprevistos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos Mijahuanca, L. M., Cruz Julca, L. W. & Rivera Chávez, C. (2021). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los Equipos Biomédicos del área UCI COVID de un hospital de la ciudad de Piura (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Piura. Ubicación: Piura – Perú.
- Cataño, G (2020). Plan de Mejora Para la Gestión de la Tecnología de Equipos Biomédicos en la Empresa SALUDTREC S.A.S (Tesis de pre grado). Universidad de Antioquia. Ubicación: Medellín - Colombia.
- Costta, G. & Gustavo, J. (2015). Elaboración de un plan de mejora para el mantenimiento preventivo en los sistemas de aire acondicionado de la red de telefónica del Perú zona norte (Tesis de pre grado). Universidad Privada Antenor Orrego. Ubicación: Trujillo - Perú.
- Herrera Claro, O. M. (2018). Implementación de un Plan de Mantenimiento a la Empresa ELECTROAUTOMATISMOS.ST, para los Equipos Biomédicos a su cargo (Tesis de pre grado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ubicación: Ocaña – Colombia.
- Horna Muguerza, F. A. J. (2020). Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén (Tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Chepén – Perú
- Lecca, S. & Zavaleta, M. (2018). Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos del área de emergencia del Hospital Regional Docente de Trujillo – 2018 (Tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Trujillo – Perú.
- Machaca, T. & Portugal, R. (2018). Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica (Tesis de pre grado). Universidad Católica San Pablo. Ubicación: Arequipa - Perú.
- Machaca, T. & Portugal, R. (2018). Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica (Tesis de pre grado). Universidad Católica San Pablo. Ubicación: Arequipa – Perú.
- Mora, A. (1990). Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de

tecnologías avanzadas. Aplicación a las empresas del área de Medellín, Colombia (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Ubicación: España.

- Mora, A. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. L.Buitrago, https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1_
- Muñoz Pachon, A. M. (2018). Diagnóstico, mantenimiento y repotenciación en equipos biomédicos de centrifugación de laboratorio de la Clínica Belén De Fusagasuga. (Tesis de pre grado). Universidad de Cundinamarca. Ubicación: Fusagasuga – Colombia.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241501538>
- Orrego Guerrero, L. F. (2022). Gestión administrativa y procedimientos de mantenimiento de equipos biomédicos de hemodiálisis del Hospital Nacional Hipólito Unanue, El Agustino 2021 (Tesis de pre grado). Universidad Cesar Vallejo. Ubicación: Lima – Perú.
- Santiago Zambrano, A. G. (2021). Mejora de los procesos en el servicio de mantenimiento para reducir los altos costos en la intervención de equipos biomédicos de la empresa Make and Solution EIRL en el Hospital Regional de Tumbes (Tesis de pre grado). Universidad Privada del Norte. Ubicación: Lima – Perú

ANEXOS

ENCUESTA

DATOS PERSONALES

Nombres y Apellidos : _____

Profesión : _____

Institución, Empresa o lugar de trabajo : _____

RESPONDER LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

1. ¿El lugar en donde se encuentran los equipos médicos, es un ambiente fresco y limpio?

(Ecógrafo, analizador hematológico, analizador bioquímico, centrífuga y microscopio)

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO

2. ¿El usuario, técnico o personal de mantenimiento conoce el cuidado de los equipos?

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO

3. ¿El hospital, centro de salud o puesto de salud cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos médicos?

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO

4. ¿El personal de mantenimiento y/o técnico están capacitados para realizar un mantenimiento preventivo?

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO

5. ¿El personal de mantenimiento está capacitado ante la llegada de un equipo nuevo?

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO
<input type="checkbox"/>	AVECES

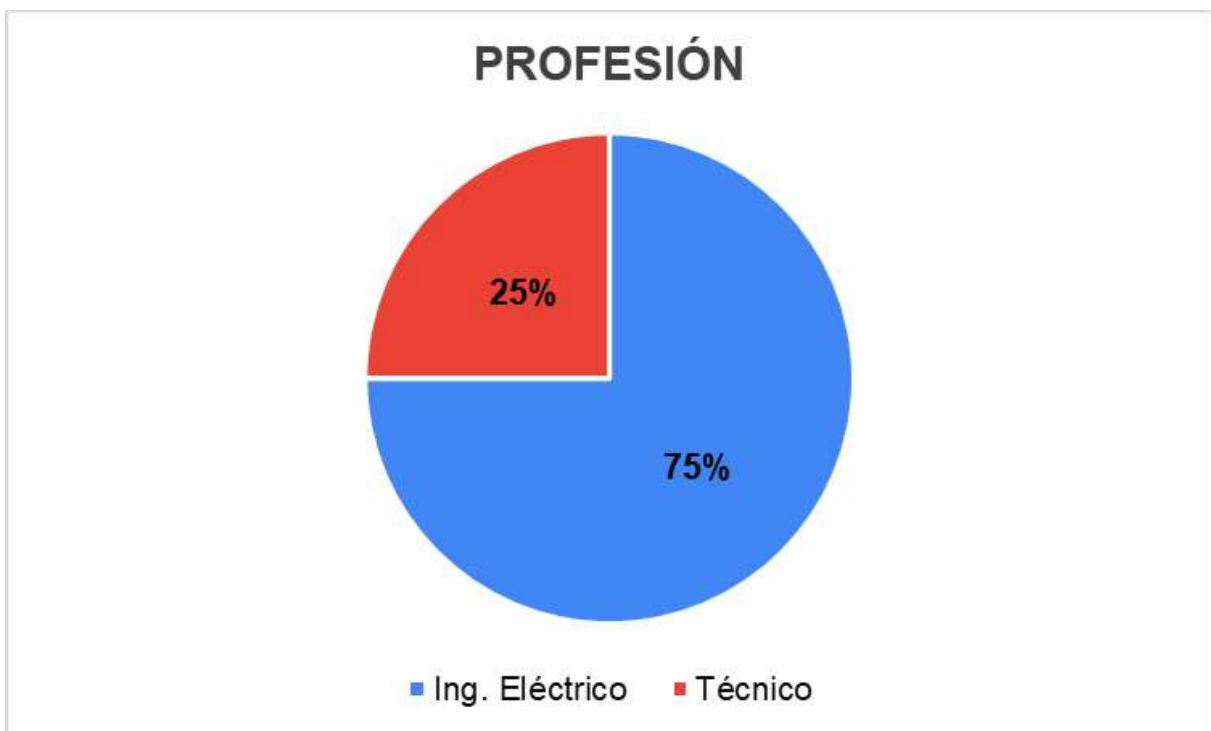
6. ¿El personal de mantenimiento tiene dificultad para conseguir repuestos?

<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO
<input type="checkbox"/>	AVECES

7. El personal de mantenimiento tiene acceso a los manuales de los equipos médicos ?

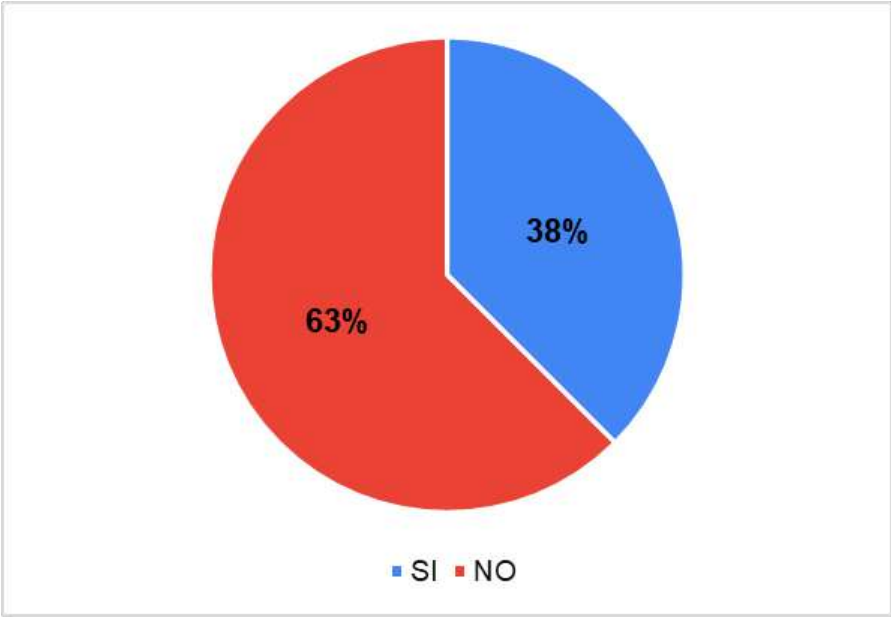
<input type="checkbox"/>	SI
<input type="checkbox"/>	NO
<input type="checkbox"/>	EN ALGUNOS CASOS

Gráfico 1: Carrera de los encuestados



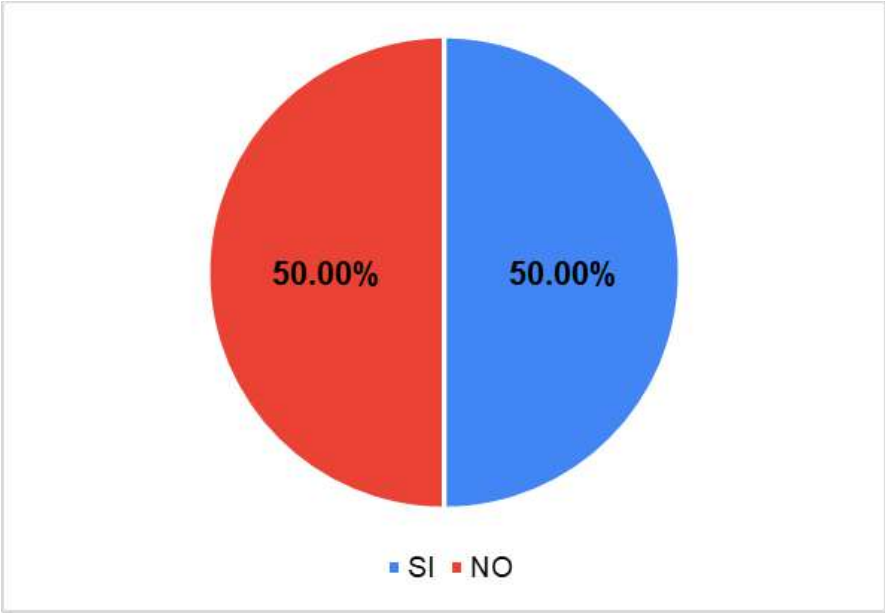
Nota: El gráfico representa que el 25% de encuestados son Técnicos y el 75% Ing. Electrónico.

Gráfico 2: ¿El lugar en donde se encuentran los equipos médicos, en un ambiente fresco y limpio?



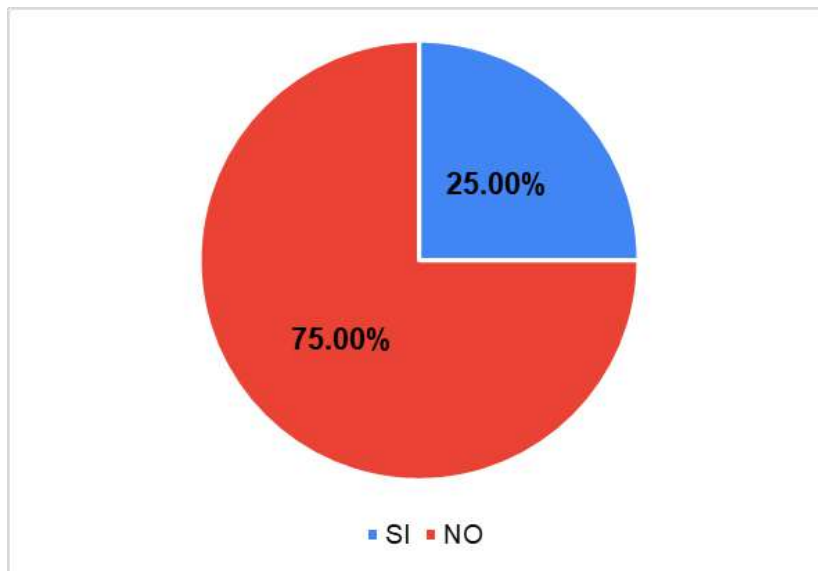
Nota: El gráfico muestra que el 38% de encuestados indican que los equipos médicos si se encuentran en un ambiente fresco y limpio, mientras que el 63% indican que no.

Gráfico 3: ¿El usuario, tecnólogo o personal de mantenimiento conoce el cuidado de los equipos?



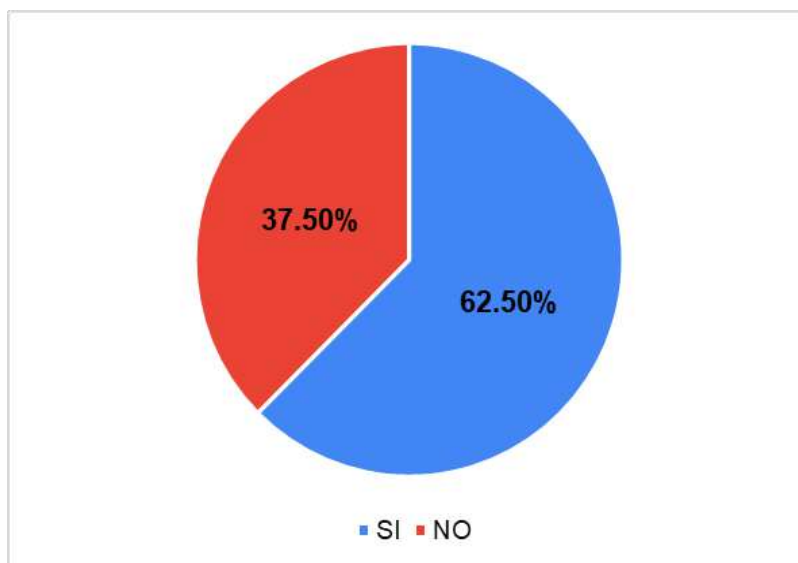
Nota: El gráfico muestra que el 50% de encuestados indican que personal de mantenimiento conoce el cuidado de los equipos, mientras que el 50% indican que no.

Gráfico 4: ¿El hospital, centro de salud o puesto de salud cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos médicos?



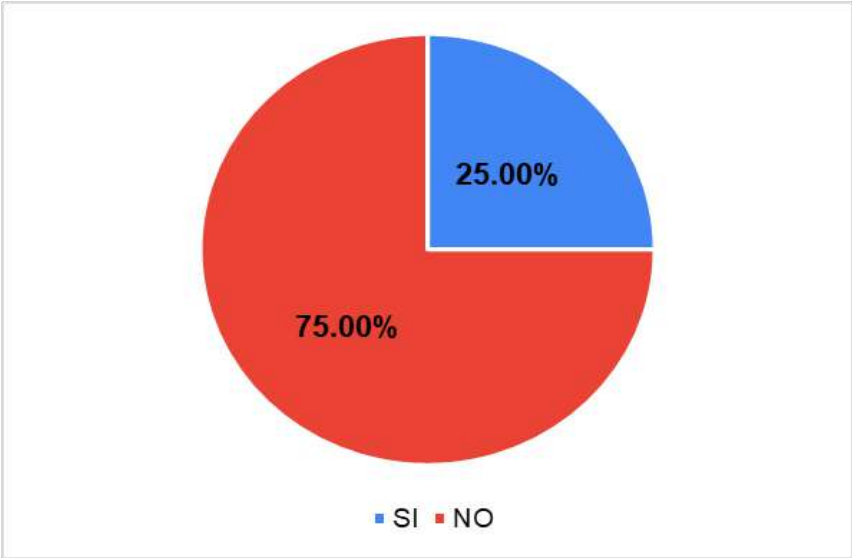
Nota: El gráfico muestra que el 25% de encuestados indican que su centro de salud si cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos médicos, mientras que el 75% indican que no.

Gráfico 5: ¿El personal de mantenimiento y/o tecnólogo están capacitados para realizar un mantenimiento preventivo?



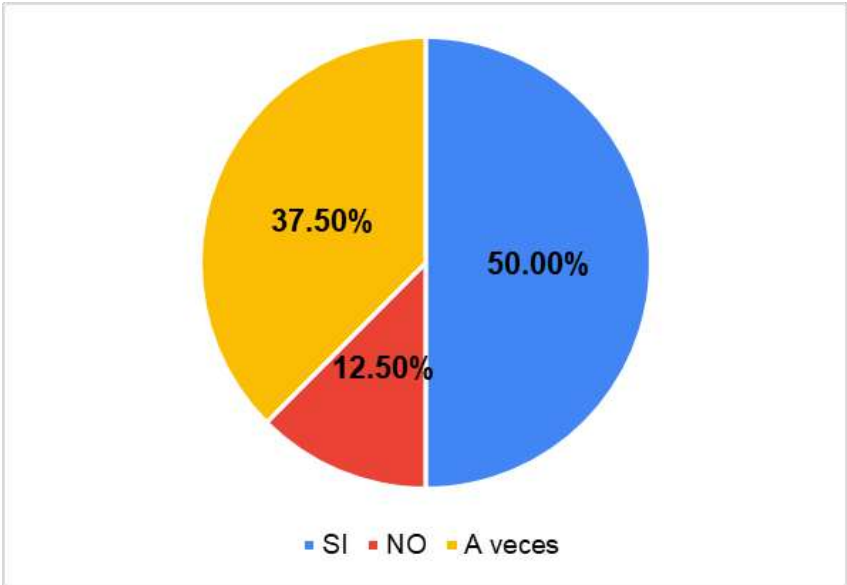
Nota: El gráfico muestra que el 62.50% de encuestados indican que el personal de mantenimiento si están capacitados para realizar un mantenimiento preventivo, mientras que el 37.50% indican que no.

Gráfico 6: ¿El personal de mantenimiento es capacitado ante la llegada de un equipo nuevo?



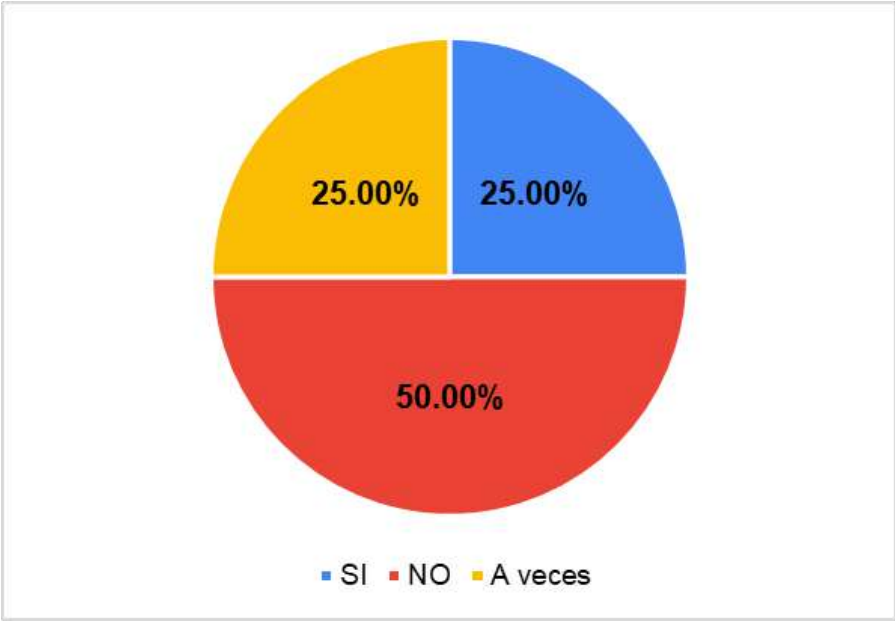
Nota: El gráfico muestra que el 25% de encuestados indican que el personal de mantenimiento si es capacitado ante la llegada de un equipo nuevo, mientras que el 75% indican que no.

Gráfico 7: ¿El personal de mantenimiento tiene dificultad para conseguir repuestos?



Nota: El gráfico muestra que el 50% de encuestados indican que el personal de mantenimiento tiene dificultad para conseguir repuestos, el 12.50% indican que no y el 37.50% indica que a veces.

Gráfico 8: ¿El personal de mantenimiento tiene acceso a los manuales de los equipos médicos?



Nota: El gráfico muestra que el 25% de encuestados indican que el personal de mantenimiento si tiene acceso a los manuales de los equipos médicos, el 50% indican que no y el 25% indica que a veces.

Acta de Aprobación del Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para Equipos Biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023

Yo, Nolberto Carlos Corcuera con DNI 80229215, confirmo que el manual de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos desarrollado por los tesisistas Julio César López Cuba y Oskar Guillermo Talavera Lujan, es viable ya que después de un análisis y discusión sobre el contenido del manual, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El manual proporciona una descripción detallada de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo para una variedad de equipos biomédicos utilizados en el Hospital Belén de Trujillo.
2. Los procedimientos descritos en el manual cumplen con las normativas y estándares internacionales de mantenimiento de equipos biomédicos, garantizando así la seguridad y eficiencia en el funcionamiento de los mismos.
3. Se han incluido instrucciones claras y precisas, para facilitar la comprensión y ejecución de los procedimientos de mantenimiento por parte del personal técnico.
4. Se ha establecido un programa de capacitación para el personal encargado de llevar a cabo el mantenimiento de los equipos, con el fin de asegurar su correcta implementación.

Por lo mencionado anteriormente, se aprueba el Manual de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para Equipos Biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo, ya que mantendrá en óptimas condiciones los equipos del hospital, dando un mejor servicio a los pacientes. Además, también beneficia a los profesionales de la salud al permitirles realizar diagnósticos más precisos y tratamientos más efectivos.

Atentamente,

REGION "LA LIBERTAD"
GERENCIA REGIONAL DE SALUD
HOSPITAL BELÉN DE TRUJILLO

Nolberto Corcuera Ordoñez
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

NORLBERTO CARLOS CORCUERA

DNI: 80229215