



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA  
EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ESSALUD-  
LAMBAYEQUE EN EL SERVICIO QUE BRINDA LA  
EMPRESA M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC**

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

**Autor (es):**

**Bach. Aznaran Guevara, Johnattan Arturo  
(Orcid:0000-0002-5272-169X)**

**Bach. Cumpa Asmat, Cintya Alejandra  
(Orcid.org/0000-0002-0260-6722)**

**Asesor:**

**MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario.  
(Orcid: 000-0003-1270-0402)**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente  
Pimentel – Perú  
2021**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS  
EQUIPOS DE ESSALUD- LAMBAYEQUE EN EL SERVICIO QUE BRINDA LA  
EMPRESA M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC**

**Aprobación del Jurado**

---

MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario  
**ASESOR**

---

Dr. Ramos Moscol, Mario Fernando  
**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

Mg. Larrea Colcado, Luis Roberto  
**SECRETARIO DEL JURADO**

---

MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario  
**VOCAL DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

A mi familia por el gran apoyo que siempre me brindan, por sus consejos a diario para poder crecer profesionalmente, sé que sin ustedes nada de esto se hubiera logrado, y a mi motivo especial Ibrahím por seguir dándole lo mejor, siempre serás mi motivo más grande para cumplir objetivo por objetivo. Los amo a todos!.

Aznaran Guevara, Johnattan Arturo

Agradezco a Dios, por permitirme seguir culminando etapas con alegría, fe. A mi familia por su apoyo incondicional y a mi, por la fuerza en seguir creciendo profesionalmente.

Cumpa Asmat, Cintya Alejandra

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecemos a Dios y nuestras mamas por su apoyo incondicional infinito.

A mi padre Leandro Aznarán, Sandra Aznarán y Carlos Aznarán por su gran ejemplo que demuestran día a día.

Aznaran Guevara Johnattan Arturo  
Cumpa Asmat, Cintya Alejandra

# **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ESSALUD- LAMBAYEQUE EN EL SERVICIO QUE BRINDA LA EMPRESA M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC- 2019**

## **MAINTENANCE MANAGEMENT TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF ESSALUD- LAMBAYEQUE TEAMS IN THE SERVICE PROVIDED BY THE COMPANY M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC- 2019**

**Johnattan Arturo Aznaran Guevara<sup>1</sup>**

**Cintya Alejandra Cumpa Asmat<sup>2</sup>**

### ***Resumen***

*La gestión del mantenimiento está tomando cada vez mayor importancia en las organizaciones, pues contribuye a optimizar la vida útil de los equipos mediante la oportuna y eficiente ejecución de las tareas programadas en función de las características propias de cada uno de ellos. MEDICAL SERVICE SAC es una empresa de servicio que cuenta con una lista de más de 826 equipos en cobertura a los cuales realizan el mantenimiento de manera mensual en los diferentes hospitales que tienen a su cargo, entre los equipos están: Microscopio Binocular, Aspirador de secreción Rodable, Esterilizador a vapor, Centrifugas, Nebulizadores, entre otros. Para la realización eficiente de su trabajo es muy importante que la disponibilidad de los mismos se encuentre por encima del 70% para así mejorar el el desempeño de la empresa evitando las constantes paradas y su mal funcionamiento. Como parte del trabajo se realizó un análisis de la gestión actual en el área de mantenimiento de la empresa, encontrando deficiente capacitación del personal, baja disponibilidad de los equipos, ausencia de un plan de mantenimiento, falta de control al personal, falta de inventarios de repuestos, entre otros. Por lo que se elaboró una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la empresa, incrementar la eficiencia de los equipos en un 2.7%.*

***Palabras clave:*** Gestión, Mantenimiento, Eficiencia, Disponibilidad, Rentabilidad, Calidad

---

<sup>1</sup> Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [aquevarajohna@crece.uss.edu.pe](mailto:aquevarajohna@crece.uss.edu.pe), código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5272-169X>

<sup>2</sup> Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [casmatcca@crece.uss.edu.pe](mailto:casmatcca@crece.uss.edu.pe), código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0260-6722>

## ***Abstract***

*Maintenance management is becoming increasingly important in organizations, as it contributes to optimizing the useful life of equipment through the timely and efficient execution of scheduled tasks based on the characteristics of each of them. MEDICAL SERVICE SAC is a service company that has a list of more than 826 teams in coverage which they perform maintenance on a monthly basis in the different hospitals they are in charge of, among the teams are: Binocular Microscope, Secretion Aspirator Rodable, Steam sterilizer, Centrifuges, Nebulizers, among others. For the efficient performance of your work it is very important that their availability is above 70% in order to improve the performance of the company avoiding constant stops and their malfunction. As part of the work, an analysis of the current management in the maintenance area of the company was carried out, finding deficient training of personnel, low availability of equipment, absence of a maintenance plan, lack of personnel control, lack of inventories of spare parts, among others. Therefore, a management proposal was developed that will allow optimizing the performance of the company, increasing the efficiency of the teams by 2.7%.*

**Keywords:** *Gestión, Mantenimiento, Eficiencia, Disponibilidad, Rentabilidad, Calidad*

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	21
1.3.1 Eficiencia .....	21
1.3.1.1 Defición de eficiencia.....	21
1.3.1.2 Tipos de eficiencia .....	22
1.3.1.3 Indicadores de eficiencia.....	22
1.3.2 Gestión de mantenimiento.....	24
1.3.2.1 Definición de mantenimiento y gestión de mantenimiento .....	24
1.3.2.2 Misión del mantenimiento .....	26
1.3.2.3 Actividades del Mantenimiento .....	27
1.3.2.4 Preparación de los trabajos.....	29
1.3.2.5 Tipos de mantenimiento.....	29
1.4. Formulación del Problema.....	40
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	40
1.6. Hipótesis.....	41
1.7. Objetivos.....	41
1.7.1 Objetivo General.....	41
1.7.2 Objetivos Específicos .....	41
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
2.1. Tipo y diseño de Investigación.....	43
2.1.1 Tipo de investigación .....	43
2.1.2 Diseño de investigación .....	43

2.2.	Población y muestra .....	43
2.2.1	Población .....	43
2.2.2	Muestra .....	43
2.3.	Variables y operacionalización .....	43
2.3.1	Variables.....	43
2.3.2	Operacionalización de variables.....	44
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 46	
2.5.	Procedimiento de análisis de datos .....	47
2.6.	Criterios éticos .....	47
2.7.	Criterios de Rigor Científico.....	48
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
3.1.	Diagnóstico de la Empresa.....	50
3.1.1	Información general .....	50
3.1.2	Descripción del proceso de Servicio .....	51
3.1.3	Análisis de la problemática .....	52
3.1.3.1	Resultados de la aplicación de los instrumentos .....	52
3.1.3.2	Herramientas de Diagnóstico.....	62
3.1.4	Situación Actual de la variable dependiente .....	63
3.2	Propuesta de Investigación .....	66
3.2.1	Objetivos de la propuesta .....	66
3.2.2	Fundamentación.....	66
3.2.3	Desarrollo de la propuesta.....	66
3.2.3.1	Plan de Mantenimiento.....	66
3.2.4	Situación de la variable dependiente con la propuesta .....	91
3.2.5	Análisis beneficio/Costo .....	93

<b>IV. CONCLUSIONES y recomendaciones.....</b>	<b>98</b>
REFERENCIAS.....	101
Anexos .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Doce principios de la Gestión de Mantenimiento.</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Operacionalización de la variable dependiente.</i> .....	44
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de la variable independiente.</i> .....	45
<b>Tabla 4</b> <i>Guía de observación</i> .....	60
<b>Tabla 5</b> <i>Información general del personal.</i> .....	61
<b>Tabla 6</b> <i>Disponibilidad actual</i> .....	64
<b>Tabla 7</b> <i>Calidad Actual.</i> .....	65
<b>Tabla 8</b> <i>Factores de criticidad</i> .....	69
<b>Tabla 9</b> <i>Determinación de la criticidad de los equipos</i> .....	71
<b>Tabla 10</b> <i>Determinación de la criticidad de los equipos (continuación)</i> .....	72
<b>Tabla 11</b> <i>Criticidad de los equipos.</i> .....	73
<b>Tabla 12</b> <i>Criticidad de los equipos (continuación)</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Descripción de equipos crític</i> .....	76
<b>Tabla 14</b> <i>Actividades que se realizan en el mantenimiento</i> .....	77
<b>Tabla 15</b> <i>Cronograma de mantenimiento.</i> .....	82
<b>Tabla 16</b> <i>Puntuación para el radar de las 5S antes de la propuesta.</i> .....	84
<b>Tabla 17</b> <i>Disponibilidad con la propuesta.</i> .....	91
<b>Tabla 18</b> <i>Calidad con la propuesta.</i> .....	92
<b>Tabla 19</b> <i>Análisis beneficio/costo.</i> .....	93
<b>Tabla 20</b> <i>Costos del mantenimiento correctivo.</i> .....	93
<b>Tabla 21</b> <i>Costos del mantenimiento preventivo.</i> .....	94
<b>Tabla 22</b> <i>Costos de implementación de las 5'S.</i> .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Objetivos del mantenimiento. ....	26
<b>Figura 2.</b> Objetivos del mantenimiento preventivo.....	30
<b>Figura 3.</b> Frentes de la confiabilidad operacional. ....	36
<b>Figura 4.</b> Estructura moderna del TPM.....	39
<b>Figura 5.</b> Expectativas del nivel de servicio. ....	39
<b>Figura 6.</b> Organigrama de la empresa M&M Biomedical Service. ....	51
<b>Figura 7.</b> El 35% de los médicos encuestados manifiesta que, si es eficaz el servicio y el 65%, responden que no, por lo que se debe mejorar. ....	52
<b>Figura 8.</b> Para determinar las causas y resolver los problemas, aproximadamente igual número de los colaboradores opinan que si existe un diálogo fluido. ....	53
<b>Figura 9.</b> Más del 60% de los encuestados manifiestan que los técnicos no cuentan con los conocimientos e instrumentos necesarios para realizar sus trabajos de mantenimiento; la tercera parte indican que sí, lo que debe preocupar a la empresa para lograr un mejor servicio. ....	53
<b>Figura 10.</b> Más del 60% de los encuestados informa que los técnicos de mantenimiento no cuentan siempre con los repuestos que necesitan para su trabajo. ....	54
<b>Figura 11.</b> De los 25 encuestados, el 78% está de acuerdo con la limpieza que dejan los técnicos de mantenimiento después de culminar sus actividades de mantenimiento, y al otro 22% no le parece bien como dejan los lugares al final de su trabajo.....	54
<b>Figura 12.</b> El 60% considera que se cometen errores en las tareas de mantenimiento, lo que perjudica el funcionamiento normal de los equipos, posiblemente sea necesario realizar capacitaciones al personal. ....	55
<b>Figura 13.</b> Más del 60% considera que los supervisores de la empresa no apoya a los técnicos en sus labores de mantenimiento, por lo que posiblemente se cometen algunos errores. ....	55
<b>Figura 14.</b> Aproximadamente las tres cuartas partes de los encuestados considera que no se planifican las tareas de mantenimiento, situación que se debe mejorar. ....	56

<b>Figura 15.</b> La mayor parte de los encuestados manifiesta que no existe un lugar específico para guardar las herramientas utilizadas en las tareas de mantenimiento, lo que retrasa los trabajos. ....	56
<b>Figura 16.</b> El 80% acepta que se trata con respeto, humildad e igualdad a los trabajadores de mantenimiento, por sus buenas relaciones con todo el personal. ....	57
<b>Figura 17.</b> El 71% de los médicos afirma que sí tienen acceso a los registros de los mantenimientos hechos a los equipos biomédicos mediante el Ingeniero Residente a cargo; casi la tercera parte manifiesta que no, porque sólo lo puede pedir el médico Jefe. ....	57
<b>Figura 18.</b> El 40% de los encuestados, guarda y registra la copia de OTM, que le dan los técnicos con la conformidad de las actividades que realizan, el otro 60% no tiene registro mensual del mantenimiento de los equipos de su área. ....	58
<b>Figura 19.</b> El 52% opina que está conforme con el servicio que realiza el personal de mantenimiento en el Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo de Lambayeque y el otro 48% manifiesta su disconformidad y que debería haber mejoras. ....	58
<b>Figura 20.</b> De los 25 encuestados el 88% está conforme con el trabajo que viene haciendo M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC en EsSalud- Lambayeque, y el 12% no está muy conforme. ....	59
<b>Figura 21.</b> Diagrama de Ishikawa de la empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC. ....	62
<b>Figura 22.</b> Matriz de criticidad con sus niveles. ....	70
<b>Figura 23.</b> Diagrama de Pareto de la criticidad de los equipos. ....	75
<b>Figura 24.</b> Registro de mantenimiento de los equipos biomédicos de Es salud. .	83
<b>Figura 25.</b> Radar de las 5S actual. ....	84
<b>Figura 26.</b> Tarjeta roja de las 5S. ....	86

# **CAPITULO I**

# **INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad Problemática

### Internacional

Se ha consultado un artículo científico elaborado en Colombia por Díaz, Villar, Rodríguez y Tamayo (2019) en el área de transportes de una universidad de Ecuador. En esta investigación plantean una metodología mediante la cual se pueda diagnosticar la gestión del mantenimiento, que se pueda aplicar a cualquier empresa ya sea de producción o de servicios. Dicha metodología fue denominada Metodología por Criterios Diagnósticos, constituida por 5 áreas funcionales, 21 dimensiones, 38 criterios y 186 criterios de diagnóstico. Manifiestan que su aplicación es muy simple y aplicable a todo tipo de empresas en el campo de acción del mantenimiento.

Verena y Peña (2016) en la Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente resalta que los errores y las paralizaciones de los sistemas eléctricos afectan el buen funcionamiento, así como la eficiencia eléctrica, por no tener una planificación (correctivo), programación(preventivo) y ejecución(predictivo) de las actividades. Consideran que es de gran importancia la adecuada gestión de mantenimiento para que las empresas de este rubro puedan trabajar eficientemente y así logren reducir las interrupciones y consecuentemente tener una mejor aceptación de sus usuarios. Además, son de opinión que la planificación de los servicios que brindan estas empresas deben complementarse con las tareas de seguimiento y control para así lograr la eficiencia del servicio.

El diario Turismo530 afirmó que empresas de aviación en busca de la eficiencia decidieron realizar una inversión de más de 11 millones de dólares para financiar un importante y novedoso proyecto de gestión de mantenimiento que incluía la trazabilidad de las piezas de recambio, con lo que lograron mejorar la operatividad de sus unidades, brindar mayor seguridad y reducir costos en tareas que antes se hacían con menor eficiencia.

En un trabajo de investigación elaborado por Vargas (2017) trabaja el tema de mantenimiento en un hospital público de Costa Rica, manifestando que existe en dicha institución problemas de falta de procesos de gestión que considere un mantenimiento normalizado, por lo que hace la propuesta de un modelo que integre

y oriente las subáreas, involucrando a todos los niveles de la administración. Considera que utilizando la técnica del Balanced Scorecard se consigue hacer una buena medición de la gestión de mantenimiento, lo que permite a la institución definir las metas, procesos y estrategias para conseguir la mejora continua.

## **Nacional**

El diario El Comercio presenta un artículo en el cual sugiere que la utilización de la tecnología y otros servicios son relevantes para la mejora del rendimiento de grupos pesados. En dichos tiempos entendemos que la maquinaria es un factor crítico en el proceso beneficioso para toda compañía que dependiente de ella, por consiguiente, si el usufructo ni siquiera es correcto gracias a cualquier error en la maquinaria o del operario, las pérdidas tienen la posibilidad de ser cuantiosas. Justamente para evadir inconvenientes en el mantenimiento y la estabilidad de la maquinaria, así como contribuir para conseguir un trabajo más eficiente, los primordiales jugadores del sector integran una secuencia de dispositivos en sus grupos y brindan unos servicios extras. En la situación de Caterpillar, Ferreyros da para la minería la plataforma Minie Star, que posibilita la administración de la flota en tiempo real, el monitoreo del estado de las máquinas, herramientas para mejorar, la exactitud en el desplazamiento de las tierras y sistemas de cámara y radares para controlar camiones mineros y otras máquinas. Para optimizar el rendimiento de los conjuntos pesados es importante el empleo de la tecnología y otros servicios. La maquinaria es un factor crítico en los procesos benéficos de toda organización que usa, por esto, si un equipo no posee un rendimiento correcto, así sea por problema mecánico o error del operario, tienen la posibilidad de ser cuantiosas las pérdidas económicas. Justamente para eludir inconvenientes en el mantenimiento y la estabilidad de la maquinaria, así como contribuir para conseguir un trabajo más eficiente, los primordiales jugadores del sector unen una secuencia de dispositivos en sus grupos y brindan unos servicios extras. En la situación de Caterpillar, Ferreyros da para la minería la plataforma Minie Star, que posibilita la administración de la flota en tiempo real, el monitoreo del estado de las máquinas, herramientas para mejorar, la exactitud en el desplazamiento de las tierras y sistemas de cámara y radares para controlar camiones mineros y otras máquinas.

Según Alavedra et al. (2016) realizaron una investigación relacionada con la gestión de mantenimiento preventivo para una flota de camiones relacionándola con la disponibilidad de las unidades, en el que consideran que este tipo de mantenimiento es una programación de recambios con el tiempo estimado antes de que las máquinas empiecen a fallar. Se propusieron detectar los problemas de menor gravedad antes de que ocurran y provoquen fallas de las unidades, con el fin de proponer acciones para aumentar la confiabilidad de los camiones y que éstos puedan operar con mayor seguridad y menor número de interrupciones. Informan que la empresa Komatsu en estudio realiza trabajos en el sector minero brindando servicios de transporte de materiales y que por las características del trabajo requieren contar con unidades que estén operativas en forma permanente, lo cual es posible lograrlo si se aplican las técnicas y herramientas de la gestión de mantenimiento preventivo que prioriza acciones previas programadas con la oportunidad que cada caso requiere y utilizando los recursos humanos y materiales necesarios y suficientes, con lo que se logra mejorar la disponibilidad de las máquinas así como reducir los costos.

En el hospital San José de la ciudad de Lima, Palomino (2019) desarrolló una investigación en la que determinó, mediante la aplicación de diversas herramientas de diagnóstico, que la problemática fundamental está relacionada con la presencia de frecuentes averías en los equipos de la mencionada institución, que por sus características deben ser minimizadas para poder brindar un servicio de calidad a los pacientes. Realizó la evaluación del actual mantenimiento de acuerdo a la norma Covenin2500-3. Diseñó una propuesta de gestión considerando la realización de un inventario de los equipos, un plan de mantenimiento preventivo que incluya las actividades a realizar, la programación, los formatos y los recursos necesarios.

### **Local**

Se ha consultado un trabajo de investigación sobre gestión de mantenimiento en un hospital de la ciudad de Chiclayo desarrollado por Pérez y Supo (2019) en el que se explica que en dicha institución no existe un plan de control y monitoreo del funcionamiento de los equipos debido al escaso presupuesto asignado, razón por la que no se solucionan oportunamente las

averías que se presentan en los equipos, ocasionado gastos excesivos por tener que recurrir al servicio de particulares. Para mejorar esta problemática plantea una propuesta basada en el análisis de las variables mediante indicadores como la tasa de fallos, la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, previa la determinación de la criticidad de los mismos, y en la aplicación de la técnica del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

La empresa M&m BIOMEDICAL SERVICE SAC, en estudio adolece de una serie de problemas que no le permiten realizar con eficiencia sus trabajos de mantenimiento a los equipos de EsSalud Lambayeque. Entre los problemas de mayor relevancia están:

- a) Se genera sobrecostos de mantenimiento.
- b) Se produce baja eficiencia en los procesos de mantenimiento correctivo.
- c) No cuenta con stock suficiente de repuestos y otros recursos necesarios para efectuar sus trabajos.
- d) Incapacidad para dar respuestas rápidas del personal encargado de mantenimiento a los problemas inesperados.
- e) Carencia de historial de fallas

## **1.2. Trabajos previos**

### **Internacional**

Se ha consultado un artículo científico titulado “Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la zona 3 del Ecuador”, elaborado por Viscaíno, Villacrés, Gallegos y Negrete (2019), elaborado con el objetivo de analizar la gestión de mantenimiento en centros hospitalarios ecuatorianos que permita proporcionar información científica para la toma de decisiones orientadas a la mejora de su eficiencia. Analizaron la situación de la infraestructura y de los equipos utilizados en el cuidado de la salud de los ciudadanos considerando que las deficiencias constituyen riesgos potenciales en el servicio. Se evaluó la disponibilidad de los equipos médicos, los recursos humanos en cuanto a cantidad, capacitación y formación profesional, el manejo de la gestión de inventarios, la organización, el control presupuestal, el tipo de mantenimiento que se viene empleando. Utilizaron una metodología en cinco fases:

selección de criterios a ser evaluados, su ponderación, desarrollo del instrumento para la evaluación, la validación del mismo y la identificación de aquellos aspectos que tengan el menor desempeño. Concluyen que la gestión del mantenimiento de los hospitales en estudio es baja porque solo alcanzan un 55.5%, siendo el hospital de Latacunga el que tiene menor valoración cuantitativa; además, que existe debilidades estructurales y que el criterio de mayor importancia para la mejora consiste en planificar, programar y controlar el mantenimiento.

Fonseca, Holanda, Cabral y Reyes (2015) en un artículo de investigación publicado en Colombia con el título “Programa de gestión de mantenimiento mediante la implementación de herramientas predictivas y TPM como aporte a la mejora de la eficiencia energética en centrales eléctricas”, tuvieron como objetivo proponer un programa de gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia del servicio que brindan las empresas generadoras de energía eléctrica. Previo al planteamiento de su propuesta analizaron la problemática de este tipo de empresas determinando la presencia de paradas en las máquinas por averías no previstas, utilizaron herramientas de tipo predictivo como la termografía para analizar las vibraciones de los lubricantes. En su propuesta mostraron la importancia de la utilización de herramientas de gestión como el TPM, obteniendo como resultados el aumento del Tiempo Medio entre Fallos y la disminución del Tiempo Medio de Reparación, con lo que se conseguiría una mayor eficiencia en el servicio, generando energía de mayor confiabilidad y mayor seguridad en la planta, con la consiguiente reducción de costos para estas empresas.

Centeno (2015), desarrolló un trabajo de investigación en Ecuador con el título de “Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento de los mismo en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro”, teniendo como objetivo realizar un minucioso análisis para conocer cuáles son los factores que afectan el normal funcionamiento de los equipos del hospital en estudio. Para este fin se utilizaron métodos teóricos, empíricos, entrevistas y encuestas, con lo que se propuso un manual de mantenimiento preventivo, cuya aplicación determinaría mejorar la eficiencia de tales equipos, en beneficio de los usuarios del mencionado centro de salud.

## Nacional

En un artículo elaborado por Rodríguez y Valenzuela (2020) en una empresa procesadora de plásticos de la ciudad de Lima identificaron una inadecuada gestión del plan de gestión de mantenimiento, por lo que se presenta un elevado porcentaje de materia prima que es reprocesada, escaso personal e insuficiente disponibilidad de repuestos, que repercuten en la economía de la empresa por el incumplimiento en la entrega de los pedidos. Los autores esperan que mediante la simulación de sistemas controlados la disponibilidad del personal alcanzará un 83.07% y además, se reducirán las paradas de las máquinas en 30%.

Miranda y Kei (2016), en su tesis elaborada en Lima con el título de “Implementación de una plataforma informática avanzada que sirva de soporte a los procesos que intervienen en la gestión de equipos médicos en establecimientos de salud peruanos”, los autores tuvieron como objetivo la implementación de un sistema de información que apoye y oriente adecuadamente los procesos de la gestión de equipos médicos del Perú. Para lo cual, propusieron la utilización de herramientas como Sublime Text 2, Laravel Framework, PhpMyAdmin, GitHub, Apache Tomcat, además de la metodología RUP o Proceso de Desarrollo Unificado, software que se utiliza para analizar y documentar sistemas orientados a objetos. Los autores implementaron en el Instituto Nacional Materno Perinatal la primera fase de este proyecto logrando importantes resultados.

Con el título de “Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa manfer S.R.L. contratistas”, Villegas (2016) en Arequipa, propuso el diseño de una propuesta de gestión para reducir drásticamente los problemas que se presentan en la actualidad por las deficiencias en el mantenimiento, utilizando una auditoria de mantenimiento, el diagrama de Ishikawa, método de las 5M, sistema Poka Yoke, logrando así una reducción de costos en 198,577.80 soles en dos años de operación alquilando equipos y mejorando su disponibilidad y logrando un ahorro de 124, 877.80 soles en el periodo de evaluación.

Casachagua (2017) en su tesis presentada en Huancayo con el título “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para

mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora cat 336 de la empresa ecosem smelter S.A”, tuvo como objetivo llevar a cabo una estrategia de mantenimiento preventivo con base al mantenimiento centrado en la confiabilidad que permita la mejora de la disponibilidad de la excavadora car 336 de la organización Ecosem Smelter S.A. Para lograr el objetivo trazado utilizó el diagrama de Ishikawa, diagramas de flujo, RCM. Con el desarrollo de su propuesta logró mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336 en un 9%; además, con la aplicación del RCM se consiguió detectar la criticidad de los equipos para aplicar mejoras y con ello conseguir el incremento de la vida útil de las máquinas objeto de estudio.

## **Local**

Con el título “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C.”, Gonzales (2016), presentó un trabajo de investigación en Chiclayo. El objetivo trazado fue plantear el mantenimiento preventivo y planificado de los equipos para mejorar la disponibilidad de sus equipos e incrementar la producción y con ello la rentabilidad de la referida empresa productora de ladrillos. Entre los problemas detectados están las fallas inesperadas por desgaste de ejes, engranajes, fajas, cadenas, rodajes y otras piezas de las máquinas debido a la falta de un plan de mantenimiento que mejore esta situación. Se utilizó como metodología la observación directa y herramientas de diagnóstico para conocer en detalle los problemas. La propuesta considera el uso de formatos para registrar los problemas y las tareas de mantenimiento de las máquinas considerando su tipo, estado y recomendaciones del fabricante, así como la periodicidad, los repuestos y materiales y el personal responsable. Entre los resultados se obtuvo un promedio de 15 paradas por mes en la línea de producción, que mediante la puesta en marcha del plan propuesto pueden reducirse en un 80%, un incremento de la producción 49.27 millares de ladrillos por mes, que representan el 12%.

“Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Patapo S.A.C.”, es el título de una tesis de Pacheco (2018), la cual

consideró como objetivo elaborar una propuesta que contribuya a mejorar la situación de las máquinas de la empresa en estudio en lo referente a la presencia de fallas que ocasionan paradas en la producción. Para la determinación de la criticidad se utilizó herramientas de diagnóstico como el diagrama de Pareto y las teorías relacionadas con este tema. Conocida la realidad problemática planteó su propuesta en base a la utilización de la herramienta de gestión RCM, con lo que lograría incrementar la eficiencia del servicio de mantenimiento, aumentando la disponibilidad de las máquinas, reduciendo en un 62.27% los costos de mantenimiento y en 127 horas que representa el 20.58% del tiempo de inoperatividad.

Nuñez (2018) presentó un trabajo de investigación con el título “Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte de la empresa Ángel Divino-Chiclayo, planteando como objetivo elaborar una propuesta para disminuir las fallas en la mencionada empresa de transporte que mejore el servicio al cliente. Realizó el diagnóstico de la situación de la gestión del mantenimiento mediante el uso de la observación directa, el análisis de fallos; la investigación fue de tipo descriptivo, no experimental. Como resultado se determinó que es el motor de los vehículos el que presenta mayor número de fallas en el periodo de estudio, con un 38.5 %. Los resultados de la investigación muestran el incremento de la disponibilidad en un 4.5%, siendo la inversión en el proyecto de 25336.90 soles y una TIR de 19%.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Eficiencia**

##### **1.3.1.1 Deficiencia de eficiencia.**

Según la Real Academia citado por Gonzales (2009), se define que eficiencia es la capacidad para poder hacer un fin usando los superiores medios probables: no constantemente efectividad es sinónimo de eficiencia. (p. 7). El termino de eficiencia es la interacción entre logros alcanzados y recursos consumidos. (Navarro y Buendía, 2004).

La eficiencia está referida a obtener mejores ingresos económicos en base a los recursos productivos utilizados y a la tecnología, siendo el principal objetivo

la máxima producción y el menor uso de recursos. (Gutierrez, 2006).

### **1.3.1.2 Tipos de eficiencia**

Según Lusthaus, (2002), la eficiencia es la proporción entre los resultados alcanzados y los costos incurridos para cumplir con las metas establecidas. Opina que se pueden considerar los siguientes tipos de eficiencia:

- a) **Eficiencia Técnica.** Se consigue logrando producir algo utilizando al máximo los recursos disponibles de la empresa.
- b) **Eficiencia Económica.** Se logra minimizando los costos con lo que se obtiene una mayor utilidad.
- c) **Eficiencia Interna. Está referida** Se refiere al logro de objetivos internos de la organización.
- d) **Eficiencia Externa:** Se refiere al logro de objetivos externos de la organización.

### **1.3.1.3 Indicadores de eficiencia**

Los indicadores son métricas que se utilizan para evaluar y realizar el respectivo seguimiento de los procesos de producción o de servicios y establecer las políticas de mejora en las empresas.

La Agrupación de España de la Calidad (AEC) considera que los indicadores pueden ser de proceso cuando se utilizan para la medición de lo que está ocurriendo en el proceso, y de resultados que son utilizados para evaluar las salidas del proceso.

En opinión de Lusthaus (2002), los indicadores deben ser utilizados según la realidad de cada organización. Propone los siguientes indicadores:

- a) Costo por producto o servicio realizado.
- b) Costos generales entre los costos totales del producto o servicio.
- c) Número de productos o servicios obtenidos en relación a los costos totales incurridos
- d) Costo por cada cliente atendido.
- e) Frecuencia de fallas en los equipos.

f) Puntualidad en la atención de los pedidos (p. 127).

AEC también considera que los indicadores pueden ser de efectividad o de eficiencia. Los indicadores de efectividad permiten medir la consecución de los resultados planteados, enfocan en lo que las empresas deben hacer. En cambio, los indicadores de eficiencia permiten medir el grado de ejecución de los procesos; por lo tanto, están concentrados en establecer cómo se realizaron las cosas, en función de los recursos utilizados, están relacionados con la productividad.

### **Cálculo de la eficiencia**

Madariaga (2013) es de opinión que para el cálculo de la eficiencia se utiliza la fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Resultados\ obtenidos\ (outputs)}{Recursos\ utilizados\ (inputs)}$$

### **Eficiencia física**

Según Ibáñez y Martínez (2012) para calcular la eficiencia física se utiliza la fórmula siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Volumen\ de\ materia\ que\ sale}{Volumen\ de\ materia\ que\ entra} * 100$$

### **Eficiencia económica**

Para Neeska (2012) la eficiencia económica mide el logro de la mayor cantidad de productos o servicios con el menor costo, mediante la utilización de la menor cantidad posible de recursos. Plantea la siguiente fórmula para su cálculo:

$$Eficiencia = \frac{Valor\ de\ la\ producción}{Valor\ de\ los\ recursos\ utilizados} * 100$$

### **Eficiencia técnica**

Romeu y Rodríguez (2008) consideran que la eficiencia técnica se refiere a la habilidad para lograr la mayor cantidad de productos, utilizando los suficientes

recursos para la producción y una tecnología adecuada. Está relacionada con la habilidad para producir según las posibilidades de producción. Plantea la siguiente fórmula para calcularla.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ programado} * 100$$

### **1.3.2 Gestión de mantenimiento**

#### **1.3.2.1 Definición de mantenimiento y gestión de mantenimiento**

García (2012) entiende por mantenimiento a todas las actividades que se deben desarrollar en orden lógico, con la finalidad de mantener operando de manera segura, efectiva y económica, las máquinas, herramientas y otros activos físicos con que cuenta una organización. Su propósito es la garantía del óptimo funcionamiento mediante la prevención de las fallas, la oportuna reparación propiciando la mejora continua en la empresa. Considera que puede resultar costoso el mantenimiento, pero al final resulta rentable pues los beneficios por la obtención de una mayor y producción en los tiempos deseados.

Mora (2009), analiza que el mantenimiento consiste en procurar el incremento de la confiabilidad de los equipos destinados a la producción, mediante la realización de actividades, de planeación, organización, control y ejecución de métodos que permitan conservarlos operativos para lo cual se requiere la participación de todos los trabajadores incluyendo a los directivos. Considera, además, que en la gestión del mantenimiento se debe tener en cuenta dos elementos fundamentales que son la gestión referida a la planificación, el control y el manejo de los recursos en la empresa. Y la operación, por otro lado, está referida a la puesta en marcha del servicio de mantenimiento.

En cuanto a la gestión de mantenimiento, Mora (2009) sostiene que ésta debe estar orientada primero en las tareas de gestión que debe realizar el área de mantenimiento con las demás áreas de la empresa para que apoyen sus labores, propiciando el trabajo en equipo, con el fin de poder alcanzar los objetivos empresariales. Y segundo, en la adecuada gestión integral que desarrolle la propia área, maximizando el uso de los recursos para cumplir las metas y objetivos con el

menor costo y con la mejor calidad, para conseguir altos niveles de satisfacción de los clientes.

**Tabla 1**

*Doce principios de la Gestión de Mantenimiento*

<b>Temas técnicos</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>Campos económicos</b>
Servicios	Función de las relaciones internas	Estructura de mantenimiento
Productos		Economía en la gerencia de mantenimiento
Calidad de Productos	Función de las relaciones externas	
Métodos de trabajos de mantenimiento		
Manejo de materiales	Función de la organización de mantenimiento	
Control de todas las actividades de mantenimiento		Economía frente a la producción

Fuente: Moro (2012)

Rodríguez (2008) citado por Zambrano, Prieto y Castillo (2015), opina que la gestión de mantenimiento es un conjunto de actividades que desarrollan las empresas con la finalidad de mantener en estado de operatividad las instalaciones y los equipos, con seguridad, eficiencia y resguardando la economía de la institución; recomienda que para cumplir con este objetivo se recomienda contar con una base de datos para guardar información confiable y detallada de las máquinas y además con un plan de inspección.

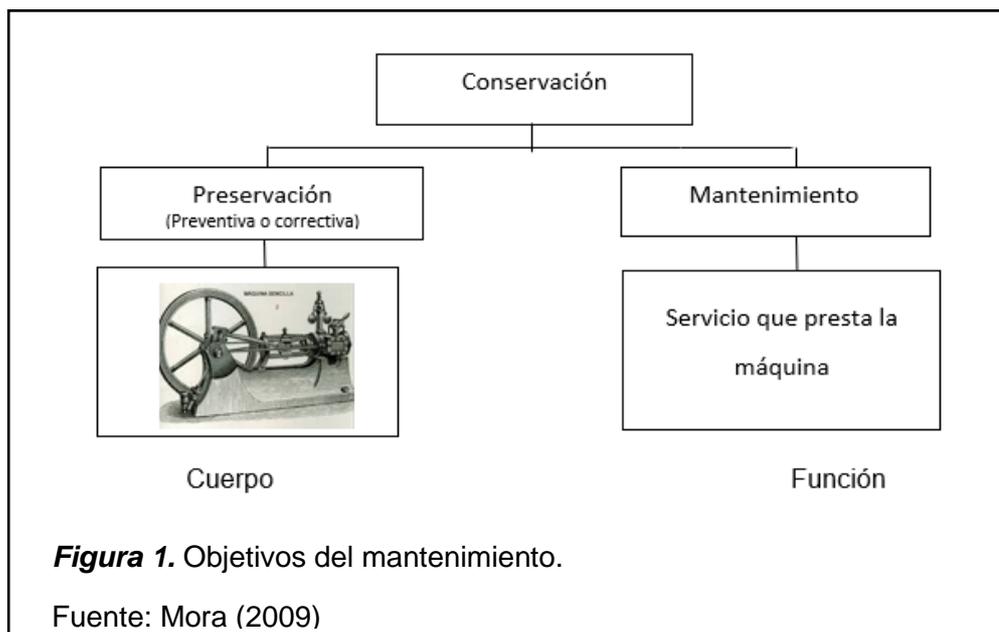
Mora (2009) informa que la comisión EUREKA determina doce principios sobre la gestión de mantenimiento que se muestran en la tabla 1.

### **Función**

Según Wireman, 2001; Riis y otros, 1997, citado por Mora (2009), sugiere que la primordial funcionalidad del mantenimiento es de intentar una buena situación de los grupos para la correcta funcionalidad de generar bienes en las empresas, por medio de la sistematización de la información que permite lograr el funcionamiento correcto de las empresas.

## Objetivo

De acuerdo con Navarro y otros, 1997, citado por Mora (2009), el propósito del mantenimiento es lograr un cierto nivel de disponibilidad de producción al menor costo bajo las condiciones de calidad requeridas, y brindar la máxima seguridad al personal que usa y mantiene el equipo, y minimizar la degradación ambiental. La consecución de estos aspectos revela que la gestión de mantenimiento es correcta.



### 1.3.2.2 Misión del mantenimiento

Para García (2009), la labor del mantenimiento es retener las funcionalidades primordiales de todos los activos de la organización en todo el periodo de vida de la compañía para saciar a los propietarios, usuarios, consumidores y la sociedad, y seleccionar los desafíos. Con el compromiso efectivo de todo el personal debidamente capacitado de la organización, continuarán luchando por la excelencia y mitigar sus consecuencias. Para lograr esto, se tiene que hacer mejora continua en las reparaciones, para así conservar la vida útil de los equipos productivos, haciendo el mantenimiento más eficaz teniendo disponibilidad en los equipos, teniendo capacitaciones permanentes en el personal.

### 1.3.2.3 Actividades del Mantenimiento

**Ingeniería de Mantenimiento:** Hacer permanentemente cada una de las ocupaciones correctas para mantener las principales funciones de los activos físicos del sistema productivo. Sin embargo, para una mejor comprensión, todas las actividades se caracterizan en los siguientes siete aspectos principales.

#### a) Inspección

Se trata de una actividad que implica analizar el funcionamiento y operatividad del equipo con la finalidad de determinar el estado físico y la posibilidad de falla del equipo antes de que reaparezca y cause tiempo de inactividad del sistema. Las inspecciones pueden ser:

**Ligera:** El tratamiento de la superficie se puede realizar con pocos instrumentos.

**Profunda:** se requiere de instrumentos y herramientas complejas.

**Abierta:** abre o desmonta el dispositivo para una inspección interna.

**Cerrada:** no se requiere abrir o desarmar el dispositivo, lo que generalmente se hace con equipo de diagnóstico.

#### b) Servicio

Estas ocupaciones se hacen para mantener la apariencia y propiedades físicas de los conjuntos y de las áreas físicas de la empresa, y son primordiales para continuar operando. Las operaciones de servicio más frecuentes son: la limpieza, la pintura, la desinfección de los ambientes y la desoxidación.

#### c) Reparación

Esta es una actividad general que incluye arreglar deficiencias y sustituir piezas o partes de sistemas o grupos que han dejado de hacer sus funcionalidades primordiales para que logren volver a operar con eficiencia. Fundamentalmente, existen dos tipos de mantenimiento.

**Reparación mayor.** Requiere mucho trabajo de personal y materiales.

**Reparación menor.** Se puede completar con menos trabajo del personal, menos tiempo y pocas herramientas.

**d) Modificación**

Esta actividad incluye modificar el diseño de grupos, sistemas e instalaciones, simplificar las operaciones y las tareas de mantenimiento o llevar a cabo con requisitos de producción específicos. Las modificaciones tienen la posibilidad de dividirse en tres grupos.

**De simplificación.** Logre operaciones más eficientes o simplifique el mantenimiento a costos más bajos.

**Adaptabilidad.** Para mejorar el nivel de producción, o cambiando el producto.

**Esencial.** Obtención de repuestos y repuestos debido a activos o trabajo obsoletos.

**e) Fabricación**

Es una actividad consistente en formar partes o herramientas de compostura; o partes de difícil obtención con el propósito de arreglar, cambiar o prestar servicios a conjuntos e instalaciones.

**f) Montaje**

Es una actividad compuesta por equipos nuevos o reacondicionados que se establecen, ponen en marchas y se ponen en funcionamiento normal. El componente tiene una ventaja muy importante, porque los trabajadores encargados de operar o mantener este equipo serán capacitados posteriormente, porque el componente suele ser responsable de un técnico profesional o del fabricante.

**g) Cambio**

Involucra la sustitución de partes o grupos cuya vida eficaz ha expirado, y su

compostura o reposición por el momento es una actividad económica. Cada una de las ocupaciones de cambio tienen que estar enfocadas en las exigencias de modernizar las tareas, o fundamentarse en el ajuste de la línea de producción para mejorar la eficiencia, mejorar la función de producción o la calidad del servicio.

#### **1.3.2.4 Preparación de los trabajos**

Se debe hacer los preparativos específicos para el trabajo.

Debido al largo tiempo de mantenimiento, se produce una reducción en el periodo de actividad de los equipos.

Minimizar la época de mano de obra indirecta para la ejecución del plan.

Adaptar la calidad del trabajo a necesidades concretas.

Simplifique el trabajo, incluida la eliminación de contenido inútil y la mejora del contenido necesario para facilitar y simplificar las operaciones específicas.

Estimar con precisión las horas de trabajo.

#### **1.3.2.5 Tipos de mantenimiento**

Según García (2009) el sistema de gestión de mantenimiento está diseñado para garantizar que los clientes internos o externos tengan disponibilidad, confiabilidad y seguridad general cuando sea necesario, y puedan operar el equipo de producción bajo la premisa de cumplir con los requisitos técnicos y de proceso. El equipo se puede usar en el momento apropiado al menor costo y a mayor productividad, la tasa de beneficio y competitividad para satisfacer a los clientes en cuanto a la calidad, la cantidad y el tiempo para cumplir con las condiciones, deseos o requisitos que exige.

##### **A. Mantenimiento Correctivo (CM)**

Según García (2009) el mantenimiento correctivo tiene relación con todos las ocupaciones para arreglar las razones de fallas causadas por equipos.

Explica que se deben tener en cuenta cuatro factores importantes

- a. Recursos Humanos.
- b. Maquinarias, herramientas, equipos de medición y control.
- c. Abastecimiento de repuestos y materiales.
- d. Organizar y controlar de las tareas.

## B. Mantenimiento Preventivo (PM)

Para García (2009), el mantenimiento preventivo se refiere a un conjunto de actividades que realizan los equipos que se planea operar, estas actividades le permiten continuar operando de manera eficiente y segura de la manera más económica, y tienen tendencia a prevenir fallas y tiempos de inactividad no planeados. Por ello, el mantenimiento preventivo tiene dos actividades básicas.

Inspecciones periódicas de equipos industriales para descubrir condiciones que causan interrupciones inesperadas en la producción.

Proteja las plantas para eliminar estos aspectos y ajustarlas o restaurarlas mientras aún se encuentran en sus primeras etapas.

### Objetivo

Utilizar un plan de mantenimiento eficaz encaminado a garantizar la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad del sistema de producción



El mantenimiento preventivo se puede realizar en base a información estadística y confiabilidad, teniendo presente la utilización y el estado concreto en que se encuentren los equipos, y teniendo presente el historial de horas habituales de desempeño. El estudio en base a las condiciones de uso tiene en consideración los datos históricos de las fallas de grupos como parámetro primordial para establecer el tipo de repartición estadística que mejor se acomoda a su real comportamiento.

El mantenimiento preventivo por tiempo es mantenimiento tradicional, que se realiza según las horas de funcionamiento del sistema o según las recomendaciones del fabricante de acuerdo con un plan de intervención prefabricado, y luego se realizan ajustes a los resultados obtenidos.

### **Ventajas**

Los beneficios de cualquier plan de mantenimiento preventivo bien planificado (si se implementa correctamente) superarán el costo. Donde tenemos:

- a) Reduzca el tiempo de inactividad inesperado del equipo. En comparación con todos los aspectos relacionados con el ahorro y los ingresos de la empresa, el tiempo libre se reduce.
- b) Se reduce la necesidad de reparación o reconstrucción a gran escala, y se reduce la necesidad de mantenimiento repetido, por lo que también se reduce la acumulación de carga de trabajo
- c) Se reduce la necesidad de funcionamiento continuo del equipo, lo que reduce la inversión de capital.
- d) Cambie el sistema de mantenimiento de “apagado” a un mantenimiento regular de menor costo para controlar mejor el personal, los materiales y el equipo.
- e) Debido a menos mano de obra o tecnología insuficiente, se reduce el costo de reparación de defectos simples antes de paradas imprevistas.
- f) Debido a reparaciones accidentales, se redujo el pago de hora extra de los empleados.
- g) Debido a la correcta combinación de equipos, se reduce la cantidad de productos no calificados, se reduce los desechos y se mejora el control de calidad.
- h) Reducir el costo unitario aumentando la disponibilidad del equipo y, por ende, reduciendo el tiempo de producción disponible.
- i) Proporcionar una más alta seguridad a los operadores y la maquinaria.
- j) Facilitar el control programado del sistema.

## Frecuencia de las inspecciones

Un detalle fundamental para realizar una buena programación de MP basada en la utilización de la configuración de la frecuencia de verificación, que afecta directamente el costo y la economía del programa. La decisión de comprobar la frecuencia es básicamente una cuestión experimental.

La etapa básica para fijar el periodo de frecuencia de las inspecciones consiste en el análisis desde el punto de vista técnico de los equipos, en el que se debe considerar lo siguiente:

- a. **Antigüedad, estado y costos.** Los activos de mayor antigüedad y degradados necesitan servicios de inspección más comunes, pero siempre basados en estudios técnicos y económicos, para un mismo equipo, el equipo más cargado requiere un ciclo más corto.
- b. **Nivel de servicio.** Conforme con la carga de trabajo del equipo, la frecuencia de inspección debería ser distinto; para el mismo equipo, los equipamientos más serios necesitan un tiempo más corto.
- c. **Requerimientos de seguridad.** De acuerdo con los riesgos que afectan la seguridad del personal y las instalaciones, se debe aumentar la frecuencia de las inspecciones para minimizar la ocurrencia de situaciones peligrosas.
- d. **Deterioro de la sensibilidad.** Dependiendo de la viable vida eficaz y las condiciones del medio ambiente, la probabilidad de deterioro cambia mucho, por lo cual, para las condiciones más desfavorables, la frecuencia de la inspección debería ser más grande.
- e. **Condiciones especiales de trabajo.** La frecuencia de inspección debe ajustarse de acuerdo con las condiciones de funcionamiento y el uso individual del equipo, que están relacionados con un funcionamiento inadecuado, sobrecarga, vibración provocada por el sistema de instalación, ajuste volátil, etc.

### **C. Mantenimiento Predictivo (CBM)**

Según García (2012) se trata de un conjunto de actividades que se programan para detectar fallas mediante el uso de equipos de diagnóstico y pruebas no destructivas, mientras el equipo está en funcionamiento y no afecta la producción, mediante la divulgación ante la falla de los activos tangibles.

#### **Beneficios**

1. Detección temprana que convierte el daño en el fallo inicial del mantenimiento programado de la retina.
2. Eliminación de las inspecciones de mantenimiento regulares, el equipo debe desmontarse durante las inspecciones regulares.
3. Aumentar el tiempo entre las inspecciones de detalle y las de tipo general del mantenimiento preventivo.
4. Las fallas inesperadas se eliminan casi por completo, lo que se refleja en una mayor productividad.
5. Asegurar que se cumplan las características de diseño y mejorar de forma integral la seguridad de los equipos e instalaciones.

#### **Implementación del mantenimiento predictivo**

Según García (2009) lógicamente, la puesta en marcha de este tipo de sistema que implique una inversión más o menos grande requiere una investigación especial sobre el estado de la organización y un análisis exhaustivo, la evolución se basa en los siguientes puntos para evaluar y resolver las opciones iniciales.

##### **a) Establecimiento de la necesidad del sistema.**

Es necesario utilizar dos criterios básicos para un análisis detallado.

Estándares Económicos

Estándares Estratégicos

El estándar económico se refiere al análisis de los costos de según sus tres elementos:

Costo de producción

Costo de equipos y repuestos

## Reducción de costes de producción

El estudio de precios tiene por finalidad comparar lo que se invierte en el mantenimiento, el costo directo, así como el costo del tiempo perdido. Cuando la pérdida es grande, dado que el precio total mínimo aumenta a lo largo del lapso o precio anual, es razonable incrementar la inversión. Con el tiempo, la pérdida de producción es alrededor igual al costo del personal anual más otros costos de recursos físicos.

Los criterios estratégicos consideran cómo inciden los distintos factores que definen las capacidades del sistema de producción de la organización, el más destacado de los cuales es:

- a. Detener la pérdida
- b. Cantidad mecánica principal
- c. Deterioro del rendimiento del equipo
- d. Recursos de mantenimiento actuales
- e. Dependencia entre los equipos en el proceso de producción o servicio.

### **b) Reestructuración departamental**

Es necesario dividir al personal de mantenimiento predictivo y correctivo en dos equipos de trabajo colaborativos. Para realizar las inspecciones en el cronograma anterior se necesitan talentos y se requiere una buena formación en nuevas tecnologías, de lo contrario, la urgencia de tomar medidas correctivas impedirá el trabajo con visión de futuro. Cuando el plan para las actividades de previsión no es suficiente para cubrir al personal asignado, la carga de trabajo se puede equilibrar planificando y controlando las operaciones u otras tareas de mantenimiento.

### **c) Evaluar diferentes escenarios operativos**

Hay cuatro métodos operativos para implementar un sistema de mantenimiento predictivo.

**A. Servicios de contratación.** Esta es la opción más simple y eficaz porque

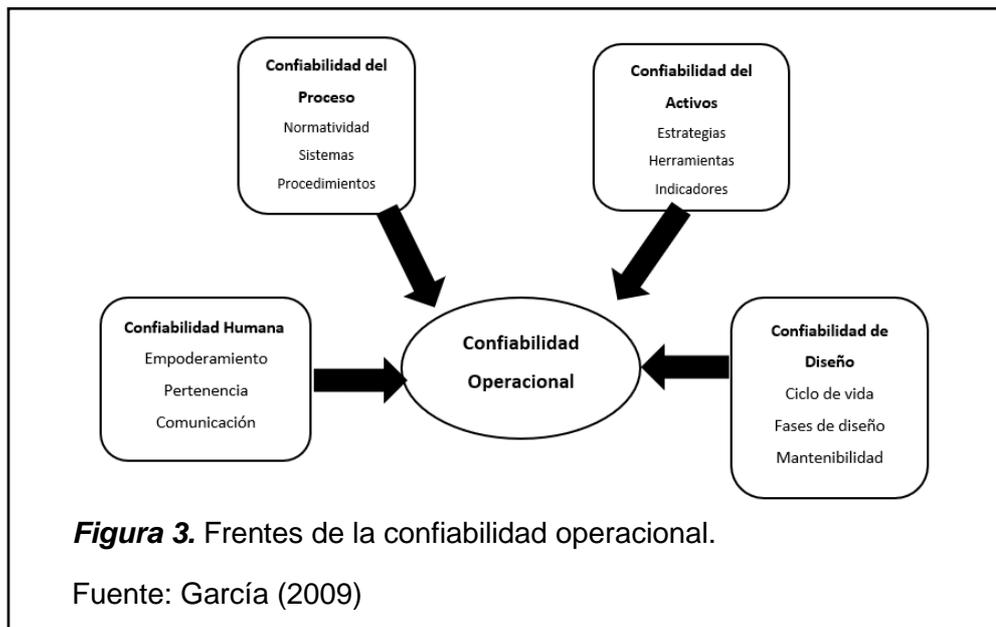
no exige mucha inversión ni formación inicial, pues algunas empresas se especializan en prestar servicios. Además de ser ágil, esta elección también satisface la finalidad de información, formación y testeo, concretando las ventajas del sistema de forma práctica, y la empresa analiza su posterior implementación.

- B. Servicio de medición y análisis de índices.** Esta es la segunda probabilidad de utilización del sistema, incluida la compra de instrumentos portátiles para el diagnóstico y de poco costo por parte de la empresa para realizar mediciones en el campo general y la capacidad de determinar cuándo se necesita el servicio de diagnóstico detallado en función de la gravedad de la medición.
- C. Servicios de medición y registro de indicadores y análisis.** Esta opción tiene un nivel superior a la opción anterior y destaca sus ventajas. Incluye agregar un registrador especial al dispositivo portátil de medición utilizado en el registro de los parámetros medidos y enviar la señal a analizar a un servicio de diagnóstico externo.
- D. Utilizar nuestros propios equipos para la medición y análisis.** Este es el nivel más complicado en el proceso de puesta en marcha y exige la compra de apropiados equipos para el análisis y contar con el personal debidamente capacitado para dichas tareas.

### ¿Qué es la Confiabilidad Operativa?

La confiabilidad operativa es definida como una secuencia de procesos de optimización continua que combinan sistemáticamente herramientas de diagnóstico avanzadas, tácticas modernas y procedimientos analíticos para mejorar la administración, planeación, ejecución y control en los procesos industriales.

Se define a la confiabilidad del mantenimiento como la posibilidad de que el sistema opere sin fallas en un cierto lapso de tiempo en condiciones operativas concretas. Como confiabilidad de la cultura, necesita que cada una de las ocupaciones de producción y cada una de las labores generalmente se desarrollen bien a partir del inicio y tengan una tendencia de optimización; no se permiten cosas incorrectas.



**Confiabilidad del Proceso.** Consiste en examinar las diversas piezas del sistema, sus fases de utilización, incluidas los periodos de diseño, desarrollo e utilización del proceso de producción, y los requisitos que tienen que cumplirse para asegurar el triunfo.

**Confiabilidad del Activo.** Dentro de los activos físicos se consideran a las máquinas y herramientas que se aplican para realizar labores, así como los repuestos y materiales necesarios.

**Confiabilidad Humana.** En un contexto organizacional específico, la posibilidad de que las personas realicen un desempeño efectivo dentro del ámbito de sus capacidades laborales. La confiabilidad también comprende varios elementos de proyección personal, que pueden contribuir a la optimización del conocimiento, habilidad, talento y actitud de los integrantes. Y organización de competencias para generar capital de conocimiento.

### **Confiabilidad del Diseño**

Directamente relacionada con la mantenibilidad del equipo se define como la posibilidad de elementos, sistemas, máquinas, equipos de diagnósticos que puedan restaurar su estado de operatividad normal luego de una falla o de una interrupción de la producción (función o servicio) involucrando el mantenimiento. La

operación de la tarea para eliminar la causa raíz o el modo de falla generado por tales interrupciones.

### **Beneficios**

- a. Incrementar las ganancias para lograr la continuidad de la producción.
- b. Reducir el tiempo y la frecuencia de los sitios planificados y no planificados.
- c. Encontrar fallas temprano y optimice la frecuencia de las medidas de mantenimiento.
- d. Proporcionar una mayor disponibilidad de activos e instalaciones.
- e. Mejorar la calidad de los procesos y de los servicios a partir del análisis de procedimientos y mutuos acuerdos.
- f. Gestión integrada de mantenimiento y producción.

### **Aplicación de la confiabilidad**

- a. Desarrollar planes para mantener e inspeccionar equipos en instalaciones industriales.
- b. Solucione los problemas que suelen ocurrir en los activos tangibles, que afectan los costos y la eficiencia operativa.
- c. Determinar el rango y la frecuencia óptimos de cierres de plantas.

### **Cálculo de la confiabilidad**

Zambrano, Prieto y Castillo (2015) exponen que los indicadores relacionados con la confiabilidad son el Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF), la tasa de fallas (Rf) o la probabilidad de supervivencia (Ps), que se explican a continuación.

$$\text{TPEF} = \text{Horas totales en servicio} / \text{Cantidad de fallas reportadas}$$

$$\text{Rf} = \text{Cantidad de fallas} / \text{Horas totales en servicio}$$

$$\text{Ps} = 1 - \text{Rf}$$

### **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total, conocido como TPM, es considerado

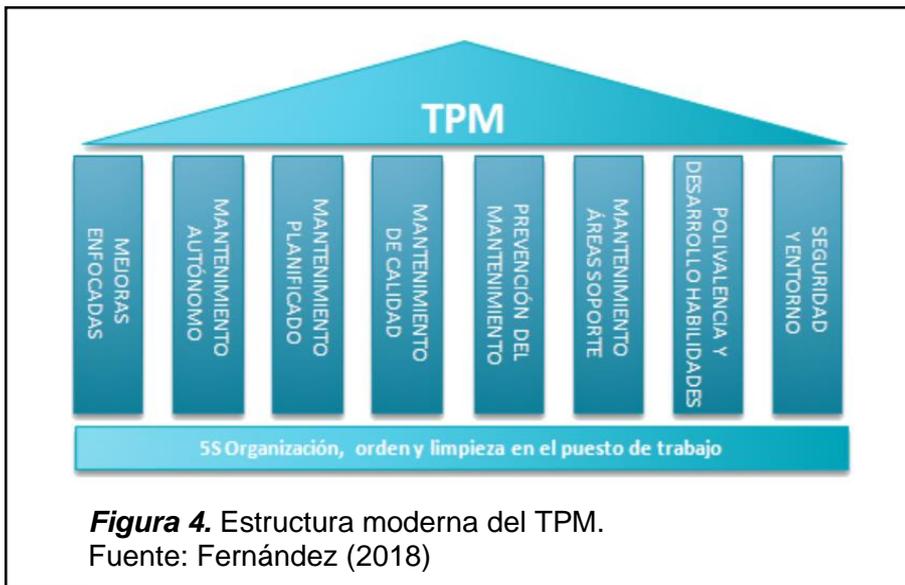
como una filosofía que tiene por finalidad eliminar seis grandes pérdidas de máquinas y equipos que mejoren la eficiencia y contribuyan a lograr una producción Justo a Tiempo. Las pérdidas se refieren a tiempos muertos por paradas debido a fallas, velocidad de funcionamiento inferior a la capacidad real de máquinas y equipos, obtención de productos defectuosos. Actualmente, el TPM es considerado como uno de los sistemas que permiten la eficiencia y la competitividad de la empresa. (Lefcovich, 2009).

Sánchez (2007), considera que el TPM busca la mejora continua y se fundamenta en tres principios: preventivo, cero defectos y participación de todo el personal. El primero se orienta a la necesidad de aplicar programas y manejar recursos con el fin de prevenir las fallas de las máquinas y equipos, que se oculten los problemas, que ocurran accidentes y que se produzcan errores que afecten la calidad. El segundo principio con lo que se obtiene 100% de calidad, cero paradas no programadas con lo que se consigue continuidad en la producción, cero accidentes y también cero incidentes, cero desperdicios con lo que se consigue evitar los retrabajos. El tercer principio requiere el involucramiento de todo el personal de la empresa en las diferentes tareas de gestión del mantenimiento, cumpliendo roles específicos que pueden ser intercambiados de acuerdo a las necesidades del TPM.

### **Pilares del TPM**

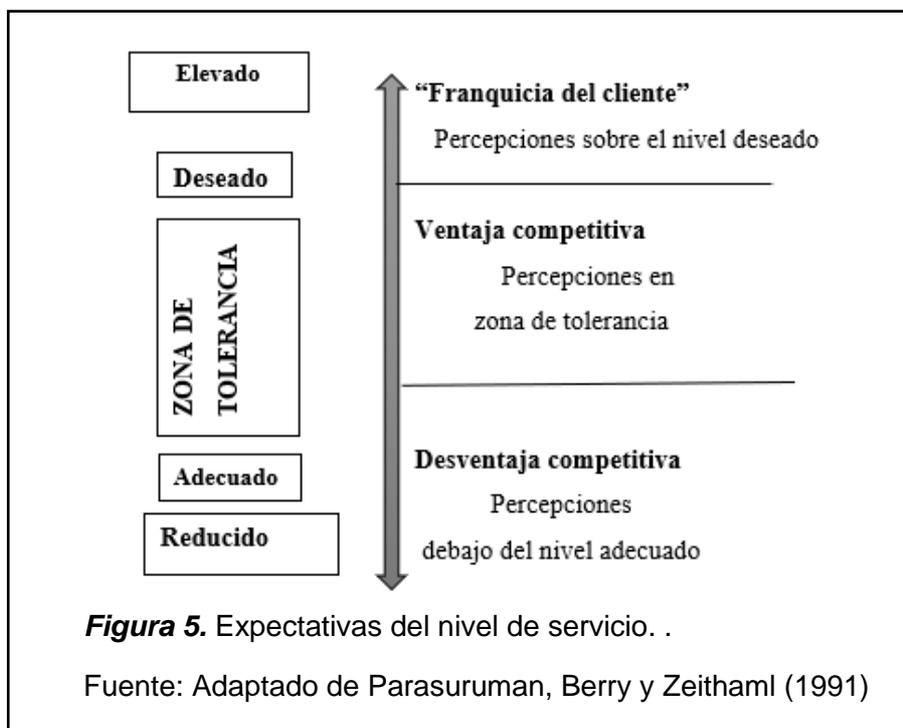
De acuerdo con Fernandez (2018) los pilares del TPM son ocho y se mostraran a continuación:

1. La mejora continua (Método Kaizen)
2. El mantenimiento autónomo (Jisho Hozen)
3. El mantenimiento programado
4. El mantenimiento de la calidad (Hinshitsu Hozen)
5. El mantenimiento preventivo
6. El mantenimiento de las áreas de apoyo
7. La polivalencia y desarrollo de actividades
8. La seguridad



### Servicio

La primera interpretación del servicio, fue, comprenderlo como un costo añadido al producto. “Hoy se cree que el servicio es inherente a todos los procesos de trueque; que es el componente central de transferencia que se concreta en 2 maneras: el servicio en sí mismo y el servicio agregando a un producto” (Vargas & Aldana, 2007, p. 47).



## **Calidad**

El término de calidad está referido al nivel de aceptación de un producto o servicio por parte del usuario. Por consiguiente, se enfoca en la eficiencia interna (cumplimiento de especificaciones, aplicabilidad, variabilidad limitada o reducción de costos), o eficiencia externa (cumplimiento de expectativas del cliente, satisfaciendo sus necesidades

Pola (2009) hace referencia a la Sociedad Americana para la que el Control de la Calidad la que define que la calidad es el conjunto de características que tiene un producto, un proceso o un servicio, las mismas que le dan la aptitud que permite satisfacer las necesidades del cliente o usuario. También considera que la calidad está en relación a lo que los usuarios o clientes están dispuestos a pagar por lo que obtienen y valoran.

## **Calidad de servicio**

Según Camisón, Cruz y Gonzales (2007) la calidad del servicio es entendida como una relación entre el servicio que se espera y el que se percibe. Esto significa que la calidad del servicio se puede medir por el servicio que se presta y el que el cliente puede percibir, para cumplir con los requisitos requeridos. También considera que la gestión de la calidad de los productos no puede realizarse de la misma forma que la calidad de los servicios, teniendo en cuenta que para evaluar la calidad del servicio se tiene que considerar el proceso y resultado del servicio. Además, es importante que la empresa se preocupe por conseguir la satisfacción de los clientes internos porque ésta genera repercusión positiva en la satisfacción de los clientes externos.

### **1.4. Formulación del Problema**

¿Mediante un sistema de gestión de mantenimiento se conseguirá mejorar la eficiencia de los equipos de EsSalud-Lambayeque en el servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC?

### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

Se justifica la presente investigación porque la empresa M&M BIOMEDICAL

SERVICE SAC, no cuenta con una eficiente gestión del trabajo de mantenimiento que brinda a los equipos de EsSalud-Lambayeque, ´por lo que se presentan continuas fallas en los equipos utilizados en el servicio que realizan a la institución contratista, causando así costos adicionales, tiempos perdidos, falta de recursos en el momento que son requeridos. Esta investigación está orientada a mejorar la eficiencia de los equipos cuyo mantenimiento es realizado por M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

Es importante porque contribuirá a mejorar la economía de la empresa reduciendo los costos y entregando a tiempo los trabajos solicitados.

Desde el punto de vista social, la propuesta va a permitir que los trabajadores puedan realizar sus labores con mayor facilidad, al tener definidas las actividades que realiza, así como los materiales, repuestos y otros recursos necesarios para su trabajo diario.

## **1.6. Hipótesis**

Mediante un adecuado sistema de gestión de mantenimiento se consigue mejorar la eficiencia de los equipos de EsSalud-Lambayeque en el servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Elaborar la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia de los equipos de Essalud-Lambayeque en el servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar la situación actual de la gestión de mantenimiento del servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC.
2. Realizar un inventario de los equipos de EsSalud.
3. Determinar la criticidad de los equipos de EsSalud.
4. Desarrollar la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento.
5. Evaluar el beneficio- costo de la propuesta.

# **CAPITULO II**

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

## **2.1. Tipo y diseño de Investigación**

### **2.1.1 Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo, porque describe los hechos relacionados con las labores de mantenimiento que realiza la empresa M&M Biomedical Service SAC. a los equipos de EsSalud-Lambayeque y porque registra la información cuantitativa que se obtenga de la empresa y de los cálculos que se hagan, para luego ser presentados utilizando herramientas estadísticas.

### **2.1.2 Diseño de investigación**

Según Kerlinger (2002), La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática de científicos sin control directo. Variable independiente, porque su actuación ya ha sucedido o porque son inherentemente inmanipables. Deducir la relación entre variables sin intervenir directamente en los cambios simultáneos de variables independientes y dependientes. La presente investigación tiene un diseño no experimental transversal, porque no se han manipulado las variables de estudio y la información ha sido obtenida en un determinado momento, en coordinación con las empresas inmersas en el estudio.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1 Población**

Se considera como población de la presente investigación los 1060 equipos biométricos en cobertura de EsSalud- Lambayeque

### **2.2.2 Muestra**

La muestra está conformada por los 958 equipos a los que realiza mantenimiento la empresa M&M Biomedical Service SAC. El muestreo no probabilístico por conveniencia.

## **2.3. Variables y operacionalización**

### **2.3.1 Variables**

Variable dependiente: Sistema de gestión de mantenimiento

Variable independiente: Eficiencia

### 2.3.2 Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable dependiente.*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
	Disponibilidad	$D = \frac{\text{Tiempo total del trabajo} - \text{Paradas}}{\text{Tiempo total del trabajo}} \times 100$		
Eficiencia de equipos	Rendimiento	$R = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{\text{Tiempo de operación} / \text{No. total de equipos}}$	Análisis documental	Fichas de registro
	Calidad	$Q = \frac{\text{N}^\circ \text{ equipos conformes}}{\text{N}^\circ \text{ equipos totales}}$		

**Fuente:** Elaborado por el equipo investigador.

**Tabla 3***Operacionalización de la variable independiente.*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Sub-Indicadores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>		
Sistema de gestión de mantenimiento	Planificación	Análisis de problemas	Problemas Identificados	Observación	Guía de observación		
		Metas y Objetivos	Metas y Objetivos Propuestos				
		Recursos	que materiales utilizar				
		Programación	Calendarización				
	Ejecución	Mant. Correctivo	N° de equipos atendidos			Entrevista	Guía de entrevista
		Mant. Preventivo					
		Mant. Autónomo					
	Control	Monitoreo	N° de inspecciones			Encuesta	Cuestionario
		Auditoria					

**Fuente:** Elaborado por el equipo investigador.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

### Técnicas

- a) **Análisis documentario.** Se recopiló información cualitativa y cuantitativa de los documentos y registros de la empresa, para luego ser procesados y presentados de acuerdo a la necesidad del estudio.
- b) **Entrevista.** Se realizó una entrevista al jefe de mantenimiento de la Empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.
- c) **Observación.** Se realizaron varias visitas a la empresa con el objetivo de recopilar información directa de la problemática existente, relacionada con la gestión del mantenimiento que brinda.
- d) **Encuesta.** Se realizó una encuesta al personal encargado de la utilización de los equipos.

### Instrumentos

- a) **Ficha de Registros.** Son documentos que se han utilizado para registrar la información procesada que fue obtenida de las empresas en estudio.
- e) **Guía de entrevista.** Consistió en un conjunto de preguntas planteadas al jefe de mantenimiento de la Empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC. para conocer algunos aspectos que no fueron obtenidos mediante otros instrumentos.
- b) **Guía de observación.** Se confeccionó un check list para registrar lo que se ha podido observar en las diferentes visitas a las empresas.
- c) **Cuestionario.** Se aplicó un cuestionario a los trabajadores de Es Salud, para poder obtener información acerca de los problemas que tiene la empresa en el mantenimiento

### Validez

Este indicador tiene por finalidad evaluar que el instrumento mida la variable que se pretenda medir para lo cual los ítems deben estar elaborados de manera

que se pueda obtener la información que se requiere para el estudio. En este caso se utilizó el método de juicio de expertos, para lo cual se recurrió a la opinión de tres profesionales conocedores del tema en estudio.

## **Confiabilidad**

La confiabilidad está referida al grado de precisión o exactitud del instrumento, de tal manera que aplicado en diferentes situaciones en condiciones similares arroje los mismos resultados. Para este estudio se utilizó el método del Alfa de Cronbach.

### **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

Con la información obtenida mediante la aplicación de las herramientas que han sido mencionadas anteriormente, se elaborará una base de datos y más adelante se tabulará y procesará la información usando la herramienta de Excel para luego presentar los resultados y analizarlos.

### **2.6. Criterios éticos**

El presente proyecto de investigación tiene información bastante fundamental, debido a que fue examinado anterior a ser escogida, dándole estabilidad e hincapié al lector, los próximos criterios éticos desarrollados fueron:

**Originalidad.** Se citaron las fuentes bibliográficas de la obtención de información con el fin de demostrar la inexistencia de plagio intelectual, respetando al autor.

**Confiabilidad.** Aseguramiento en la protección de la identidad de las personas que colaboraron para esta investigación.

**Veracidad.** Esta investigación mostrada es verdadera, cuidando su confiabilidad.

## 2.7. Criterios de Rigor Científico

**Validez.** Cuestionario con preguntas relacionadas al tema debidamente planteadas, para su comprensión y análisis de datos

**Fiabilidad.** Alto grado de confianza de los instrumentos que se relacionan con los indicadores de las variables.

**Replicabilidad.** Pistas de revisión de información de investigación diarios de experiencia, análisis de documentos.

# **CAPITULO III**

# **RESULTADOS**

### **3.1. Diagnóstico de la Empresa**

#### **3.1.1 Información general**

La empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, nace en el 2005 en la ciudad de Lima, Perú. Es una empresa dedicada al mantenimiento de todos los equipos biomédicos de los diferentes hospitales de EsSalud para el cuidado y prevención al servicio de todos los asegurados del Perú.

Nuestro campo de aplicación será en el área de mantenimiento, en donde se realiza el servicio de mantenimiento de los equipos biomédicos de EsSalud-Lambayeque, servicio que se presta mensualmente. Se hará el estudio de la eficiencia de los equipos.

M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, ganó el concurso entre todos los postulantes para hacerse cargo del mantenimiento de los equipos biomédicos que se encuentran en los diferentes hospitales de EsSalud- Lambayeque.

**Razón Social.** M&M BIOMEDICAL SERVICE S.A.C.

**Ubicación.** Mza. I Lote. 2 Sec. 1 Grupo 22A (a Lado Min. Publico Ves-Cruce Av. 1ro Mayo)

**Distrito.** Villa el Salvador - Lima

**RUC:** 20513547022

#### **Visión**

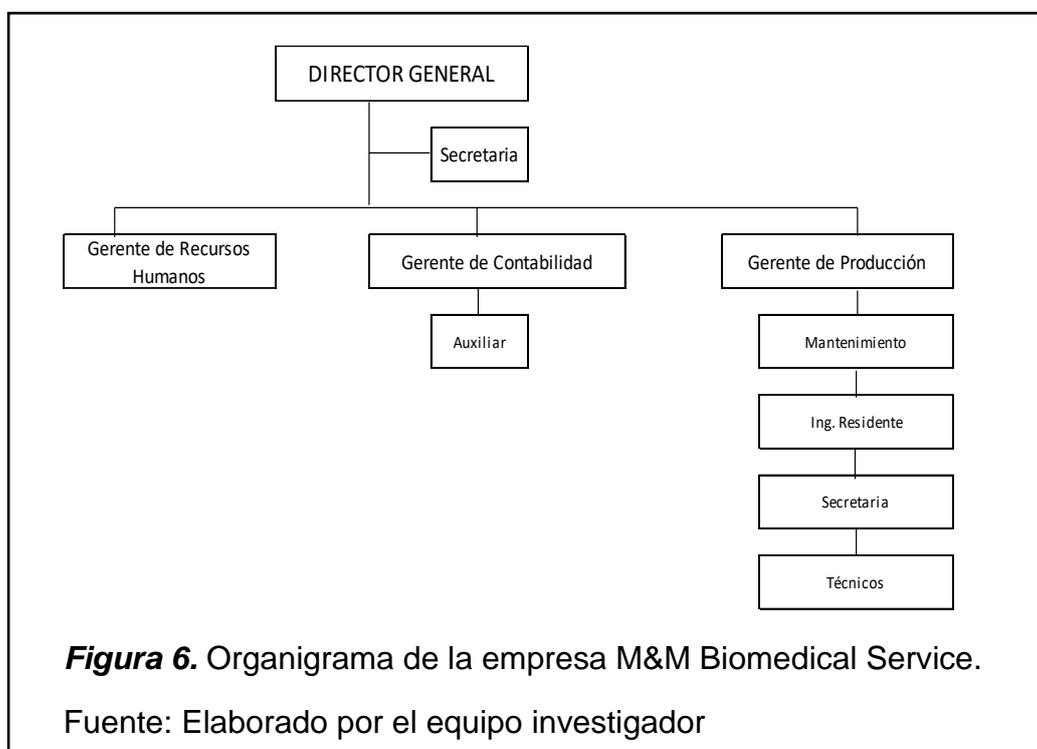
Consolidar nuestra presencia en el territorio nacional, fomentar el continuo crecimiento y diversificación de cada uno de nuestros sectores de desarrollo, apoyándonos en nuestra estructura organizativa abierta con una gestión de mejoramiento continuo y con un alto grado de compromiso en la minimización absoluta de los accidentes, enfermedades ocupacionales e impacto ambiental.

#### **Misión**

Somos una organización consagrada al mantenimiento de los equipos biomédico a nivel Nacional, de manera eficiente entregando un servicio de

calidad que permita cubrir las necesidades de nuestros clientes, enfocando nuestros esfuerzos al servicio del Sector Salud.

## Organigrama



El área de estudio de la presente investigación fue el área de mantenimiento de la empresa, en donde se realiza el servicio de mantenimiento de los equipos biomédicos de EsSalud- Lambayeque.

### 3.1.2 Descripción del proceso de Servicio

#### Descripción del servicio

La empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, tiene como único servicio brindar el mantenimiento de los diferentes equipos biomédicos hospitalarios de la región Lambayeque. Debido a la gran demanda de los asegurados de EsSalud, la empresa tiene el deber de brindar el mejor servicio y mantener los equipos en buen estado de funcionamiento.

## Acerca de los equipos biomédicos

M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, brinda el servicio de mantenimiento a 50 marcas de equipos como; MEMMERT, OLYMPUS, TUTTNAUER, CAMI, FANEM, entre otras, siendo así un total de 953 equipos en los cuales sólo se ejecuta mantenimiento correctivo.

### 3.1.3 Análisis de la problemática

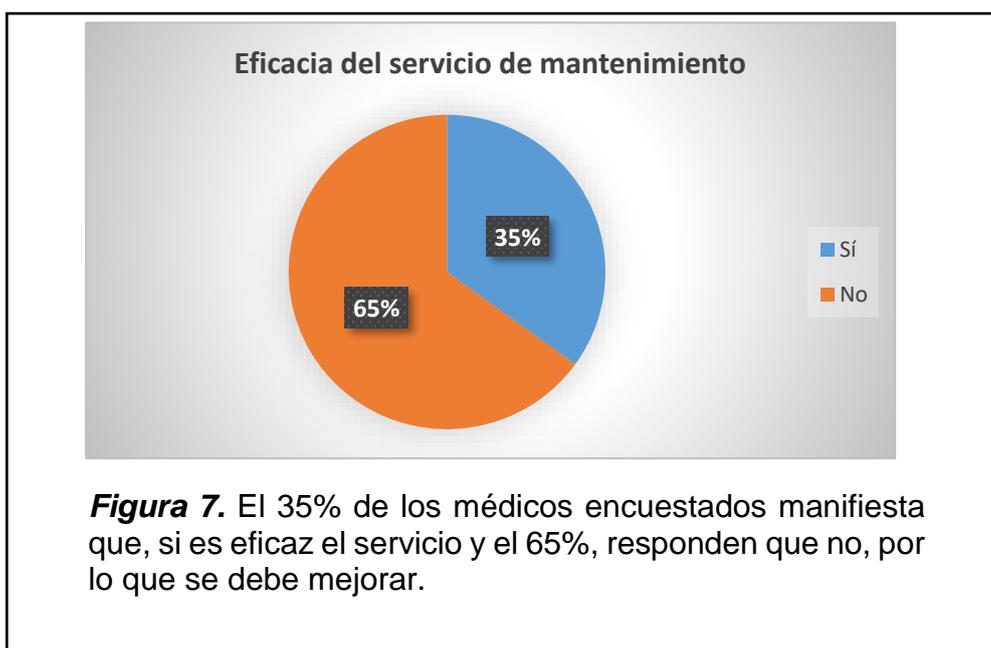
La empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, viene brindando los servicios de mantenimiento correctivo en los equipos biomédicos utilizados en EsSalud- Lambayeque, pero actualmente tiene varios problemas que están afectando la eficiencia de los mismos, que fueron detectados en la presente investigación mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y la utilización de herramientas de diagnóstico, cuyos resultados se muestran a continuación.

#### 3.1.3.1 Resultados de la aplicación de los instrumentos

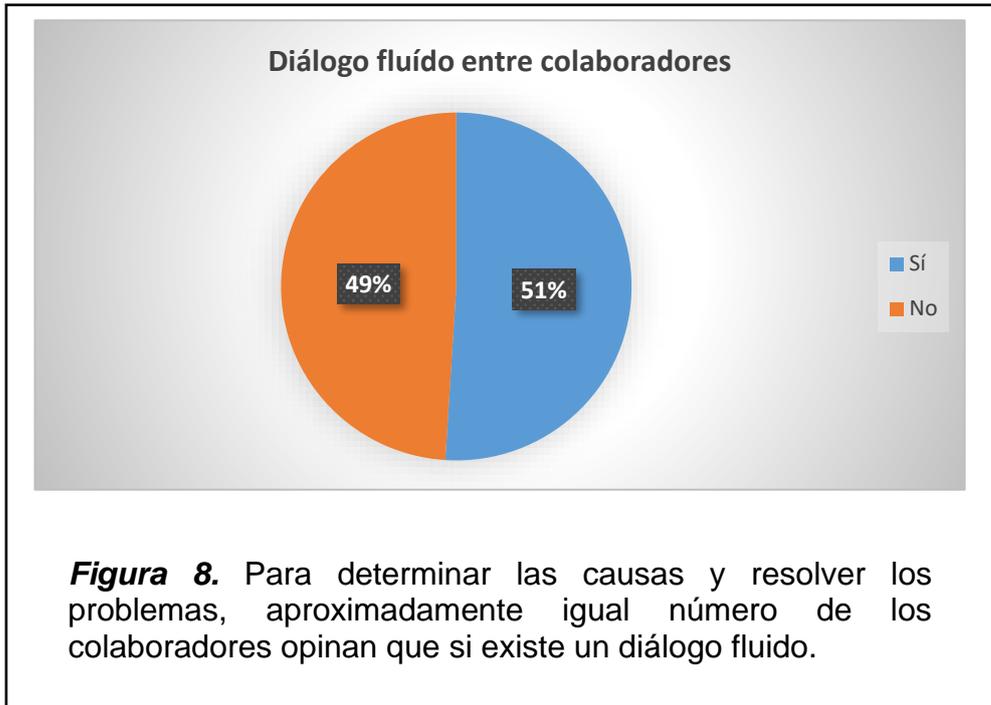
##### A. Resultados de la Encuesta

A continuación, se muestra los resultados de la encuesta realizada a los 25 médicos responsables del uso de los equipos biomédicos del hospital.

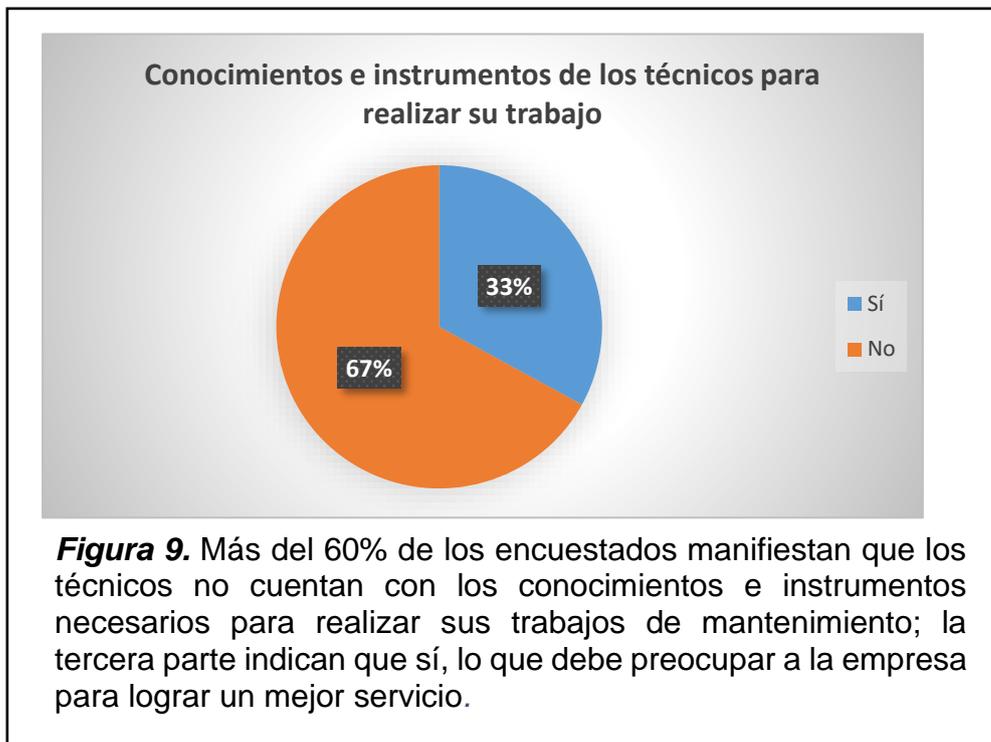
**Pregunta 1.** ¿Considera que el servicio de mantenimiento que brinda la empresa es eficaz?



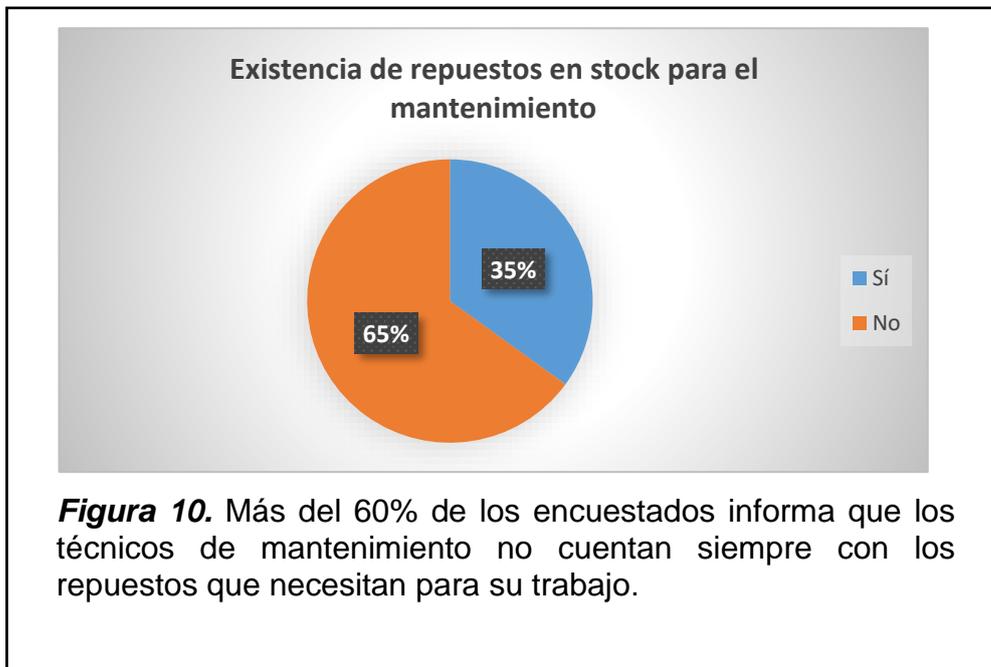
**Pregunta 2.** ¿Existe un diálogo fluido entre todos los colaboradores que posibilita examinar las razones raíz de los problemas para evitar su recurrencia?



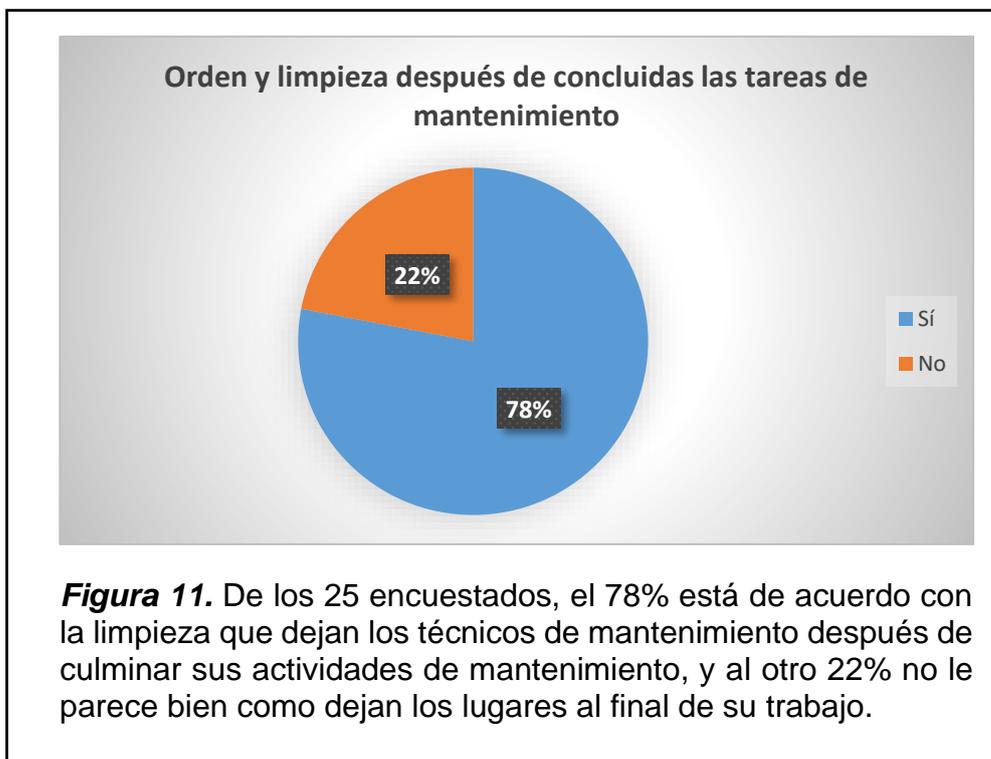
**Pregunta 3.** ¿Los técnicos de mantenimiento cuentan con los conocimientos y los instrumentos necesarios para realizar su trabajo?



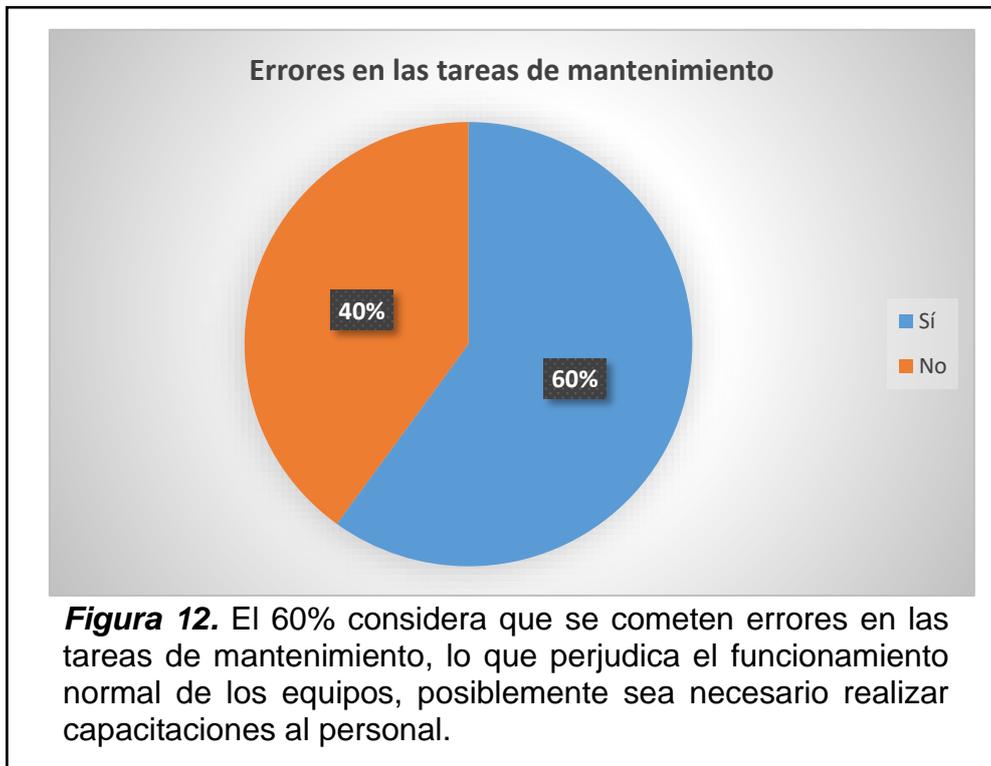
**Pregunta 4.** ¿Existe siempre en stock los repuestos necesarios para que los técnicos realicen sus labores de mantenimiento?



**Pregunta 5.** ¿Cuándo se concluye una tarea de mantenimiento, los técnicos dejan el lugar ordenado y limpio?



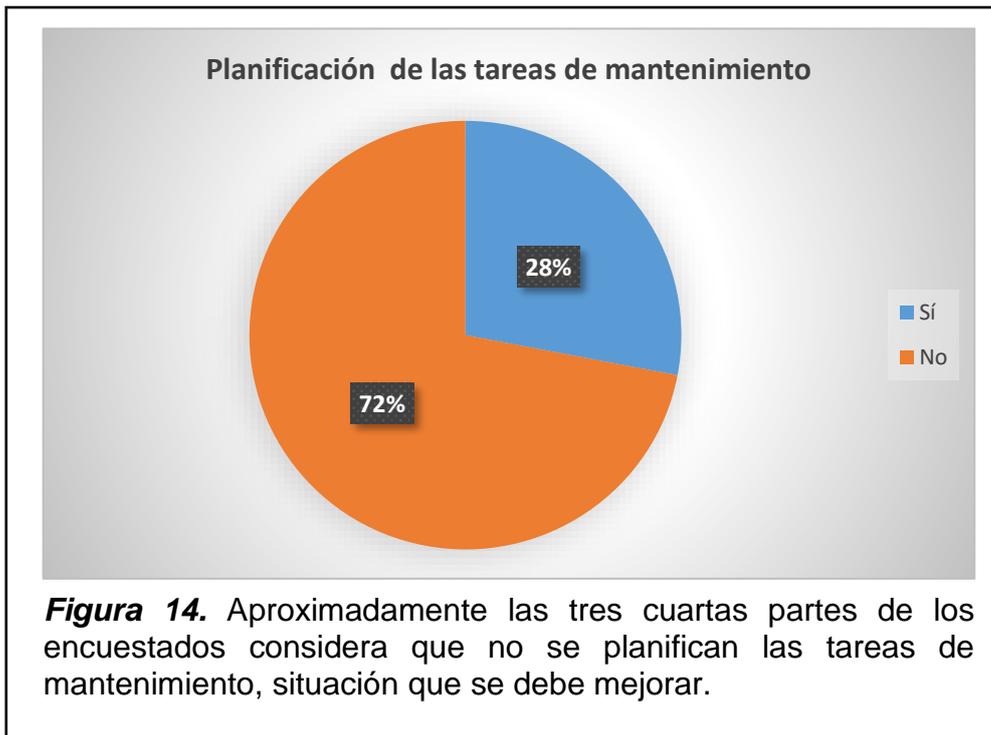
**Pregunta 6.** ¿Considera que se producen errores en las tareas de mantenimiento?



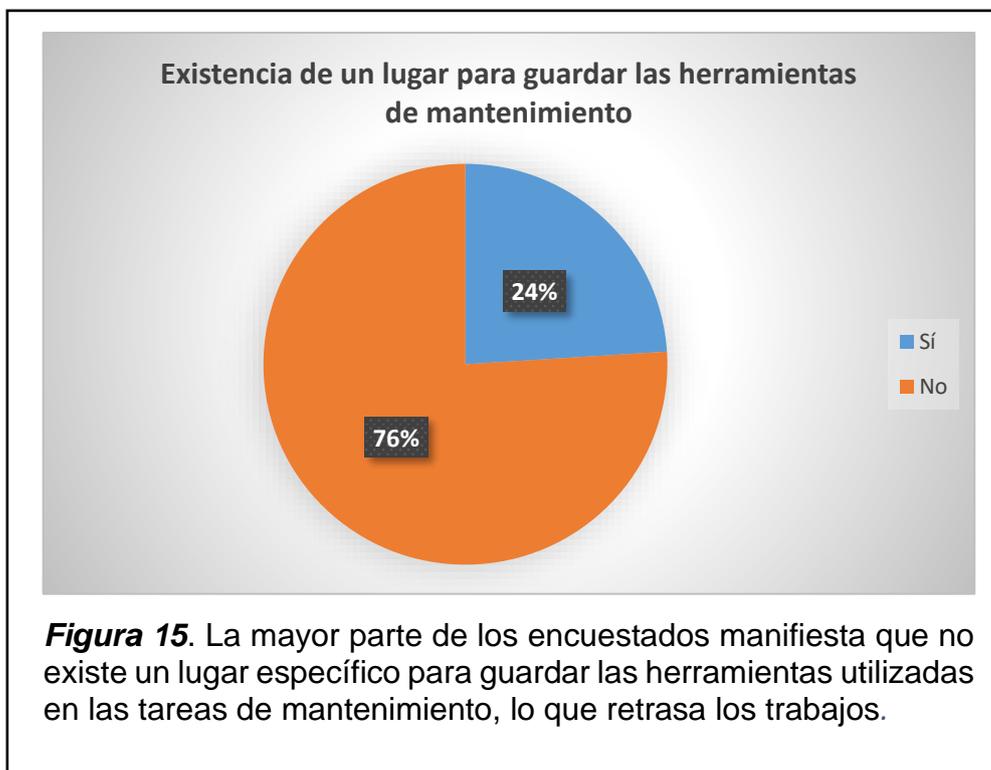
**Pregunta 7.** ¿Los supervisores apoyan a los técnicos en sus tareas de mantenimiento?



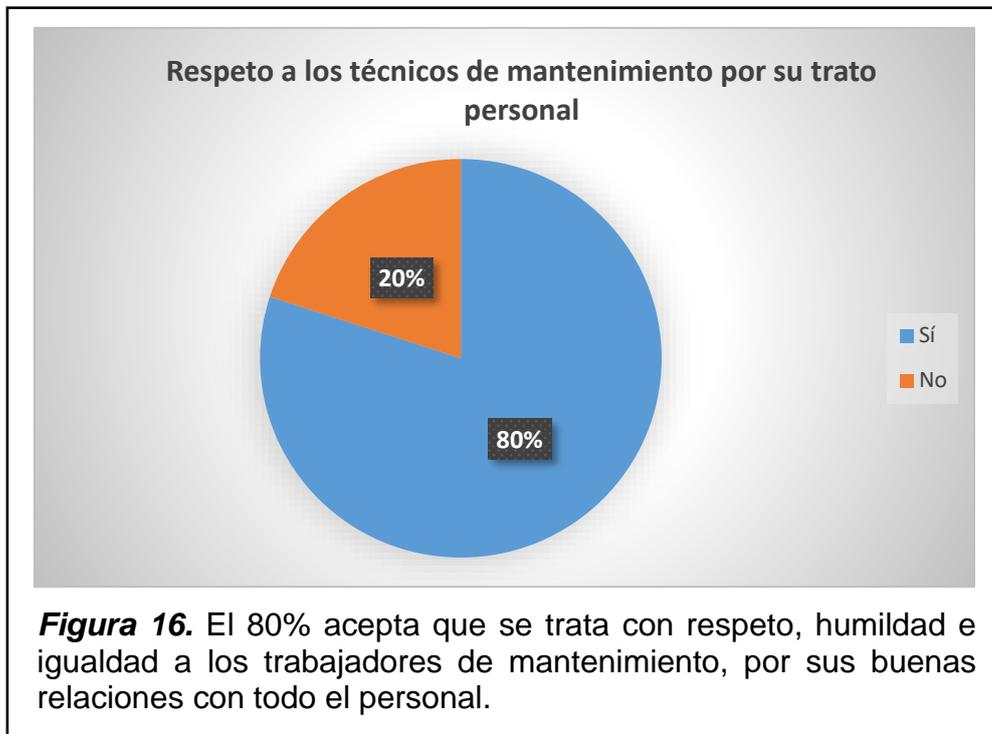
**Pregunta 8.** ¿Considera que se planifican las tareas de mantenimiento?



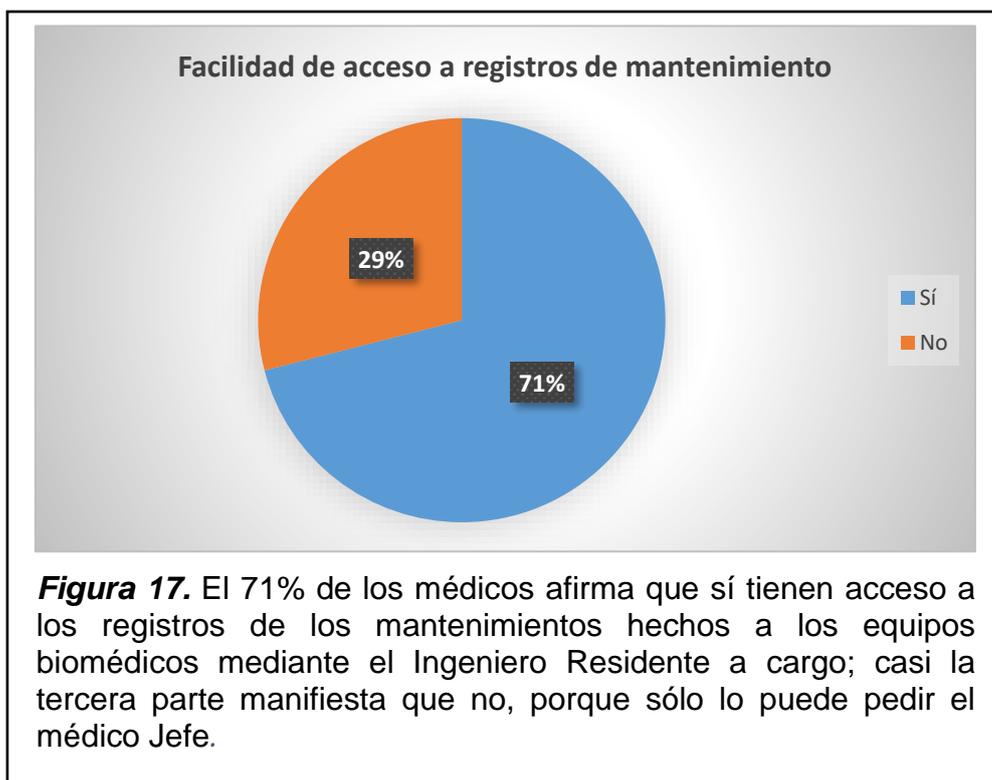
**Pregunta 9.** ¿Existe un lugar específico asignado para guardar las herramientas que se utilizan en las labores de mantenimiento?



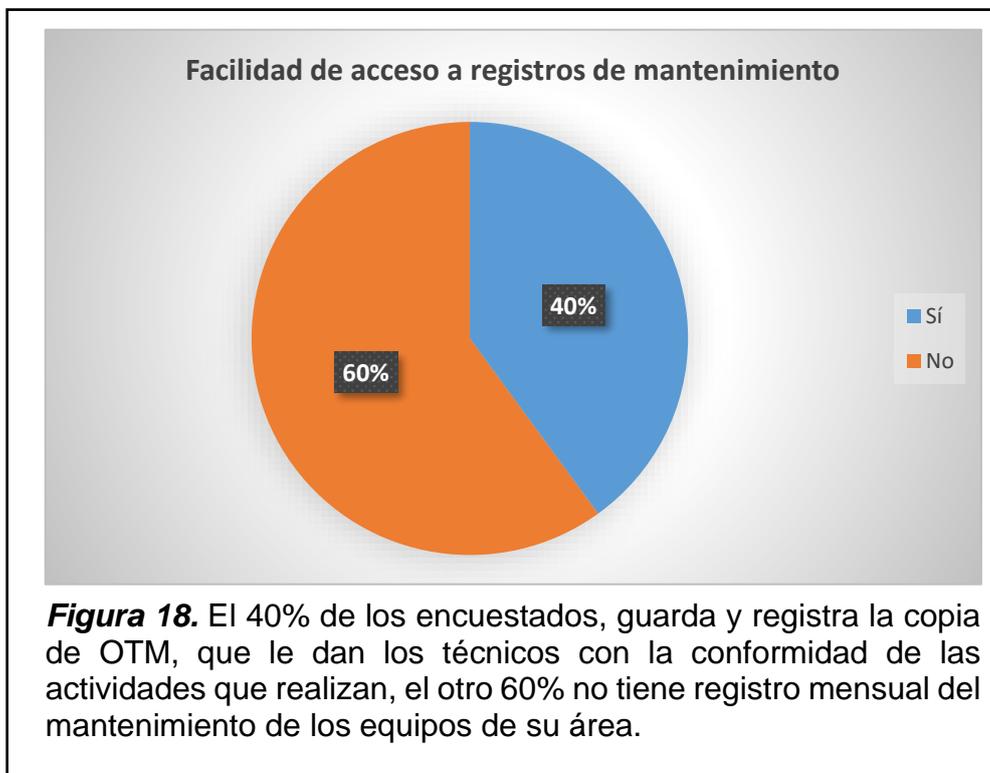
**Pregunta 10.** ¿Los técnicos de mantenimiento son respetados por su trato profesional con todos los demás trabajadores?



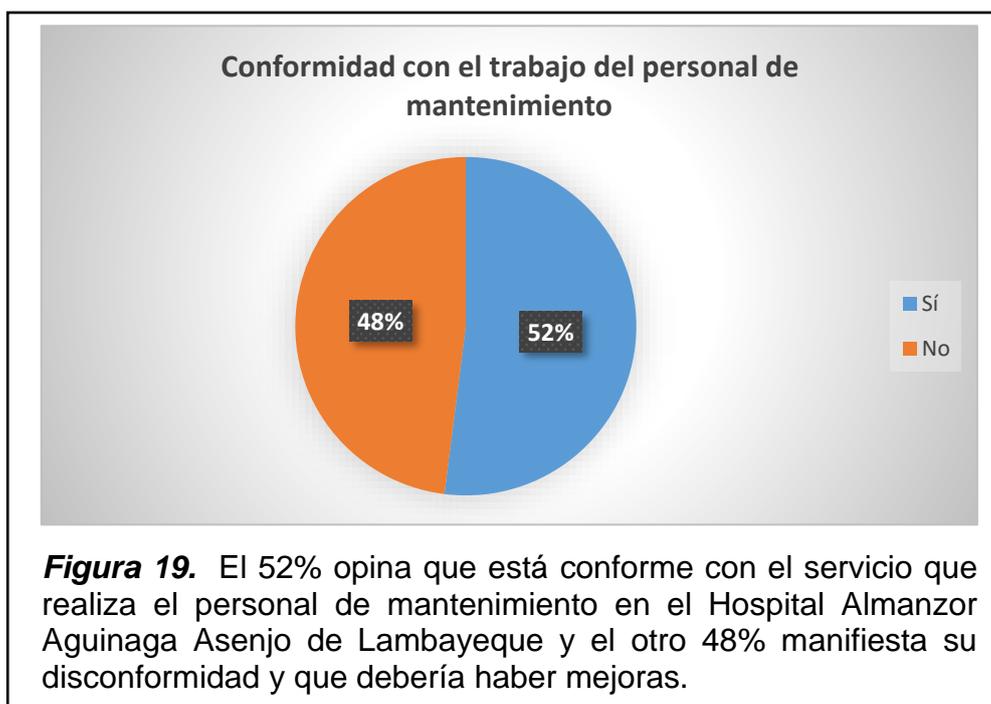
**Pregunta 11.** ¿En caso de ser necesario usted tiene facilidad de acceso a los registros de mantenimiento para conocer las causas de las fallas de los equipos?



**Pregunta 12.** ¿Ud. registra y guarda las órdenes de trabajo de mantenimiento que le dan los técnicos una vez concluidos las tareas en los equipos biomédicos de su área?



**Pregunta 13.** ¿Está usted conforme con el trabajo que realiza el personal de mantenimiento?



**Pregunta 14.** ¿Considera que el servicio de mantenimiento realizado por terceros es satisfactorio?



### Resultados de la Observación Directa

Esta técnica se aplicó en los días que visitamos la compañía, para evaluar y detectar ciertos aspectos que consideramos convenientes para una buena gestión; y de esta forma poder acreditar ciertos acontecimientos detectados durante las indagaciones preliminares.

Para aplicar esta técnica se elaboró una Guía de Observación, donde se registraron los datos observados.

En el área de mantenimiento, lo primero que se observó fue desorden y falta de limpieza. También se pudo observar que sí cuentan con un registro técnico de las reparaciones; así mismo, que sólo algunas veces registran las fallas de los equipos biomédicos de EsSalud.

Se observó que existen unas fichas donde se registran el ingreso de los repuestos, y que el personal técnico trabaja en grupo.

Así mismo se observó que las herramientas no tienen un lugar específico para guardarlas, pues se pudo apreciar varias de ellas en diferentes lugares del área de trabajo. Sí cuentan con el espacio, y mobiliarios necesarios para realizar su trabajo adecuadamente, pero hacen falta herramientas.

**Tabla 4***Guía de observación*

		<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN</b>			
<b>Nombre de la Empresa</b>		M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC			
<b>Nombre del Área a Observar</b>		Área de Mantenimiento			
<b>N°</b>	<b>Aspectos a Evaluar</b>	Si	No	A veces	Observaciones
<b>1</b>	Existe orden en el sector de trabajo.		x		
<b>2</b>	Está limpia el área de trabajo.		x		
<b>3</b>	Se cuenta con un registro técnico de las reparaciones	x			Se usan OTM
<b>4</b>	Se cuenta con un registro de las fallas de los equipos biomédicos			x	
<b>5</b>	Hay fichas donde se registre el ingreso de los repuestos	x			
<b>6</b>	Se observa trabajo en grupo en la zona de mantenimiento	x			
<b>7</b>	Se aprecia que los técnicos contribuyan con el cuidado de los equipos biomédicos	x			
<b>8</b>	Las herramientas tienen un lugar específico en el área de trabajo		x		
<b>9</b>	El área de trabajo es suficientemente amplia para realizar el trabajo sin dificultades.	x			No cuentan con inventario
<b>10</b>	En el área de trabajo, cuentan con los equipos y mobiliario necesario.	x			

Fuente: Elaborado por el equipo investigador

**Análisis Documentario.** Para registrar la información necesaria para la presente investigación se analizaron documentos del área de trabajo, tales como registros, órdenes de trabajo, requerimientos de servicio, manuales de los equipos, etc. Con esta técnica se obtuvo la siguiente información:

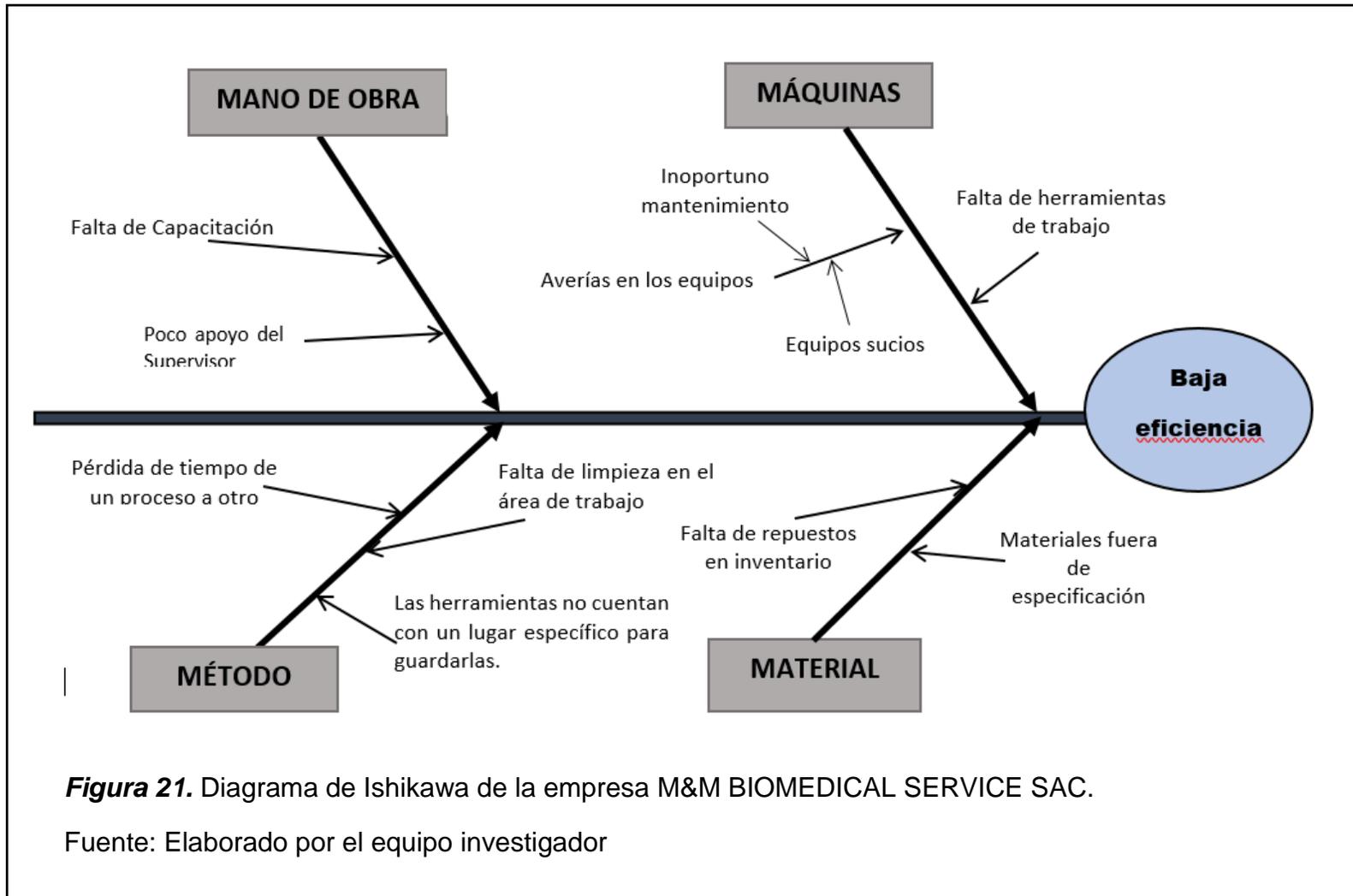
**Tabla 5***Información general del personal*

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Puesto</b>	<b>Grado de Institución</b>	<b>Edad</b>	<b>Años de experiencia</b>
1	Carlos Molina	Gerente General	Universidad Completa	55	15
2	Juan Carlos Terrones Núñez	Ing. Residente	Universidad Completa	34	7
3	Fabio Oblitas Vera	Ing. Asistente	Universidad Completa	27	6
4	Katherine Huamán Chero	Tec. Administrativa	Superior Técnica	27	3
5	FLORES MORALES LEONARDO	Técnico	Superior Técnica	25	4
6	RODRIGUEZ SANCHEZ EDGAR	Técnico	Superior Técnica	57	5
7	ZEGARRA VARGAS GABRIEL	Técnico	Superior Técnica	47	6
8	REYES PERALTA MAGALDI	Técnico	Superior Técnica	37	5
9	MACETAS ARAUJO DARIO	Técnico	Superior Técnica	60	6
10	CIEZA CUBAS JOB	Técnico	Superior Técnica	39	5
11	CASTAÑEDA MONTENEGRO JUAN	Técnico	Superior Técnica	52	5

**Fuente: M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC**

La Tabla 5 indica detalladamente el nivel de instrucción alcanzado por el personal de la empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC y a la vez conocer las labores y años de experiencia con que cuentan en el medio laboral, concluyendo que todos los técnicos cuentan con una experiencia mayor o igual a 4 años.

### 3.1.3.2 Herramientas de Diagnóstico



### 3.1.4 Situación Actual de la variable dependiente

El cálculo de la eficiencia del servicio de la empresa M&M BIOMEDICAL S.A.C. se ha hecho en función al cálculo del OEE, el cual resulta de multiplicar tres indicadores porcentuales: La Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad de los equipos, según los datos obtenidos en los meses de diciembre 2017 a junio del 2018.

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

#### A) Cálculo de la Disponibilidad Actual.

Para el cálculo de la disponibilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planificado} \times 100$$

#### B) Cálculo del tiempo operativo

El cálculo del tiempo operativo = (tiempo total del trabajo – paros/fallas/mantenimiento). El tiempo total, se ha calculado teniendo en cuenta el tiempo trimestral total de los equipos en los Hospitales: CAYALTI, CHEPEN, PATAPO, CHOTA, CUTERVO, CHONGOYAPE, TUCUME, J. L. ORTIZ, NAYLAMP, SAN IGNACIO, PUCARA, JAEN, MOTUPE, OLMOS, JAYANCA, LAMBAYEQUE, SANTA CRUZ, ETEN, FERREÑAFE, CH.OESTE, OYOTUN, LA VICTORIA, MOCUPE.

Se consideró 8 h/d de lunes a viernes y 5 h el sábado en los 23 hospitales, de acuerdo al horario de trabajo y a los días laborables de cada mes del 2018.

**Tabla 6***Disponibilidad actual*

DISPONIBILIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO
Tiempo total de trabajo (h)	12144	11040	12696
paros/averías/mantenimiento (h)	1418	1288	1366

*Fuente: M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.*

$$\text{Disponibilidad Actual} = \frac{35880 - 4072}{35880} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad Actual} = 88,65\%$$

**C) Cálculo del Rendimiento Actual.**

Para el cálculo del rendimiento se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{\left(\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades}}\right)}{\left(\text{Tiempo de ciclo ideal}\right)}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{\text{numero de equipos}}{\text{horas de trabajo}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{853}{35880} = 0.024$$

$$\text{Tiempo Ciclo ideal} = \frac{1}{\text{Capacidad Nominal}}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo ideal} = \frac{1}{0.024} = 41.67$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\left(\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades}}\right)}{\left(\text{Tiempo de ciclo ideal}\right)}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(35880-4072)/853}{(41.67)} = 0.895$$

**D) Cálculo de la Calidad Actual.**

Para el cálculo de la Calidad Actual

**Tabla 7**

*Calidad Actual*

CALIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO
Total de unidades por mantenimiento	299	274	280
Unidades disconformes	3	24	0

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

$$\text{Calidad} = Q = \frac{N^{\circ} \text{ unidades conformes}}{N^{\circ} \text{ unidades totales}}$$

$$Q = \frac{826}{853} = 0.9683$$

$$OEE = 0,8865 * 0,895 * 0,9683 = 0.7683$$

**Eficiencia General de los Equipos (OEE)**

Tener un OEE de 76,83% significa que de cada 100 equipos que se le brinda mantenimiento, a 76 equipos se les brinda eficientemente un mantenimiento preventivo, mientras tanto los otros 24 equipos dependerán de un mantenimiento correctivo.

## **1.2 Propuesta de Investigación**

### **1.2.1 Objetivos de la propuesta**

Los objetivos de la presente propuesta son:

- a) Reducir el tiempo de mantenimiento de los equipos biomédicos.
- b) Incrementar la eficiencia del servicio de mantenimiento que brinda M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC, a Essalud.

### **1.2.2 Fundamentación**

Esta investigación se fundamenta en las teorías existentes sobre la gestión del mantenimiento de equipos, que consideran la necesidad de analizar las condiciones de la organización en estudio, el estado de la problemática tomando en cuenta la criticidad de los equipos, la existencia de los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos y metas, que como en este caso repercute en la salud de los pacientes que concurren a un centro médico.

### **1.2.3 Desarrollo de la propuesta**

#### **3.2.3.1 Plan de Mantenimiento.**

#### **Análisis de criticidad de los equipos**

Para poder planificar el mantenimiento de los equipos que realiza la empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC a Essalud, es necesario determinar la criticidad de los equipos, a fin de plantear la propuesta en base a los que son más críticos. Para ello se ha determinado que del total de los equipos a los que realiza el servicio de mantenimiento esta empresa los que merecen mayor atención son los del Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo, tanto por la magnitud del servicio que brinda este centro de salud, como por el número de equipos con que cuenta; por lo que el

análisis de criticidad se ha realizado a los 54 equipos de dicha institución, ubicada en la ciudad de Chiclayo.

La criticidad de los equipos está relacionada con su importancia en el trabajo de una empresa, sea de producción o de servicios como enteste caso. Debido a que los recursos económicos siempre son limitados y hay que gestionarlos de la mejor manera, se debe destinar la mayor parte de dichos recursos a los equipos más importantes porque son los que tendrán mayor influencia en el cumplimiento de las metas y objetivos empresariales. El análisis de criticidad permitirá establecer esta diferencia.

En concordancia con la opinión de García (2004) se consideran cuatro niveles de criticidad en los equipos utilizados en el tratamiento de la salud humana:

- a) Equipos altamente críticos; aquellos cuyo paro en su funcionamiento ocasiona severos daños al tratamiento de la salud de los pacientes.
- b) Equipos críticos; los que su parada afecta significativamente al servicio del centro de salud.
- c) Equipos importantes; son aquellos que, al suceder paradas, averías o mal funcionamiento, afectan el servicio, pero el centro de salud lo puede asumir con cierta facilidad.
- d) Equipos prescindibles; son equipos en los que cualquier problema que se presenten en su funcionamiento incide poco en el servicio, pudiendo ocasionar alguna ligera incomodidad y su costo de reparación es pequeño.

El primer paso para determinar la criticidad de los equipos es tener la relación detallada de ellos, luego será necesario elaborar una ficha para cada uno, en la que se consigne la información más importante relacionada con su mantenimiento. Se sugiere que la ficha de cada equipo se considere, entre otros, los siguientes datos: Código y descripción del equipo, información general, especificaciones principales, nivel de criticidad, tipo de mantenimiento a realizar, repuestos críticos que deben existir en stock, otros repuestos, consumibles (lubricantes, filtros, etc.) , costo del

mantenimiento. Con base en esta información se podrá elaborar el presupuesto y el plan de mantenimiento.

La determinación de la criticidad de los equipos permitirá establecer con más precisión y eficiencia el tipo de mantenimiento a realizar, ya sea correctivo, predictivo, preventivo u otro, que asegure su normal funcionamiento y las consecuencias de la falta de servicio que perjudique a los pacientes, que en algunos casos podría llegar a casos extremos como la muerte o el agravamiento de su salud.

Para la determinación de la falla de los equipos los estudiosos coinciden en considerar la siguiente fórmula matemática:

### **Criticidad = Frecuencia x Consecuencia**

La frecuencia está relacionada con el número de fallas en un determinado tiempo; la consecuencia está asociada a: el impacto operacional, la flexibilidad operacional, el costo de mantenimiento, el impacto al medio ambiente y el impacto a la seguridad.

- a. **Frecuencia de falla (F).** Representa el número de veces que falla cualquier componente de un equipo.
- b. **Impacto operacional (IO).** Se refiere al porcentaje de pérdidas del servicio que es afectado al ocurrir una falla.
- c. **Flexibilidad Operacional (FO).** Se refiere a la posibilidad de poder hacer un cambio rápido para continuar el servicio sin producir costos adicionales.
- d. **Costo de Mantenimiento (CM).** Son todos los costos (mano de obra, accesorios, repuestos, etc.) que se utilizan para realizar la tarea de mantenimiento de los equipos cuando estos fallan.
- e. **Impacto al Medio Ambiente (IMA).** Esta referido a la posibilidad de que ocurran eventos que dañen al medio ambiente.
- f. **Impacto a la Seguridad (IS).** La seguridad de las personas, los equipos y las instalaciones es un indicador importante para definir la criticidad de los equipos. posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas.

**Tabla 8***Factores de criticidad*

<b>FACTOR DE FRECUENCIA (FF)</b>	
<b>Frecuencia de fallas/mes</b>	<b>Ponderación</b>
Frecuente, mayor a 5 eventos	5
Probable, 3 a 4 eventos	4
Posible, 2 eventos	3
Improbable, 1 evento	2
Sumamente improbable, menos de 1 evento	1
<b>FACTORES DE CONSECUENCIAS</b>	
<b>Impacto operacional (IO)</b>	<b>Ponderación</b>
Pérdidas mayores a 75% servicios al mes	5
Pérdidas 50% a 74% servicios al mes	4
Pérdidas 25% a 49% servicios al mes	3
Pérdidas 10% a 24% servicios al mes	2
Pérdidas inferiores a 10% servicios al mes	1
<b>Flexibilidad operacional (FO)</b>	<b>Ponderación</b>
No existe stock, tiempo reparación alto	5
Stock parcial, procedimiento reparacióp n complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparacióp n sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparacióp n complejo	2
Stock suficiente, tiempo reparación bajo	1
<b>Costo de mantenimiento (CM)</b>	<b>Ponderación</b>
Costos mayores o iguales a 5000 soles	5
Costos mayores a 3000 y menores a 5000 soles	4
Costos mayores a 2000 y menores a 3000 soles	3
Costos mayores a 1000 y menores a 2000 soles	2
Costos menores a 1000 soles	1
<b>Impacto medio ambiente (IMA)</b>	<b>Ponderación</b>
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos en el ambiente	4
Daños medios en el ambiente	3
Daños mínimos en el ambiente	2
Sin daño ambiental	1
<b>Impacto seguridad (IS)</b>	<b>Ponderación</b>
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: Adaptado en base a norma SAE JA1011

En la figura 22 se presenta una matriz de criticidad en la que se puede observar los niveles de alta, media o baja criticidad que pueden tener los equipos.



**Figura 22.** Matriz de criticidad con sus niveles.

Fuente: Ramírez y Moreno (2017)

En la tabla 9 se presenta la criticidad de los equipos del HNAAA según la ponderación los criterios de criticidad antes anotados, en base a información obtenida de la empresa.

**Tabla 9***Determinación de la criticidad de los equipos*

No.	Equipo	FF	Impacto					Criticidad
			IO	FO	CM	IMA	IS	
1	ELECTROENCEFALOGRAFO PORTATIL	5	5	5	2	2	4	90
2	ESTERILIZADOR A CALOR SECO	5	5	3	5	3	4	100
3	MICROSCOPIO BINOCULAR	1	4	5	5	2	4	20
4	MICROSCOPIO BINOCULAR DE DOBLE CABEZAL	1	4	4	2	2	3	15
5	CRIOSTATO PARA CORTES POR CONGELACION	1	4	5	2	3	3	17
6	SIERRA ELECTRICA OSCILANTE	5	3	2	1	2	2	50
7	FLOTADOR DE TEJIDO	1	4	4	2	3	4	17
8	BAÑO MARIA	5	3	1	4	3	2	65
9	EQUIPO DE TRACCION CERVICAL - LUMBAR	5	4	4	2	1	4	75
10	TANQUE DE COMPRESAS CALIENTES	1	4	1	2	3	2	12
11	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	5	5	4	5	3	4	105
12	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA (25 A 45 LITROS)	5	4	3	2	3	3	75
13	SISTEMA DE LLAMADAS DE ENFERMERAS	1	3	1	4	1	1	10
14	COAGULOMETRO DE SANGRE COMPLETA HEPARINIZADA	1	4	4	3	3	4	18
15	ASPIRADOR DE SECRECION PORTATIL	5	5	2	4	4	5	100
16	LAMPARA DE UV	1	3	4	2	2	2	13
17	COCHE DE PARO	4	5	2	2	2	3	56
18	SIERRA ELECTRICA PARA CORTAR YESO	1	3	1	1	3	1	9
19	LAMPARA DE HENDIDURA CON TONOMETRO DE APLANACION	1	4	5	3	2	2	16
20	OFTALMOSCOPIO INDIRECTO	4	4	4	2	2	4	64
21	CAMPIMETRO COMPUTARIZADO	5	3	4	2	2	3	70
22	LENSOMETRO	1	3	5	2	2	3	15
23	AUTOKERATOREFRACTOMETRO	1	3	5	2	2	3	15
24	FRONTOLUZ QUIRURGICO	1	4	4	3	2	4	17
25	UNIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGIA	5	5	5	2	3	5	100
26	AUDIOMETRO DE DOS CANALES	5	4	4	2	2	3	75
27	UNIDAD DENTAL CON SILLON INCORPORADO MAS COMPRESORA	5	5	4	2	2	4	85
28	EQUIPO DE FOTOPOLIMERIZACION	1	5	5	3	2	3	18
29	NEBULIZADOR	5	5	4	3	3	4	95
30	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR	5	4	3	2	3	3	75

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

**Tabla 10***Determinación de la criticidad de los equipos (continuación)*

No.	Equipo	FF	Impacto					Criticidad
31	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO AB/3)	1	4	5	2	3	3	17
32	ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTÁTIL PARA AMBULANCIA	5	5	5	3	3	5	105
33	EQUIPO DE FOTOTERAPIA CON LUZ HALOGENA	1	4	5	2	2	3	16
34	EQUIPO DE FOTOTERAPIA	1	4	5	2	3	3	17
35	LARINGOSCOPIO DE FIBRA OPTICA NEONATAL	1	4	4	3	3	4	18
36	DISPENSADOR DE PARAFINA	1	4	2	2	3	2	13
37	PROCESADOR AUTOMÁTICO DE TEJIDOS	1	3	4	2	2	4	15
38	CENTRIFUGA DE MESA (400 A 750 ML)	5	5	2	4	2	4	85
39	ESTUFA CULTIVO	1	5	4	2	3	4	18
40	MICROTOMO DE ROTACION	5	4	4	2	2	3	75
41	MICROSCOPIO DE FASE INVERTIDA	5	4	5	2	2	4	85
42	BAÑO MARIA CON AGITACION	5	4	3	2	3	2	70
43	CENTRIFUGA DE PIE REFRIGERADA	1	4	4	2	2	2	14
44	CENTRIFUGA PARA MICROHEMATOCRITOS	5	4	4	2	2	2	70
45	CENTRIFUGA DE MESA REFRIGERADA	1	4	4	2	2	2	14
46	ROTADOR DE PLAQUETAS	1	4	4	2	2	3	15
47	CENTRIFUGA DE PIE DE 1 A 2 LITROS	5	4	3	3	2	2	70
48	ESPECTROFOTOMETRO	1	4	5	2	2	4	17
49	MICROSCOPIO PARA INMUNOLOGIA Y CONTRASTE DE FASE	1	4	5	3	2	4	18
50	TANQUE DE PARAFINA	1	4	3	2	3	2	14
51	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA POR PLASMA DE PIROXIDO DE HIDROGENO	5	5	4	3	3	5	100
52	CORTADORA ELECTRICA DE GASAS	1	3	1	2	3	2	11
53	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA CON OXIDO DE ETILENO "STERI VAC 3M"	5	5	4	3	3	5	100
54	ELECTROENCEFALOGRAFO DIGITAL	3	4	5	4	3	3	57

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

Para realizar el mantenimiento de los equipos que son críticos se presenta en la tabla 10 la criticidad de los equipos.

**Tabla 11**

*Criticidad de los equipos*

Ítem	Equipo	Criticidad	%	% acumulado
1	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	105	4.16%	4.16%
2	ASPIRADOR DE SECRECION PORTATIL PARA AMBULANCIA	105	4.16%	8.31%
3	ESTERILIZADOR A CALOR SECO	100	3.96%	12.27%
4	ASPIRADOR DE SECRECION PORTATIL	100	3.96%	16.23%
5	UNIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGIA	100	3.96%	20.19%
6	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA POR PLASMA DE PIROXIDO DE HIDROGENO	100	3.96%	24.15%
7	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA CON OXIDO DE ETILENO "STERI VAC 3M"	100	3.96%	28.11%
8	NEBULIZADOR	95	3.76%	31.87%
9	ELECTROENCEFALOGRAFO PORTATIL	90	3.56%	35.43%
10	UNIDAD DENTAL CON SILLON INCORPORADO MAS COMPRESORA	85	3.37%	38.80%
11	CENTRIFUGA DE MESA (400 A 750 ML)	85	3.37%	42.16%
12	MICROSCOPIO DE FASE INVERTIDA	85	3.37%	45.53%
13	EQUIPO DE TRACCION CERVICAL - LUMBAR	75	2.97%	48.50%
14	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA (25 A 45 LITROS)	75	2.97%	51.46%
15	AUDIOMETRO DE DOS CANALES	75	2.97%	54.43%
16	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR	75	2.97%	57.40%
17	MICROTOMO DE ROTACION	75	2.97%	60.37%
18	CAMPIMETRO COMPUTARIZADO	70	2.77%	63.14%
19	CENTRIFUGA PARA MICROHEMATOCRITOS	70	2.77%	65.91%
20	BAÑO MARIA CON AGITACION	70	2.77%	68.69%
21	CENTRIFUGA DE PIE DE 1 A 2 LITROS	70	2.77%	71.46%
22	BAÑO MARIA	65	2.57%	74.03%
23	OFTALMOSCOPIO INDIRECTO	64	2.53%	76.56%
24	ELECTROENCEFALOGRAFO DIGITAL	57	2.26%	78.82%
25	COCHE DE PARO	56	2.22%	81.04%
26	SIERRA ELECTRICA OSCILANTE	50	1.98%	83.02%

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

**Tabla 12***Criticidad de los equipos (continuación)*

Ítem	Equipo	Criticidad	%	% acumulado
27	MICROSCOPIO BINOCULAR	20	0.79%	83.81%
28	COAGULOMETRO DE SANGRE COMPLETA HEPARINIZADA	18	0.71%	84.52%
29	EQUIPO DE FOTOPOLIMERIZACION	18	0.71%	85.23%
30	LARINGOSCOPIO DE FIBRA OPTICA NEONATAL	18	0.71%	85.95%
31	ESTUFA CULTIVO	18	0.71%	86.66%
32	MICROSCOPIO PARA INMUNOLOGIA Y CONTRASTE DE FASE	18	0.71%	87.37%
33	CRIOSTATO PARA CORTES POR CONGELACION	17	0.67%	88.04%
34	FLOTADOR DE TEJIDO	17	0.67%	88.72%
35	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO AB/3)	17	0.67%	89.39%
36	EQUIPO DE FOTOTERAPIA	17	0.67%	90.06%
37	ESPECTROFOTOMETRO	17	0.67%	90.74%
38	FRONTOLUZ QUIRURGICO	17	0.67%	91.41%
39	LAMPARA DE HENDIDURA CON TONOMETRO DE APLANACION	16	0.63%	92.04%
40	EQUIPO DE FOTOTERAPIA CON LUZ HALOGENA	16	0.63%	92.68%
41	MICROSCOPIO BINOCULAR DE DOBLE CABEZAL	15	0.59%	93.27%
42	LENSOMETRO	15	0.59%	93.86%
43	AUTOKERATOREFRACTOMETRO	15	0.59%	94.46%
44	PROCESADOR AUTOMATICO DE TEJIDOS	15	0.59%	95.05%
45	ROTADOR DE PLAQUETAS	15	0.59%	95.65%
46	CENTRIFUGA DE PIE REFRIGERADA	14	0.55%	96.20%
47	CENTRIFUGA DE MESA REFRIGERADA	14	0.55%	96.75%
48	TANQUE DE PARAFINA	14	0.55%	97.31%
49	LAMPARA DE UV	13	0.51%	97.82%
50	DISPENSADOR DE PARAFINA	13	0.51%	98.34%
51	TANQUE DE COMPRESAS CALIENTES	12	0.48%	98.81%
52	CORTADORA ELECTRICA DE GASAS	11	0.44%	99.25%
53	SISTEMA DE LLAMADAS DE ENFERMERAS	10	0.40%	99.64%
54	SIERRA ELECTRICA PARA CORTAR YESO	9	0.36%	100.00%

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

Criticidad alta (rojo)

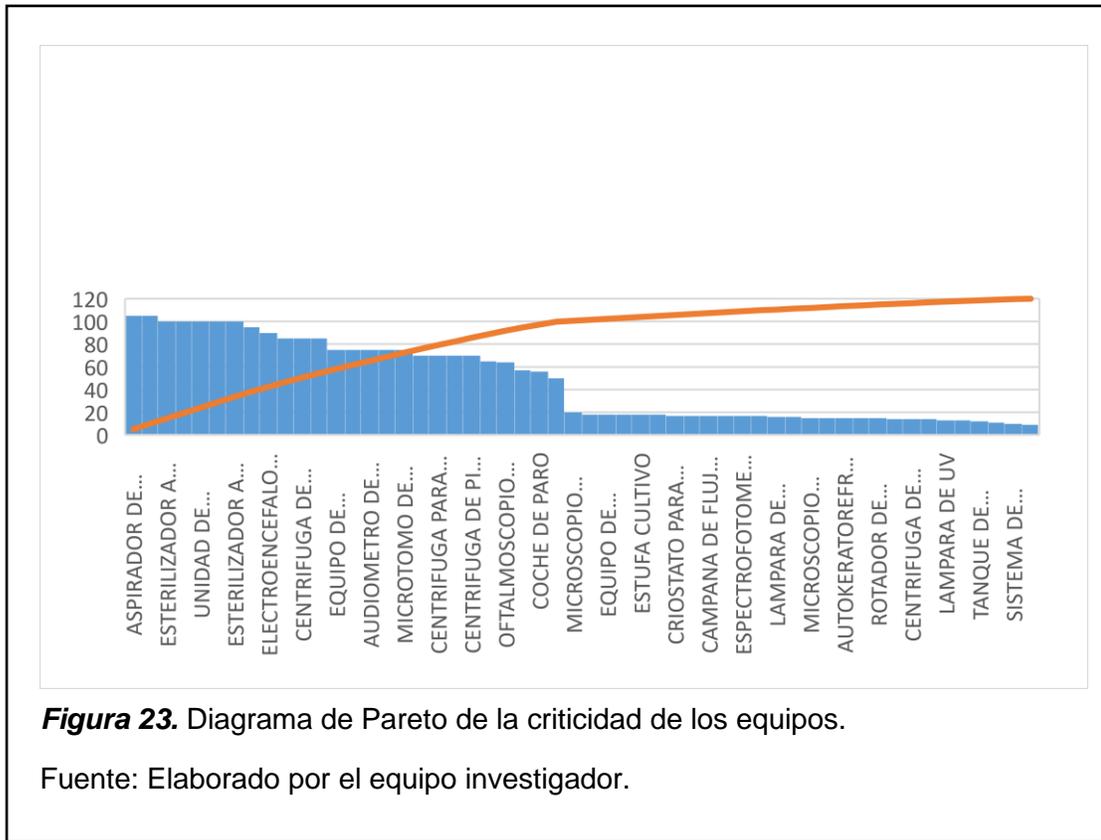
$80 \leq CT \leq 105$

Criticidad media (amarillo)

$50 \leq CT \leq 79$

Criticidad baja (verde)

$5 \leq CT \leq 49$



Como parte de la propuesta para incrementar la eficiencia de los equipos biomédicos de los hospitales de ESSALUD, se propone el sgte. Plan de Mantenimiento para los equipos con mayor criticidad.

## PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO

### Objetivos

- Mantener los equipos biomédicos de los hospitales de ESSALUD de la Región Lambayeque en buenas condiciones de funcionamiento.
- Disminuir el tiempo no operativo de los equipos.
- Disminuir los costos de mantenimiento correctivo.
- Alargar el tiempo de vida útil de los equipos.

### Descripción de los equipos críticos objeto de este plan

Tal como se puede apreciar en la tabla de criticidad, son 12 los equipos que tienen criticidad A; siendo estos equipos el objeto del Plan de mantenimiento.

**Tabla 13**

*Descripción de equipos críticos*

N°	SERVICIO		ETIQUETA	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑOS	ESTADO	FECHACT
1	SERV. EMERGENCIA ADULTOS		00700821	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	CAMI	NEW HOSPIVAC 350	5325	7	Bueno	08/02/2018
2	SERV. EMERGENCIA ADULTOS		00704581	NEBULIZADOR	SILFAB	N32-D	02-0170-09-A	8	Malo por reparar	19/02/2018
3	SERV. ODONTOESTOMATOLOGIA		00367123	UNIDAD DENTAL CON SILLON INCORPORADO MAS COMPRESORA	PELTON CRANE	SPIRIT EC	79385	20	regular	15/08/2017
4	LABORATORIO		00361917	ESTERILIZADOR A CALOR SECO	FANEM	315SE	RL1730	19	Bueno	19/02/2018
5	LABORATORIO		00361918	CENTRÍFUGA DE MESA (400 A 750 ml)	IEC	CENTRA-HN	80297	9	Regular	19/02/2018.
6	SERV. OTORRINOLARINGOLOGÍA		00352418	UNIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGÍA	MINDSAY	OTR-50	UO273581	7	Regular	27/02/2018
7	SERV. OTORRINOLARINGOLOGÍA		00351628	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA CON ÓXIDO DE ETILENO	3M	STERI VAC 5XL	SV1625	8	Regular	19/02/2018
8	SERV. EMERGENCIA ADULTOS		00708581	ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTATIL	DEVILBISS	7305P-D	PD292196	7	Regular	27/02/2018
9	SERV. ODONTOESTOMATOLOGIA		00361625	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA POR PLASMA DE PEROXIDO DE HIDRÓGENO	3M	STERI VAC 4XL4	SV1724	8	Regular	19/02/2018
10	LABORATORIO	00361919	MICROSCOPIO DE FASE INVERTIDA	AMSCOPE	IN400T	FI281534	7	Bueno	19/02/2018	
11	NUROLOGÍA		00382115	ELECTROENCEFALÓGRAFO PORTATIL	SIENNA	ULTIMATE 32	ES1536	7	Bueno	19/02/2018
12	SERV. EMERGENCIA ADULTOS		00708582	ASPIRADOR DE SECRECION PORTATIL PARA AMBULANCIA	DEVILBISS	7305P-D	PD292195	7	Malo por reparar	27/02/2018

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

## Actividades a realizar en el Mantenimiento

En el presente Plan se proponen tres niveles de intervención para los diferentes equipos.

**Tabla 14**

*Actividades que se realizan en el mantenimiento*

<b>Nivel de intervención</b>	<b>Actividades</b>
<b>Mantenimiento preventivo básico</b>	
Nivel 1	Lubricación Inspección de fugas Inspección de niveles de fluidos Engrases Limpieza de la unidad
<b>Mantenimiento preventivo de acuerdo a especificaciones técnicas</b>	
Nivel 2	Revisión sistemática del equipo. Verificación de ajustes. Identificación, evaluación y reparación de averías. Actividades de mantenimiento con asistencia técnica.
<b>Mantenimiento preventivo especializado:</b>	
Nivel 3	Identificación, evaluación y reparación de averías complejas. Revisión sistemática del equipo a nivel mecánico, eléctrico y electrónico.

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

### Actividades específicas de mantenimiento a realizar por tipo de equipo

#### **A. ESTERILIZADOR A CALOR SECO FANEM /315SE ETIQUETA 00708582**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, termostato, contactores y otros.
2. Revisión, desinfección y limpieza general de cámara de esterilización.
3. Revisión y calibración de válvula de seguridad, presostato y termómetro.

4. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
5. Pruebas de funcionamiento.

**B. CENTRIFUGA DE MESA (400 A 750 ml.) / IEC/ CENTRA-HN**

1. Revisión, desinfección y limpieza del equipo, cabezal porta muestras, tapa y bóveda de centrifugado.
2. Revisión Integral y Limpieza de Motor eléctrico, circuito eléctrico anexo y otros.
3. Revisión y calibración de velocidad de centrifugado, revisión de Timer y freno.
4. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
5. Pruebas de funcionamiento.

**C. ASPIRADOR DE SECRECIONES RODABLE CAMI HOSPIVAC 350**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros.
2. Revisión y calibración de manómetro, termómetro, regulador de dirección, perilla reguladora de nivel de succión y sistema antiderrame integrado en la tapa.
3. Limpieza de sistema de frenos, filtro hidrofóbico y antibacterial, interruptor de pie, y frascos de policarbonato.

**D. ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTATIL Y PARA AMBULANCIA NEW ASKIR 30 12V 1000ml**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros.
2. Revisión y calibración de manómetro, termómetro, regulador de dirección, perilla reguladora de nivel de succión y sistema de válvula de desbordamiento.
3. Limpieza de filtro hidrófobo y antibacterial, de tubos 6x10mm y conector cónico de sondas.
4. Ajuste de parámetros de funcionamiento.

5. Pruebas de funcionamiento.

**E. NEBULIZADOR SILFAB/N32D**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros.
2. Revisión y calibración de manómetro y caudalímetro.
3. Limpieza y desinfección de máscaras, pipeta nebulizadora y manguera de conexión.

**F. UNIDAD DENTAL CON SILLÓN INCORPORADO MAS COMPRESORA**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores, paneles táctiles, lámparas y otros.
2. Revisión y limpieza del sistema hidráulico; bomba, mangueras y válvulas.
3. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
4. Pruebas de funcionamiento.

**G. UNIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGÍA MINDSAY/OTR-50**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores, pistolas, pre calentador, lámparas, fuente de luz halógena y otros.
2. Limpieza y desinfección de bandejas, depósitos y botellas.
3. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
4. Pruebas de funcionamiento.

**H. ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA POR PLASMA DE PEROXIDO DE HIDRÓGENO**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros.

2. Limpieza y desinfección de las cámaras de esterilización, bandejas y canastillas.
3. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
4. Pruebas de funcionamiento.

#### **I. ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA CON ÓXIDO DE ETILENO “STERI VAC 3M”**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores, monitores y otros.
2. Limpieza y desinfección de la cámara de esterilización, bandejas y canastillas.
3. Limpieza y calibración de los transductores e indicadores de temperatura, presión, humedad relativa, y concentración del gas.
4. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
5. Pruebas de funcionamiento.

#### **J. ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTATIL NEW ASKIR 30 12V 1000ml**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros.
2. Revisión y calibración de manómetro, termómetro, regulador de dirección, perilla reguladora de nivel de succión y sistema de válvula de desbordamiento.
3. Limpieza de filtro hidrófobo y antibacterial, de tubos 6x10mm y conector cónico de sondas.
4. Ajuste de parámetros de funcionamiento.
5. Pruebas de funcionamiento.

## **K. MICROSCOPIO DE FASE INVERTIDA AMSCOPE / IN400T SERIE**

### **FI281534**

1. Eliminar el polvo de las lentes utilizando un cepillo suave o una gasa.
2. Para eliminar la marca de los dedos o grasa de las lentes, utilizar una gasa suave impregnada de alcohol absoluto (alcohol metílico o etílico).
3. Para limpiar los objetivos usar una mezcla de xileno y alcohol etílico, contemplando las precauciones pertinentes.
4. Limpiar el cuerpo del microscopio con una solución jabonosa, nunca se debe emplear disolventes orgánicos (disolvente, alcohol, eter o xileno) para la limpieza de las superficies pintadas y de plástico. Después de que la suciedad haya sido retirada, el cuerpo del microscopio puede limpiarse con una solución 50/50 de agua destilada y etanol al 95 %.

## **L. ELECTROENCEFALÓGRAFO PORTATIL Sienna Ultimate 32**

1. Revisión y limpieza del equipo, circuito eléctrico, resistencias, contactores y otros
2. Comprobar las conexiones de cables y los electrodos para detectar posibles daños y desgastes.
3. Sustituya los cables deshilachados o deteriorados.
4. Desconecte la caja amplificadora de la computadora antes de limpiarla.
5. Examine y limpie la caja amplificadora y el cable.
6. Utilice un paño húmedo para limpiar las superficies.

**Tabla 15**

*Cronograma de mantenimiento*

N°	EQUIPOS	UNID.	HM/U	TOTAL (h)	TCO.	ENERO				FEBRERO			
						S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	ASPIRADOR DE SECRECIÓN RODABLE	63	4	252	A								
2	ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTATIL PARA AMBULANCIA	4	4	16	A								
3	ESTERILIZADOR A CALOR SECO	16	6	96	B			6					
4	ASPIRADOR DE SECRECIÓN PORTATIL	19	4	76	B			39	37				
5	UNIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGÍA	3	4	12	B				8	4			
6	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA POR PLASMA DE PEROXIDO DE HIDRÓGENO	1	6	6	B					6			
7	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA CON ÓXIDO DE ETILENO "STERI VAC 3M"	1	6	6	B					6			
8	NEBULIZADOR	4	4	16	B					16			
9	ELECTROENCEFALÓGRAFO PORTATIL	4	6	24	B					13	11		
10	UNIDAD DENTAL CON SILLÓN INCORPORADO MAS COMPRESORA	5	6	30	B						30		
11	CENTRÍFUGA DE MESA (400 A 7 ML)	10	6	60	C								15
12	MICROSCOPIO DE FASE INVERTIDA	1	6	6	C								6

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

## Control

Para esta etapa recomendamos el uso de tarjetas de Registro de mantenimiento, como la que se muestra en la siguiente figura 24.

M & M BIOMEDICAL SERVICE SAC				
Registro de mantenimiento de equipos biomédicos de Es salud				
SERVICIO				
NOMBRE				
MARCA				
AÑO				
SERIE				
Descripción del servicio de mantenimiento				
Fecha	Servicio	Responsable	insumos	Observación

**Figura 24.** Registro de mantenimiento de los equipos biomédicos de Es salud.

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

### 3.2.3.2. Aplicación de las 5S

Esta herramienta se aplicará con la finalidad de poner orden y limpieza en el taller de mantenimiento de la empresa M & M BIOMEDICAL SERVICE SAC y designar un lugar específico para las herramientas que se utilizarán; todo lo cual ayudará a reducir el tiempo de mantenimiento

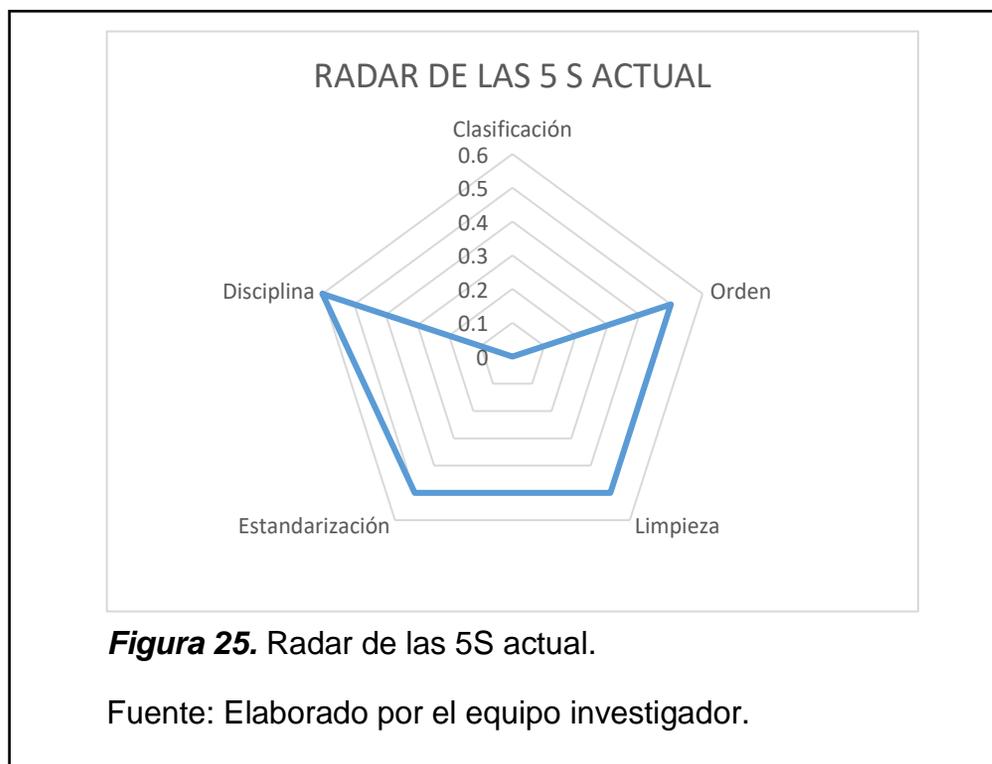
## Radar de las 5S antes de la propuesta

**Tabla 16**

*Puntuación para el radar de las 5S antes de la propuesta.*

5s	Radar de las 5s
Clasificación	0
Orden	0.5
Limpieza	0.5
Estandarización	0.5
Disciplina	0.6

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.



### **Implementación de la Primera S: Clasificar**

En esta primera fase de la Herramienta de las 5 S, que es Clasificar, se desechan los artículos innecesarios que se encuentran dentro del taller.

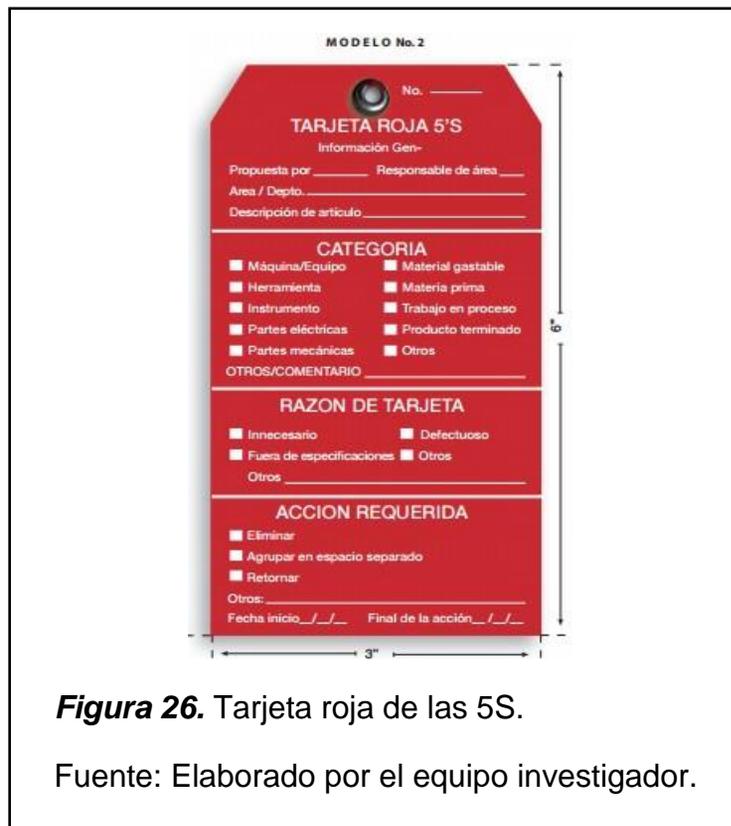
### **Se proponen las siguientes acciones**

1. Elaborar formatos y guías donde se anotará todos los materiales, equipos y herramientas que actualmente se encuentran en el almacén, para luego determinar cuáles elementos son necesarios y deben de quedarse y cuales elementos deben de moverse a otra área o, desecharse. Para identificar los elementos innecesarios se procederá al uso de tarjetas rojas, con el objetivo de poner identificación a dichos elementos.
2. Eliminar información que no es importante y que nos puede conducir a errores de interpretación.

### **Tarjetas rojas**

Con el uso de tarjetas rojas se logrará.

- a) Identificar aquellas herramientas e insumos que son innecesarios y no deberían de encontrarse dentro del taller.
- b) Identificar herramientas o equipos defectuosos, para luego ser desechados.
- c) Identificar a que categoría pertenece cada artículo (equipo, material, herramienta, etc.)



**Figura 26.** Tarjeta roja de las 5S.

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

Es necesario hacer un seguimiento a todos los elementos a los que se ha colocado las tarjetas rojas hasta que se hayan trasladado a otras áreas o se hayan desechado, según sea el caso; para que se note la disminución de elementos innecesarios dentro del taller.

### ***Implementación de la Segunda S: Organizar***

Una vez eliminados los elementos innecesarios dentro del taller, se define el lugar donde se ubicarán aquellos elementos que sí son necesarios, estos deben ser ubicados en un lugar donde se puedan encontrar fácilmente. y donde el acceso sea fácil para minimizar el tiempo de búsqueda.

Para la mejor organización de pernos, tornillos y arandelas se propone la implementación de cajas de madera, donde se organizará cada tamaño de tornillos, pernos y arandelas.

### ***Implementación de la tercera S: Limpieza***

Con la implementación de la tercera S, se pretende generar un ambiente de trabajo limpio para que el personal se sienta cómodo al momento de realizar su trabajo. además, si se limpian frecuentemente los equipos, se podrá revisar su funcionamiento y así, evitar averías y fallas.

Para la implementación de esta fase se tomará en cuenta las siguientes acciones:

**Jornada de limpieza:** Se establecerán horarios de limpieza.

**En primer lugar,** se realizará una limpieza completa a todo el taller, tanto de equipos como de mesas, estantes, pisos, ventanas, etc. Esto se llevará a cabo durante 3 sábados, 04 horas cada sábado con todo el personal del taller. Esta limpieza se realizará de la siguiente manera:

- a) Identificar los focos o fuentes de suciedad, esto se realiza con el fin de conocer que es lo que ocasiona suciedad en el área. También se debe identificar lugares de difícil acceso para el aseo, con el fin de que se realice una higiene total en el área de trabajo.
- b) Con la utilización de escobas se eliminará todos aquellos desperdicios del piso, además del polvo acumulado.
- c) Posteriormente se desinfectará toda el área de trabajo.

**En segundo lugar,** se buscará crear una cultura de limpieza en cada operario para que la apliquen día a día en su puesto de trabajo; buscando que cada técnico realice una limpieza rutinaria de su puesto de la siguiente manera: Al inicio del turno, antes que inicie sus labores debe asegurarse que su área este limpia; durante el proceso, el técnico debe asegurarse de ir eliminando

constantemente aquellos residuos que va generando durante sus actividades; al final del turno el técnico debe asegurarse de dejar su área de trabajo limpia y ordenada.

### ***Implementación de tachos de basura***

Durante la observación se ha podido identificar que el taller no cuenta con tachos para labasura, sino que se tiran al piso los residuos o se ponen en bolsas plásticas, que se van acumulando dentro del taller. Para ello se propone la implementación de tachos para la basura.

### ***Elaboración de un manual de limpieza***

Se elaborará un manual de limpieza donde se especifique todo lo que deben tener en cuenta los trabajadores dentro del puesto de trabajo, con el fin de tener un área de trabajo siempre limpia y en óptimas condiciones.

### ***Implantación de la cuarta S: Estandarizar***

La implementación de la cuarta S, supone establecer estándares para así poder lograr las metas propuestas en las tres primeras "S". Para ello se formuló los siguientes estándares:

1. ***Primer estándar.*** El manual de limpieza será elaborado para poder identificar si el puesto de trabajo está en óptimas condiciones, antes de iniciar las actividades.
2. ***Segundo estándar.*** Se realizará charlas concientizando al personal sobre la importancia de mantener el área de trabajo limpia.

**Objetivo.** Concientizar a los técnicos y asignar las tareas de limpieza, para que puedan llevarse a cabo.

### 3. ***Tercer estándar***

El día que se recibe materiales, debe ser el mismo que se registre y almacene, para así evitar que los materiales se acumulen en la recepción o se

queden por los pasadizos.

#### **4. Cuarto estándar**

Mantener las siguientes medidas de Seguridad e higiene industrial que se muestran a continuación:

- a. Uso de equipos de protección personal como mascarillas, toca y guantes).
- b. Uso de ropa adecuada.
- c. Prevención ante casos de emergencia: Implementar avisos de señalización en los pasadizos. también implementar botiquín de primeros auxilios.
- d. Mantener los servicios básicos en funcionamiento.
- e. Tener iluminación adecuada.
- f. No usar dentro del puesto de trabajo joyas, además no comer mientras realiza sus actividades.

#### ***Implantación de la quinta S: Disciplina***

Esta última fase está directamente relacionada con el cambio cultural de las personas, es por eso que sólo la conducta demuestra su presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina, con esta "S" se propone que el mantenimiento del orden y de la limpieza sea parte de la cultura de los trabajadores; que no lo vean como una tarea.

Más que una obligación que no está dentro de las responsabilidades que debe cumplir; debe ser una “necesidad,” que deben satisfacer, para poder trabajar en un ambiente más adecuado.

Desarrollar estos hábitos de disciplina es cuestión de tiempo, y a los colaboradores del taller en estudio aún les falta esto, sin embargo, para mantener la motivación y entusiasmo de la implementación es necesario promocionar continuamente las 5S e incentivar a todo el personal involucrado; para lo cual, se debe realizar charlas para concientizar a los trabajadores en el cumplimiento de las actividades que les sean asignadas.

### ***Beneficios esperados con la implementación de las 5S***

Los beneficios que se obtendrán con la aplicación de la herramienta de las 5S serán.

La reducción de los tiempos que no agregan valor al producto; además, facilidad en el acceso a las herramientas e insumos que se encuentran en el taller, lo que ayuda a reducir los tiempos de búsqueda de los mismos.

Al contar con un ambiente limpio y ordenado, los colaboradores del taller, realizarán mejor su trabajo, con más entusiasmo y se cometerán menos errores u omisiones.

Capacitar constantemente al personal, permitirá que mejoren las actividades que realizan, reduciendo despilfarros de materiales, tiempo y energía.

### **Capacitación al personal**

Con la finalidad de mejorar el desempeño de todo el personal que labora en el taller, se propone capacitarlos en los siguientes temas:

- a. 5S.
- b. Actividades del mantenimiento preventivo para los diferentes equipos.

#### 1.2.4 Situación de la variable dependiente con la propuesta

Para estimar el valor de la variable dependiente con la propuesta se va a considerar el mismo trimestre, pero del 2022 y se van a tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- De acuerdo a investigaciones sobre la aplicación de las 5S, está podría reducir en un 20% aproximadamente el tiempo perdido en buscar y ubicar objetos, sean insumos, equipos y/o herramientas.
- Considerando que esta reducción es gradual, y siendo conservadores, se ha considerado para la presente investigación una reducción del 10% en el tiempo perdido en buscar y ubicar objetos y en desplazarse por un área desordenada.
- Así mismo estimamos una reducción del 5% en la cantidad de equipos que presentan fallas, debido al mantenimiento preventivo que se les va a aplicar.

**Tabla 17**

*Disponibilidad con la propuesta*

DISPONIBILIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO
Tiempo total de trabajo (h)	12144	11040	12696
paros/averías/mantenimiento (h)	1276.2	1159.2	1229.4

Fuente: M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

$$\text{Disponibilidad Actual} = \frac{35880 - 3664.8}{35880} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad con propuesta} = 89,79\%$$

#### Cálculo del Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{\text{Tiempo de Operación} / (\text{N}^\circ \text{ total de unidades})}{(\text{Tiempo de ciclo ideal})}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{\text{numero de equipos}}{\text{horas de trabajo}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{853}{35880} = 0.024$$

$$\text{Tiempo Ciclo ideal} = \frac{1}{\text{Capacidad Nominal}}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo ideal} = \frac{1}{0.024} = 41.67 \text{ h/eq.}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Tiempo de Operación} / \text{N}^\circ \text{ total de unidades})}{\text{Tiempo de ciclo ideal}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(35880 - 3664.8) / 853}{41.67} = 0.9063$$

### Cálculo de la Calidad

**Tabla 18**

*Calidad con la propuesta*

CALIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO
Total de unidades por mantenimiento	299	274	280
Unidades disconformes	3	23	0

Fuente: M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

$$\text{Calidad} = Q = \frac{\text{N}^\circ \text{ unidades conformes}}{\text{N}^\circ \text{ unidades totales}}$$

$$Q = \frac{827}{853} = 0.9695$$

$$\text{OEE} = 0,8979 * 0,9063 * 0,9695 = 0.7889$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = (\text{OEE}_2 - \text{OEE}_1) / \text{OEE}_1$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = (0.7889 - 0.7683) * 100 / 0.7683$$

$$\Delta\% \text{ OEE} = 2.7\%$$

Esto significa, que si se aplica la propuesta, la eficiencia de los equipos se incrementará en un 2.7%; alcanzando un 78.89%, es decir, que casi el 79% de los equipos no requerirán de un mantenimiento correctivo.

### 1.2.5 Análisis beneficio/Costo

**Tabla 19**

Análisis beneficio /costo.

TIPO DE BIEN	EQUIPOS BIOMEDICOS GRUPO A 2020	HORA- HOMBRE
TIPO DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	S/.24.60

Fuente: M & M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

La tabla 19 muestra los costos por mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos GRUPO A del HNAAA, que asumió la empresa en el 2020.

**Tabla 20**

Costos del mantenimiento correctivo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Repuestos S/	M.O. S/	Total S/
Equipos del HNAAA	37497.23	2706	40203.23

Fuente: M & M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

La tabla 20 muestra un estimado de los posibles costos del mantenimiento preventivo que se propone aplicar a los equipos tipo A del HNAAA

**Tabla 21***Costos del mantenimiento preventivo.*

<b>Mantenimiento Preventivo</b>	<b>Repuestos S/</b>	<b>M.O. S/</b>	<b>Total S/</b>
Equipos del HNAAA	14695.3	1771.2	16466.5

Fuente: M &amp; M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

La tabla 22 nos muestra los costos de implementación de las 5 S con sus respectivos costos.

**Tabla 22**

Costos de implementación de las 5´S

<b>Nº</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>Cant.</b>	<b>COSTO UNITARIO S/</b>	<b>COSTO S/</b>
<b>2</b>	Señalización de pisos			80
<b>3</b>	Compra de utensilios de limpieza			70
<b>4</b>	Salario total de los encargados de implementación	2	750	1500
<b>5</b>	Compra de tarjetas rojas x 50 und	50	1.8	90
<b>6</b>	Papel x millar	1	50	50
<b>11</b>	Compra de cestos para basura grandes	2 und	35	70
<b>13</b>	Compra de estantes	5	150	750
<b>14</b>	Capacitación (trimestral)		500	2000
<b>15</b>	Mano de obra	<u>.4 oper.* 2días</u> <u>(4 h/d)</u>	35	1120
<b>TOTAL</b>				<b>5,730</b>

Fuente: Elaborado por el equipo investigador.

El beneficio de la propuesta sería el ahorro que tendría la empresa M&M al aplicar el Mantenimiento Preventivo.

$$B = 40203.23 - 16466.5 = 23736.73$$

El costo de la propuesta estaría dado por el costo del plan de mantenimiento propuesto y la implementación de las 5S y la capacitación.

$$C = 16466.5 + 5730 = 22196.5$$

Por lo tanto, la relación Beneficio / costo viene dado por:

$$B/C = 23736.73/22196.5 = 1.07$$

Lo cual significa que la propuesta es económicamente factible, ya que, por cada sol que la empresa invierta en la propuesta, recuperará 0.07 Soles.

### **3.3. Discusión de resultados**

Se planteó como objetivo general de la investigación elaborar la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia de los equipos de Essalud-Lambayeque en el servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC., habiéndose logrado dicho objetivo obteniendo un incremento de la eficiencia en un 2.7%.

El desarrollo del objetivo de diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento del servicio que brinda la empresa M&M Biomedical Service SAC., permitió conocer la realidad de dicha gestión tanto en los aspectos positivos como en la problemática que afecta la eficiencia de los equipos de EsSalud a los que brinda servicio. Para el diagnóstico se utilizaron técnicas como la observación directa y entrevistas al personal médico usuario de los equipos en su diaria labor. Entre los aspectos positivos se resalta las buenas relaciones de los técnicos de mantenimiento con el personal médico y entre las deficiencias más resaltantes está la falta de apoyo de los supervisores, la escasez de repuestos en algunos casos que dificulta el cumplimiento de las tareas de mantenimiento, en perjuicio de los pacientes.

Esta situación es similar a lo que determinaron Viscaíno, Villacrés, Gallegos y Negrete (2019) en un artículo científico titulado “Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la zona 3 del Ecuador”, concluyendo que la gestión del mantenimiento de los hospitales en

estudio es baja porque solo alcanzan un 55.5%, siendo el hospital de Latacunga el que se encuentra en peor situación; además, que existe debilidades estructurales y que el criterio de mayor importancia para la mejora consiste en planificar, programar y controlar el mantenimiento.

Se realizó el inventario de los equipos de los 23 hospitales de EsSalud, considerando el número de ellos por cada hospital, detalles técnicos y el estado e funcionamiento en que se encuentran. Se encontraron en total 853 equipos, de los cuales 54 corresponden al hospital Almanzor Aguinaga Asenjo.

Gracias a la información proporcionada por la empresa M&M Biomedical Service SAC., y a la aplicación de las técnicas correspondientes, se determinó la criticidad de los equipos del hospital Almanzor Aguinaga Asenjo, considerado el más representativo debido a su magnitud, a las especialidades que ofrece y al número de pacientes que atiende. Se determinó que 12 equipos tienen alta criticidad, 14 criticidad media y 28 baja criticidad.

Conocida la situación actual de los equipos médicos, se cumplió con el objetivo de desarrollar la propuesta de investigación proponiéndose la aplicación de las 5'S para mejorar la cultura del orden y la limpieza en las áreas de trabajo; además se propuso un plan de mantenimiento preventivo que permita mejorar la disponibilidad de los equipos y consecuentemente incrementar la eficiencia del servicio en un 2.7%. Según Navarro y Buendía (2004) el término de eficiencia es la interacción entre logros alcanzados y recursos consumidos. Centeno (2015), desarrolló un trabajo de investigación en Ecuador con el título de "Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento de los mismo en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro", utilizaron métodos teóricos, empíricos, entrevistas y encuestas, con lo que se propuso un manual de mantenimiento preventivo, cuya aplicación determinaría mejorar la eficiencia de tales equipos. García (2012) entiende por mantenimiento a todas las actividades que se deben desarrollar en orden lógico, con la finalidad de mantener operando de manera segura, efectiva y económica, las máquinas, herramientas y otros activos físicos con que cuenta una organización.

Miranda y Kei (2016), realizaron una investigación en Lima con el título de

“Implementación de una plataforma informática avanzada que sirva de soporte a los procesos que intervienen en la gestión de equipos médicos en establecimientos de salud peruanos”, proponiendo la utilización de herramientas como Sublime Text 2, Laravel Framework, PhpMyAdmin, GitHub, Apache Tomcat, además de la metodología RUP, software que se utiliza para analizar y documentar sistemas orientados a objetos, logrando importantes resultados en la mejora de la gestión.

Finalmente se realizó el cálculo del beneficio costo de la propuesta, obteniéndose 1.07, que de ser aplicada sería favorable para la empresa.

**CAPITULO IV**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 4.1 Conclusiones

1. Se realizó un diagnóstico de la gestión de mantenimiento de la empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC y se encontró desorden y falta de limpieza en el taller, así como la falta de un plan de mantenimiento preventivo y falta de capacitación a los técnicos en temas como 5 S. y mantenimiento preventivo.
2. Se realizó un inventario de los equipos de Es Salud y se encontró un total de 853 equipos, de los cuales 54 se encuentran en el HNAAA, dónde además encontramos equipos de los diferentes tipos que tiene Es Salud en los 23 hospitales en los cuales brinda servicio de mantenimiento la empresa M&M Biomedical Service SAC.
3. Se determinó la criticidad de los equipos del HNAAA de EsSalud; encontrando que son 12 los equipos que tienen clasificación A (criticidad alta); 14 equipos tienen criticidad media y 28 tienen criticidad baja.
4. Se desarrolló una propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la que se propone la aplicación de las 5S y un plan de mantenimiento preventivo.
5. Se realizó una evaluación B/C de la propuesta. Encontrando un valor de 1.07 para esta relación, lo que indica que la propuesta es económicamente viable.
6. Disminuyendo 407.2 horas de mantenimiento trimestrales (10% de las actuales), se incrementó el OEE en un 2.7% logrando un 78.89% (aceptable o bueno).
7. Reduciendo el tiempo de mantenimiento, se aumenta la eficiencia, y reduciendo repuestos se aumenta el beneficio/costo en el servicio.

## **4.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda aplicar la propuesta de la Gestión de Mantenimiento, por ser técnica y económicamente viable.
2. Se recomienda hacer mejoras en la Gestión Logística para reducir el costo de repuestos y aumentar el beneficio-costos del servicio que brinda la empresa.
3. Se recomienda brindar capacitación a los técnicos en temas de mantenimiento preventivo y correctivo.
4. Se recomienda implementar un pequeño almacén de repuestos, para evitar pérdidas de tiempo al requerirse para arreglar algún equipo de Es ZSalud.
5. Se recomienda contratar un nuevo supervisor de mantenimiento que se encargue de las inspecciones de las máquinas, de los mantenimientos correctivos y preventivos y de las capacitaciones a los técnicos respectivamente.

## REFERENCIAS

- Alavedra, C., et al. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 034
- Blanco, S., López, A. y Venero, A. (2014). El triángulo de la Gestión energética en la empresa: Optimización de compras, mantenimiento y eficiencia energética. *Ingeniería Industrial* (32), 11-35
- Camisón, C., Cruz, S. y Gonzales, T. (2007). *Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S. A
- Centeno, J. (2015). *Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento del mismo en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro*. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal del Milagro, Milagro, Ecuador.
- Díaz, A., Villar, L., Rodríguez, A. y Tamayo, J. (2019). Metodología para la gestión del mantenimiento basada en criterios de diagnóstico. *Revista DYNA*, 86(211), 208-214
- Duffuaa, R. (2004). *Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*. México: Limusa
- Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2010). *Sistemas de mantenimiento. Planificación y control*. México: Editorial Limusa.
- Fernandez, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. (Tesis de Maestría). Universidad de Oviedo, España.

Fonseca, M., Holanda, U., Cabral J. y Reyes, T. (2015). Programa de gestión de mantenimiento mediante la implementación de herramientas predictivas y TPM como aporte a la mejora de la eficiencia energética en centrales eléctricas. *DYNA*, 82(194), 139-149

García Palencia, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. Ediciones de la U. <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/70203?page=23>

García Garrido, S. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/53031?page=39>.

González, Medina, Juan Carlos. (2009). *La verdad sobre eficiencia, eficacia y efectividad*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=31832> 56.

Ibáñez y Martínez (2012). *Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial*. Santa Fe, Argentina, Argentina: El Cid Editor | apuntes. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/28220?page=4>.

Lusthaus (2002). *Evaluación organizacional: marco para mejorar el desempeño*. Washington: IDB bookstore.

- Madariaga (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada en la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos directos*. Madrid: Bubok publishing S.L
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Neeska. (2012). *Microeconomía*. 2016, de blog sitio web: <http://microeconomia409.blogspot.pe/2012/05/eficiencia-economica.html>
- Núñez, J. (2018). *Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte de la empresa "Ángel Divino"- Chiclayo*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo.
- Palomino, L. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones del Hospital San Jose Lima –Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Pérez, J. y Supo, D. (2019). *Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el Hospital Regional Lambayeque*. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*.
- Pola Maseda, Á. (2009). *Gestión de la calidad*. Barcelona, Spain: Marcombo. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/45847>
- Ramírez, J. y Moreno, H. (2017). *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 de pregrado). Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

- Rodríguez, A y Valenzuela, M. (2020). Propuesta de mejora del plan de gestión de mantenimiento basado en RCM y Lean Office en el proceso de inyección de polímeros. *Risti,E* 37(11), 41-51
- Sánchez Rozo, J. (2007). *Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM)*. Buenos Aires, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan>
- Vargas, M. y Aldana, L. (2007). *Calidad y servicio. Conceptos y herramientas*. Colombia: ECOE Ediciones.
- Vargas, T. (2017). *Optimización del servicio de mantenimiento en el Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez*. (Tesis de pregrado). Tecnológico de Costa Rica.
- Verano, J. (2016). Modelo de la gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Multidisciplinaria*, 28 (1), 99-105
- Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa manfer S.R.L. contratistas*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.
- Viscaíno, M., Villacrés, S., Gallegos, L. y Negrete, H. (2019). Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la zona 3 del Ecuador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 22
- Zabaleta & Altamirano. (2016). *Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp-Chiclayo 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.

Zambrano, E., Prieto, A. y Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *TELOS*, (17)3, 495-511

# **ANEXOS**

## Anexo 01

### Cuestionario de encuesta

**Objetivo.** Recoger información sobre el estado de la gestión de mantenimiento que brinda la empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC en EsSalud- Lambayeque, para la elaboración de un trabajo de tesis.

**Instrucciones.** Luego de leer cada una de las preguntas formuladas, sírvase responder según conocimiento o criterio, marcando la opción que considere pertinente. Su información será confidencial y solo se utilizará con fines de estudio.

1. ¿Considera que el servicio de mantenimiento que brinda la empresa es eficaz?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
2. ¿Existe un excelente diálogo entre todos los colaboradores que posibilita examinar las razones raíz de los inconvenientes para evitar su recurrencia?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
3. ¿Los técnicos de mantenimiento cuentan con los conocimientos y los instrumentos necesarios para realizar su trabajo?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
4. ¿Existe siempre en stock los repuestos necesarios para que los técnicos realicen sus labores de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
5. ¿Cuándo se concluye una tarea de mantenimiento, los técnicos dejan el lugar ordenado y limpio?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
6. ¿Considera que se producen errores en las tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
7. ¿Los supervisores apoyan a los técnicos en sus tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

8. ¿Considera que se planifican las tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
9. ¿Existe un lugar específico asignado para guardar las herramientas que se utilizan en las labores de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
10. ¿Los técnicos de mantenimiento son respetados por su trato profesional con todos los demás trabajadores?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
11. ¿En caso de ser necesario usted tiene facilidad de acceso a los registros de mantenimiento para conocer las causas de las fallas de los equipos?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
12. ¿Ud. registra y guarda las órdenes de trabajo de mantenimiento que le dan los técnicos una vez concluidos las tareas en los equipos biomédicos de su área?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
13. ¿Está usted conforme con el trabajo que realiza el personal de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
10. ¿Considera que se producen errores en las tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ 40%
11. ¿Los supervisores apoyan a los técnicos en sus tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ 70%
12. ¿Considera que se planifica y se cumplen las tareas de mantenimiento?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ 65% pérdidas de tiempo, falta de repuestos en stock
13. ¿Existe un lugar específico asignado para guardar las herramientas?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ 75%

## Anexo 02

### Carta de Aceptacion de la empresa



# MBS

**M&M Biomedical Service S.A.C.**

#### AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Lima, 24 de Enero del 2020

Quién suscribe:

**Sr. Carlos Alberto Molina Laderas**

**Representante Legal- Empresa M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ESSALUD- LAMBAYEQUE EN EL SERVICIO QUE BRINDA LA EMPRESA M&M BIOMEDICAL SERVICE SAC.

Por el presente, el que suscribe Carlos Alberto Molina Laderas, representante legal de la empresa: M&M BIOMEDICAL SERVICE S.A.C., AUTORIZO a los alumnos: JOHNATTAN ARTURO AZNARAN GUEVARA con DNI N° 71506260 Y CINTYA ALEJANDRA CUMPA ASMAT con DNI N° 71479958 , estudiantes de la Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL, y autores del trabajo de investigación denominado: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE ESSALUD- LAMBAYEQUE EN EL SERVICIO QUE BRINDA LA EMPRESA M&M BIOMEDICAL SERVICE S.A.C., al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memoria, cálculos entre otros como planes para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de la tesis enunciada líneas arriba.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente,

**MBS**  
**M&M BIOMEDICAL SERVICE S.A.C.**  
  
**MR. CARLOS MOLINA LADERAS**  
Gerente General