

Departamento de Posgrado y Educación Continua

# **Diseño de un plan integral de mantenimiento preventivo para equipos médicos críticos bajo la responsabilidad del CEMED**

**Tesis para optar al título de Máster en Gestión Empresarial**

**Elaborado por:**

Ing. Paola Mercedes  
Soza Montes

Ing. Rommell Joel  
Marenco  
Baquedano

**Tutor:**

Dr. Róger Ernesto  
Sánchez Alonso



## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios; por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida y poder culminar mi maestría. A mi mamá, Ma. Mercedes Montes, por ser mi pilar fundamental en mi vida, por su amor y apoyo incondicional en todo momento y por inculcarme desde pequeña la importancia del conocimiento y el esfuerzo. Y a mi esposo, Rommell Marengo, por su comprensión y apoyo durante estos años que cursamos la maestría.

Paola Mercedes Soza Montes

Quiero agradecer principalmente a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome, dándome los conocimientos y permitiéndome lograr llegar a cumplir una de mis metas. De manera muy especial a mi padre por ser el pilar y mi impulso para seguir adelante, el cual me enseñó a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus consejos y ejemplos de la vida. Infinitamente a mi esposa por estar a mi lado y ser el apoyo de mis días, la energía de mi enfoque y fuerza en la lucha constante de ser mejores cada día. Finalmente, a mi suegra por impulsarme a ser mejor cada día y brindarme apoyo incondicional.

Rommell Joel Marengo Baquedano



## Resumen

El presente trabajo investigativo se realizó en las instalaciones del Centro de Mantenimiento de equipos médicos y no médicos a nivel nacional; ubicado en Ciudad Belén, tope sur mano izquierda contiguo al Centro de Salud, esta institución tiene el fin de darle mantenimiento a los equipos adquiridos a nivel nacional de los hospitales y centros de salud. Se pretende con esta propuesta de mantenimiento mejorar el buen funcionamiento de los equipos médicos críticos que asegure de forma óptima la funcionalidad del equipo.

Actualmente el CEMED no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que asegure la mantención correcta de los equipos, por esta razón la necesidad de contribuir con esta propuesta que vienen a disminuir los casos la falla inesperada de los equipos y el tiempo de reparación de estos.

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación evidencian que el mantenimiento aplicado es correctivo y con la implementación de este tipo de mantenimiento se están generando más gastos por la compra de equipamiento nuevo.

Se categorizaron los equipos médicos críticos del CEMED a través del manual de mantenimiento de la OMS donde se encontraron los que posee la institución, se analizó la operacionalización de los equipos a través del diagrama de Ishikawa, se evaluó el estado técnico del equipo a través de una auditoria, se realizó la propuesta de plan de mantenimiento que ayude a minimizar la tasa de fallo de los equipos.



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	1
Resumen.....	2
ÍNDICE GENERAL .....	3
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	5
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL.....	6
Antecedentes .....	6
Planteamiento del problema.....	8
Objetivos .....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos específicos .....	10
Justificación .....	11
Limitantes y riesgos .....	12
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	14
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	18
1. Área de localización del estudio .....	18
2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período.....	18
3. Población y muestra y muestreo .....	19
Tipo de muestra y muestreo .....	19
Tabla 1. Equipos médicos y no médicos atendidos por el CEMED.....	19
Tabla 2. Equipos médicos Críticos .....	20
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de la investigación.....	20
4. Diseño .....	21
4.1. Recolección de Datos.....	21
4.2 Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad .....	21
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	23
4.1. Categorización de los equipos médicos del CEMED con base al Manual de la Organización Mundial de la Salud. Se identificaron los diferentes talleres con los que cuenta la empresa y los equipos que estos reparan los cuales se presentan a continuación: .....	23
4.2. condiciones operacionales de los equipos médicos críticos del mediante el diagrama de Ishikawa. .....	24
Tabla 4. SUB-CAUSA diagrama de Ishikawa.....	25



Interpretación del diagrama Causa-Efecto .....	25
4.3. Evaluación del mantenimiento que tiene actualmente la institución. ....	27
Metodología para la gestión de mantenimiento. ....	28
Tabla 5. Etapa B: Criticidad de Rutas de Inspección.....	29
Tabla 6. Etapa C. Manejo de la Información Sobre Equipo. ....	30
Tabla 7. Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.....	31
Tabla 8. Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento. ....	32
Tabla 9. Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual. ....	32
Tabla 10: Resumen de la encuesta .....	34
<b>4.4. Propuesta de mantenimiento preventivo planificado para los equipos médicos críticos del CEMED.....</b>	<b>38</b>
4.4.1. Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipo Médico Crítico. ....	39
Tabla 11. Periodicidad. ....	40
Propuesta de formatos para el Plan de Mantenimiento preventivo. ....	43
Rutina de Mantenimiento Monitor de Signos Vitales.....	43
Rutina de Mantenimiento Ventilador .....	45
Rutina de Mantenimiento para el Desfibrilador .....	46
Rutina de Mantenimiento Incubadoras .....	47
Rutina de Mantenimiento Maquina de anestesia.....	49
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	51
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	52
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS .....	53
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	54
Anexo 1: Fotos de los equipos críticos y talleres del CEMED. ....	54
Anexo 2: Guía de Entrevista no estructurada.....	59
Anexo 3: Guía de entrevista para el de análisis de funcionamiento del mantenimiento.....	60
Anexo 3: Formatos internos actuales en CEMED .....	63
3.1. Formato de diagnostico .....	63
3.2. Formato de diagnostico .....	64
3.3. Formato de baja de equipo .....	65
3.4. Formato de entrega de equipo .....	66
3.5. Formato de entrega de equipo .....	67
3.6. Formato de orden de trabajo .....	68



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipos médicos y no médicos atendidos por el CEMED .....	15
Tabla 2. Equipos médicos Críticos .....	16
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de la investigación .....	16
Tabla 4. SUB-CAUSA diagrama de Ishikawa.....	21
Tabla 5. Etapa B: Criticidad de Rutas de Inspección.....	25
Tabla 6. Etapa C. Manejo de la Información Sobre Equipo. ....	26
Tabla 7. Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.....	27
Tabla 8. Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.....	28
Tabla 9. Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.....	29
Tabla 10: Resumen de la encuesta.....	30
Tabla 11. Periodicidad.....	36

## INDICE DE FIGURAS

### Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa .....	22
Figura 2: El valor promedio del conjunto .....	31

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL

### Antecedentes

En el año 1992, el Ministerio de Salud de Nicaragua inauguró el Centro de Mantenimiento de Equipos Médicos (CEMED), con el propósito de fortalecer la vida útil de los equipos médicos y no médicos adquiridos por el Estado, mediante la implementación de mantenimientos preventivos y correctivos. Esta iniciativa buscaba garantizar el funcionamiento óptimo de dichos equipos, asegurando calidad y seguridad en la atención brindada a la población nicaragüense.

Desde entonces, el CEMED se ha consolidado como una institución clave en el sistema de salud nacional, destacándose por su capacidad de respuesta ante fallas en los equipos médicos. Sin embargo, con el paso en los últimos 10 años, se ha observado un incremento en la demanda de mantenimientos correctivos. En el 2015 el presupuesto para el área de mantenimiento era de veinte millones de córdobas netos (C\$20, 000,000.00) y para el 2025 el presupuesto para mantenimiento fue de ochenta millones de córdobas netos (C\$ 80,000,000.00), lo que ha provocado que la institución enfoque gran parte de sus recursos y esfuerzos en este tipo de intervenciones y provocando un aumento en los gastos de compras de repuestos e igual manera ocasiona paros de equipos de tiempos prolongados por la espera de su repuesto específico.

La presente tesis, titulada “Diseño de un plan integral de mantenimientos preventivos para los equipos médicos bajo la responsabilidad del CEMED”, tiene como objetivo principal el diseño de un plan que permita retomar el enfoque preventivo originalmente establecido por la institución. Esta propuesta estará fundamentada en los análisis de manuales de usuario, historiales de fallas y la experiencia del personal técnico especializado del CEMED, con el fin de prolongar la vida útil de los equipos y mejorar su desempeño operativo.



Para lograrlo, es fundamental realizar un levantamiento detallado de información sobre los activos médicos, su estado actual, las metodologías utilizadas por los técnicos, así como los procesos de mantenimiento aplicados. Este diagnóstico permitirá formular una propuesta adaptada a la realidad operativa del CEMED.

Dado que actualmente no existe un plan formal de mantenimiento preventivo implementado por la institución, surge la necesidad de elaborar esta primera propuesta, enfocada especialmente en los equipos médicos críticos, los cuales son esenciales para la atención segura y continua de los pacientes.

### Planteamiento del problema

El adecuado funcionamiento de los equipos médicos es esencial para garantizar una atención en salud segura, oportuna y de calidad. En Nicaragua, el Centro de Mantenimiento de Equipos Médicos (CEMED), es el encargado de asegurar la operatividad y el buen funcionamiento de los equipos médicos y no médicos adquiridos por el Estado a nivel nacional, mediante la implementación de mantenimientos preventivos y correctivos.

No obstante, a lo largo del tiempo, se ha evidenciado una creciente dependencia del mantenimiento correctivo, relegando progresivamente la planificación e implementación de mantenimientos preventivos. Esta tendencia ha tenido consecuencias significativas, especialmente en los equipos médicos críticos, que actualmente operan sin inspecciones periódicas ni ajustes técnicos programados. La ausencia de mantenimiento preventivo sistemático incrementa el riesgo de fallos inesperados, reduce la vida útil de los equipos, eleva los costos operativos y compromete la calidad de la atención médica y perjudica a la población nicaragüense en los tiempos que los equipos quedan sin funcionamiento por la espera de repuestos específicos solicitados en los mantenimientos correctivos.

A pesar de contar con personal técnico capacitado y con acceso a información técnica relevante, la falta de una estrategia estructurada de mantenimiento preventivo limita la eficiencia operativa del CEMED. Esto provoca una sobrecarga del sistema debido a intervenciones de emergencia, disminuyendo la capacidad de respuesta ante nuevas incidencias y poniendo en riesgo la continuidad de los servicios hospitalarios.

El problema se agrava debido a que muchas unidades de salud a nivel nacional carecen de personal especializado en el área mantenimiento técnico, lo que incrementa aún más la



dependencia del CEMED para mantener en funcionamiento los equipos médicos. En este escenario, las condiciones como la alta demanda de uso, la escasez de repuestos, las limitaciones presupuestarias representan retos constantes para el cumplimiento de sus funciones.

En este contexto, se hace evidente la necesidad de proponer un plan integral de mantenimiento preventivo, enfocado en los equipos médicos críticos bajo la responsabilidad del CEMED. Esta propuesta debe permitir sistematizar las actividades de mantenimiento, optimizar los recursos disponibles y retomar el objetivo fundacional de la institución: prolongar la vida útil de los equipos y garantizar su disponibilidad y funcionamiento oportuno para salvaguardar la salud y la vida de los pacientes.



## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar una propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado que contribuya al óptimo funcionamiento de los equipos médicos críticos bajo la responsabilidad del CEMED, con el fin de prolongar la vida útil de dichos equipos y garantizar su disponibilidad operativa.

### Objetivos específicos

1- Identificar y clasificar los equipos médicos críticos a cargo del CEMED que requieren un mantenimiento preventivo sistemático.

2- Analizar las condiciones operativas de los equipos médicos críticos del CEMED utilizando el diagrama de Ishikawa como herramienta de diagnóstico.

3- Evaluar el plan de mantenimiento actualmente implementado por la empresa en los equipos médicos críticos.

4- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos médicos críticos, con el propósito de prevenir fallos imprevistos.

### Justificación

El mantenimiento preventivo de los equipos médicos es un componente esencial en la gestión eficiente de la tecnología hospitalaria, ya que permite reducir la frecuencia de fallas, prolongar la vida útil de los dispositivos y garantizar su disponibilidad continua para la atención de la población. En el contexto nicaragüense, el Centro de Mantenimiento de Equipos Médicos (CEMED) desempeña un papel estratégico como entidad responsable del mantenimiento de los equipos médicos en hospitales de referencia nacional, departamentales, primarios y centros de salud públicos a nivel nacional.

Sin embargo, la creciente demanda de mantenimientos correctivos ha provocado que las labores preventivas sean relegadas, lo cual afecta directamente la operatividad y seguridad de los equipos, particularmente de aquellos clasificados como críticos, que son indispensables en procedimientos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento de pacientes en estado delicado. Esta situación representa no solo un riesgo técnico y económico, sino también un riesgo sanitario, ya que compromete la calidad del servicio médico y puede poner en peligro la vida de los pacientes.

La propuesta de un plan integral de mantenimiento preventivo responde a la necesidad de fortalecer la gestión técnica del CEMED, a través de una herramienta sistemática, basada en criterios técnicos, históricos de fallas, experiencia del personal y documentación oficial de los equipos. Implementar un plan de este tipo permitirá mejorar la eficiencia operativa, reducir la dependencia del mantenimiento correctivo, optimizar el uso de recursos y establecer prioridades basadas en el nivel de criticidad de los equipos.

Desde el punto de vista social, esta investigación contribuirá a la mejora de los servicios de salud en Nicaragua, al asegurar la disponibilidad y funcionalidad de los equipos médicos en los

momentos en que más se necesitan. Desde el punto de vista técnico, brindará al CEMED una base metodológica que puede ser replicada, ajustada y ampliada a otros tipos de equipos o regiones.

Por tanto, la presente tesis es pertinente, viable y necesaria, tanto para responder a una problemática real en el sistema de salud nacional, como para cumplir con el propósito institucional del CEMED de asegurar un mantenimiento adecuado que garantice el uso seguro, eficiente y continuo de los equipos médicos en todo el país.

### Limitantes y riesgos

#### Límites de la investigación

Alcance institucional limitado: La propuesta se enfoca únicamente en los equipos médicos bajo la responsabilidad directa del CEMED, sin incluir equipos no médicos o aquellos gestionados por proveedores externos como lo son los representantes de la marca y se encuentran en garantía.

Cobertura parcial de equipos: La propuesta se centrará principalmente en equipos médicos críticos, por lo que no abarca todos los equipos existentes en el sistema de salud.

No se incluye implementación completa: La tesis está orientada al diseño del plan, pero no contempla la ejecución total del mismo, ya que esta dependería de decisiones administrativas, disponibilidad de recursos y aprobación institucional.

Dependencia de información existente: El análisis se basa en registros históricos de fallas, manuales técnicos y entrevistas al personal, por lo que la calidad del diagnóstico puede verse afectada si esta información es incompleta o está desactualizada.

#### Riesgos identificados

Disponibilidad limitada de datos técnicos: Algunos equipos podrían carecer de historial de mantenimiento o manuales actualizados, lo que dificultaría la elaboración de un plan preventivo adecuado.



Resistencia al cambio: El personal técnico podría mostrar resistencia a modificar rutinas de trabajo o adoptar nuevas metodologías de mantenimiento si no existe un proceso de capacitación adecuado.

Restricciones presupuestarias: La implementación del plan podría enfrentarse a limitaciones económicas que afecten la compra de repuestos, herramientas o contratación de personal adicional.

Falta de sostenibilidad operativa: Si no se establecen mecanismos de seguimiento y evaluación, existe el riesgo de que el plan no se mantenga en el tiempo.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Según Newbrough (1994) el mantenimiento surge con el desarrollo de la civilización industrial, desarrollándose a lo largo de la historia por una serie de etapas características: En la primera época, desde la Revolución Industrial a la Segunda Guerra Mundial, el mantenimiento se caracterizó por tres elementos fundamentales:

Situación de reparaciones urgentes; en estas situaciones el mantenimiento consistía en atacar y recibir el problema en el momento en que se producía y consecuentemente de una forma urgente.

Situación Caballo- Caballero; por la que el cuidado de la maquinaria se confiaba al operador de la misma.

Situación sin planificación; las intervenciones se hacían a medida que surgían las necesidades.

2.1- El Mantenimiento se clasifica en:

**2.1.1- Mantenimiento Preventivo:** Sánchez. Rodríguez (1999) dice que el mantenimiento no es más que todas las acciones realizadas con el fin de conservar un equipo, prestándole servicios periódicos y conociendo previamente los antecedentes de falla del mismo, para prevenirlos y poder así cubrir el tiempo de vida establecido por el fabricante cumpliendo su función correctamente. Su finalidad es reducir, al mínimo, las averías y una depreciación excesiva de los equipos, para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción o servicio y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado basado en un análisis cíclico. Newbrough (1994) por su parte dice que el mantenimiento preventivo es lo que se planea y programa con el fin de ajustar cambiar o reparar fallas antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando

o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento, es decir que es necesario establecer controles con la finalidad de aumentar la productividad.

**2.1.2- Mantenimiento Correctivo:** Según Sánchez. Rodríguez (1999) es el conjunto de actividades de reparación o sustitución de elementos deteriorados de un equipo en el momento que se presenta o se necesita corregir una falla, realizar adaptaciones o modificaciones. Este tipo de mantenimiento se aplica a equipos o componentes de éstos en lo que no se pueden predecir los posibles fallos, recuperando sus condiciones operativas y funcionales a corto plazo.

**2.1.3- Mantenimiento Predictivo:** Es el conjunto de acciones, las cuales permiten determinar las condiciones reales en las que se encuentra un equipo sin detener su operación y de esta forma detectar fallas incidentes, se utilizan instrumentos y técnicas modernas para determinar el momento óptimo de efectuar un ajuste o una reparación. El mantenimiento predictivo consiste en predecir, es decir, en adelantarse a la posible avería antes de que se produzca, esto se consigue con un análisis de las características de la maquina a mantener y la lectura periódica de algunos **parámetros** como por ejemplo el rodamiento, los datos indicaran cual es el momento idóneo para realizar la sustitución de este antes de que se produzca la rotura. (García, 2002)

## 2.2- Planificación del mantenimiento:

Romero (1998) lo define como el conjunto de acciones necesarias para controlar el estado técnico de los elementos que conforman una instalación industrial y restaurarlos a las condiciones proyectadas de operación, buscando la mayor seguridad, eficiencia y calidad posible.

## 2.3- Propósito de la Auditoria de Mantenimiento.

Según Fernando Espinosa es determinar donde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y donde quedan áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con

la calidad y oportunidad que son requeridos. Este instrumento provee una visión de la estructura, relaciones, procedimientos y personal, relativo a una buena práctica de la mantención. Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión del mantenimiento auditoria.

#### 2.4- Estructura del proceso de auditoría.

A. Identificación y caracterización de la empresa.

B. Criticidad de las rutas de inspección está conformada por: sectorización de la planta, criticidad de los equipos y dimensionamiento de los tiempos de mantención.

C. El Manejo de la información sobre equipos: información de los equipos, Información del mantenimiento, información sobre el manejo de los recursos, información sobre indicadores e información del manejo del personal.

D. Estado del mantenimiento actual: Integración de la gente de operaciones, programación de las tareas de mantenimiento, antecedentes para programar el mantenimiento y generación de índices de control y retroalimentación.

#### 2.5-Nivel de riesgo de Equipos.

Es importante tomar como referencia a la Organización Mundial de la Salud (OMS) Es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas.

Es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales. En el siglo XXI, la salud es una responsabilidad compartida, que exige el acceso equitativo a la atención sanitaria y la defensa colectiva frente a amenazas transnacionales.

2.5.1- En base a la OMS (2012). Los equipos médicos se pueden clasificar según el Nivel de Riesgo:

a. Equipos de Alto Riesgo: Son aquellos que se utilizan para soporte de vida, los equipos de resucitación y aquellos que una falla o error de su funcionamiento puede causar serios daños a los pacientes (muerte) o al personal médico o paramédico.

b. Equipos de Medio Riesgo: Son aquellos equipos que por deficiencias en su funcionamiento pueden generar serias complicaciones en el cuidado del paciente, pero no provoca de forma inmediata daños severos al mismo.

c. Equipos de Bajo Riesgo: Son aquellos equipos en los que un mal funcionamiento o falla, no causan serias consecuencias en el cuidado del paciente.

#### 2.6- Diagrama de Ishikawa o de causa-efecto:

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El uso del diagrama de Ishikawa (DI), ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas. Los pasos para realizarlo son:

1) En la cabeza del pescado escribimos el efecto o síntoma que pretendemos analizar. La espina central del pescado, agrupará las causas que según nuestro análisis producen dicho efecto.

2) Las diferentes categorías en que podemos agrupar las causas conforman las espinas que se desprenden de la horizontal principal. Escribimos el nombre de la categoría en el extremo de cada nueva línea.

3) Cada causa concreta que vayamos las vamos añadiendo en la categoría bajo las que consideramos que mejor encaja. De esta manera, obtendremos un diagrama visualmente atractivo y, sobre todo, ordenado de causas y efectos. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2013)

## CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

### 1. Área de localización del estudio

Este estudio se realizará en el Centro de Mantenimiento de Equipos Médicos, ubicado en Ciudad Belén, municipio de Managua, Nicaragua. Se concentrará en las instalaciones del taller técnico donde se realizan diagnósticos, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos médicos hospitalarios (ej. máquinas de rayos X, ultrasonido, monitores de signos vitales), excluyendo otras áreas de servicio como oficinas administrativas o atención a cada unidad de salud que lo necesita.

### 2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período

Este estudio empleará un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo-correlacional, para caracterizar el plan de mantenimiento preventivo de equipos médicos en el Centro de Ciudad Belén y analizar cómo la frecuencia y ejecución del mantenimiento se relacionan con indicadores de desempeño como MTBF, MTTR y tasa de fallas correctivas.

Igualmente ayudara a cuantificar el estado técnico y desempeño de los equipos, y, a su vez, interpretar la experiencia y percepción del personal técnico en relación al mantenimiento preventivo. Sera un estudio transversal, dado que se recolectará información directamente en el lugar de los hechos (CEMED).

### 3. Población y muestra y muestreo

#### Tipo de muestra y muestreo

#### Universo:

El universo de una población es el conjunto de individuos que componen esa población y para los cuales serán válidos los resultados y conclusiones de nuestro trabajo. (Sequeira V, 1994).

El universo del presente trabajo estuvo comprendido por los equipos médicos del Centro de mantenimiento de equipos médicos, con los que se hace posible brindar y garantizar el servicio de salud de dichos equipos, los cuales se representan en la tabla 1;

Tabla 1. Equipos médicos y no médicos atendidos por el CEMED

<b>Equipos Médicos</b>	<b>Equipos No Médicos</b>
1- Máquina de anestesia	1- Secadora
2- Ventiladores	2- Trituradores
3- Microscopio	3- Caldera
4- Electrobisturí	4- Compresores
5- Electrocardiógrafo	5- Autoclaves
6- Desfibriladores	6- Lavadora
7- Rayos X	7- Planta de emergencia
8- Ultrasonidos	8- Lámpara Cielítica
9- Espectrofotómetro	9- Aires Acondicionados de Qx
10- Incubadoras	
11- Monitor de signos vitales	
12- Digitalizadores	
13- Arco en C	

#### Población:

Equipos médicos críticos registrados por el CEMED y personal técnico asignado a su mantenimiento.

### Muestra:

La muestra de este proyecto es no probabilístico con carácter intencional, para este estudio se utilizó la muestra por conveniencia que se utiliza para casos disponibles a los cuales se tienen acceso. En este caso se seleccionarán al menos 5 equipos clasificados como críticos y una muestra de técnicos con experiencia directa en su mantenimiento, los cuales se representan en la tabla 2;

Tabla 2. Equipos médicos Críticos

1. Monitores de signos vitales
2. Ventiladores mecánicos
3. Desfibriladores
4. Incubadoras
5. Máquina de anestesia

### Técnicas e instrumentos de la investigación

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de la investigación

Técnica	Instrumento	Finalidad
Revisión documental	Manuales, historiales de fallas según ordenes de trabajo y diagnosticos de cada equipo.	Obtener especificaciones, cronología de fallas y recomendaciones técnicas
Entrevistas	Guía de entrevista semiestructurada	Recoger experiencia operativa del personal técnico
Inspección técnica	Ficha técnica de evaluación	Verificar estado físico y funcional de los equipos

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Finalidad</b>
Análisis de criticidad	Matriz de riesgo	Clasificar y priorizar equipos según su importancia clínica y operativa

## 4. Diseño

### 4.1. Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información y los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. (Arias, 1976)

Observación Estructurada: se aplicó en el área del taller de electromedicina y el taller de soporte y vida del CEMED, además de trabajos en proceso efectuado por los trabajadores en las instalaciones, con el fin de determinar si los equipos cuentan con el mantenimiento y el uso que se le dan a los mismos.

Entrevista no estructurada: realizadas con el objetivo de recolectar la información necesaria para conocer más fondo la problemática que atraviesa la empresa a la hora de realizar el mantenimiento a los equipos.

### 4.2 Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad

Para fortalecer la credibilidad, se implementará triangulación de fuentes (registros técnicos, observación y entrevistas), se realizará verificación de hallazgos con los técnicos (member checking), se mantendrá un registro reflexivo diario y se elaborará una descripción detallada del contexto del centro.



En cuanto a la confiabilidad, si se usan cuestionarios o escalas, se evaluará la estabilidad mediante test–retest y consistencia interna (Alfa de Cronbach). Además, se buscará equivalencia entre evaluadores en la observación técnica y se documentará exhaustivamente todo el procedimiento (instrumentos, decisiones, codificación), permitiendo así la replicabilidad del estudio.

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

Luego de haber terminado el diseño metodológico procedemos con el desarrollo y análisis de resultados, el cual está estructurado en cuatro acápite, donde se utilizaron las técnicas de recolección de datos en el transcurso de los trabajos realizados en la empresa.

4.1. Categorización de los equipos médicos del CEMED con base al Manual de la Organización Mundial de la Salud. Se identificaron los diferentes talleres con los que cuenta la empresa y los equipos que estos reparan los cuales se presentan a continuación:

El CEMED está compuesto por 7 áreas, estas áreas son:

1. Soporte y vida
2. Electromedicina
3. Electromecánica
4. Rayos X
5. Refrigeración
6. Pintura
7. Torno.

En los talleres antes mencionadas se encuentran distribuidos los diferentes equipos médicos y a continuación se describirá cada área y los equipos los cuales están destinados a reparar.

**Taller de Soporte y vida:** este taller es donde se reparan y dan mantenimiento a máquinas de anestesia, compresores y ventiladores.

**Electromedicina:** este taller es donde se les da mantenimiento y reparación de microscopio, autoclaves, espectrofotómetro, electrobisturí, incubadoras, electrocardiógrafo, Monitores de signos vitales y desfibriladores

**Electromecánica:** lavadora, secadora, planta de emergencias, trituradores, lampara cielítica y caldera

Refrigeración: aires acondicionados

**Rayos X:** Rayos X portátil, digitalizadores, impresoras de digitalizador y arco en c

**Pintura:** mesas quirúrgicas.

**Torno:** Se elaboran piezas para equipos de electromecánica.

Después de describir los talleres que posee el CEMED y los equipos médicos y no médicos que se reparan en ellos, procedemos a la categorización de los equipos según la Organización Mundial de la Salud en su Manual de Mantenimiento de Equipos Médicos, el cual nos dice que son clasificados según su nivel de riesgo, los cuales son tres: Alto Riesgo, Medio Riesgo y Bajo Riesgo.

Los 22 equipos que da mantenimiento correctivo y preventivo el CEMED, se seleccionaron 5 que son los más críticos: **Monitores de signos vitales, Ventiladores mecánicos, Desfibriladores, Incubadoras, Maquina de anestesia**

Los equipos médicos categorizados como críticos según el Manual de Mantenimiento de los Equipos Médicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), necesitan mayor atención por lo que deben estar en constante mantenimiento, debido a que un fallo en estos puede causar riesgo en la salud tanto del paciente como del operario.

#### 4.2. condiciones operacionales de los equipos médicos críticos del mediante el diagrama de Ishikawa.

Luego de haber categorizado los equipos médicos en el objetivo anterior se procedió a la descripción del problema que están presentando los equipos (Monitores de signos vitales, Ventiladores mecánicos, Desfibriladores, Incubadoras, Maquina de anestesia) a través del diagrama de causa y efecto.

Durante las visitas realizadas y mediante la guía de entrevista no estructurada (Ver Anexo 2), se pudo detectar la principal causa que genera el deterioro de los 5 equipos médicos críticos de dicha empresa. A continuación, se presentará una lista de las causas que pueden contribuir de manera directa a la obtención de dicho efecto.

Lista de sub-causas correspondiente a cada causa principal Tabla 4

Tabla 4. SUB-CAUSA diagrama de Ishikawa.

• Mano de Obra:	• Materiales:
Falta de técnicos especializados	Retraso en el servicio
Falta de capacitación	Demora en el mantenimiento
Poco personal	• Métodos:
• Máquinas:	Alta frecuencia de averías
Falta de interés por parte de la institución	No hay organización en el área de mantenimiento
Disminuye la vida útil del equipo	No hay planificación

Se debe tomar en cuenta la relación que debe tener la cadena causal desde la causa subsidiaria del problema analizado el cual es la no implementación del Mantenimiento Preventivo Planificado, asegurando que cada cadena causal tenga un orden lógico para una adecuada interpretación del diagrama Causa-Efecto.

#### Interpretación del diagrama Causa-Efecto

Gracias al diagrama de Ishikawa en donde el efecto principal es la no implementación del mantenimiento por parte de la institución incurre en altos costos por la adquisición de nuevos equipos médicos críticos o mantenimientos correctivos por lo que se puede analizar de una manera más precisa detallada las causas principales y las sub-causas que originan este efecto.

Se tomaron en cuenta las 4 M cuales son: Mano de Obra, Métodos, Maquina, Materiales. Se analizaron cada una de las causas encontradas y a como se muestra en el diagrama podemos

observar la causa y los problemas que presentan (Sub-causas) por no tener el plan de mantenimiento.

A continuación, se describen los componentes que se mencionaron anteriormente del diagrama de Ishikawa:

**Mano de obra:** El problema central que se presenta en la mano de obra es la falta de conocimiento del personal de electromedicina en cuanto a la complejidad y el manejo de los equipos médicos críticos. La institución no cuenta con un personal técnicamente calificado con los nuevos equipos de alta gama y/o modernos

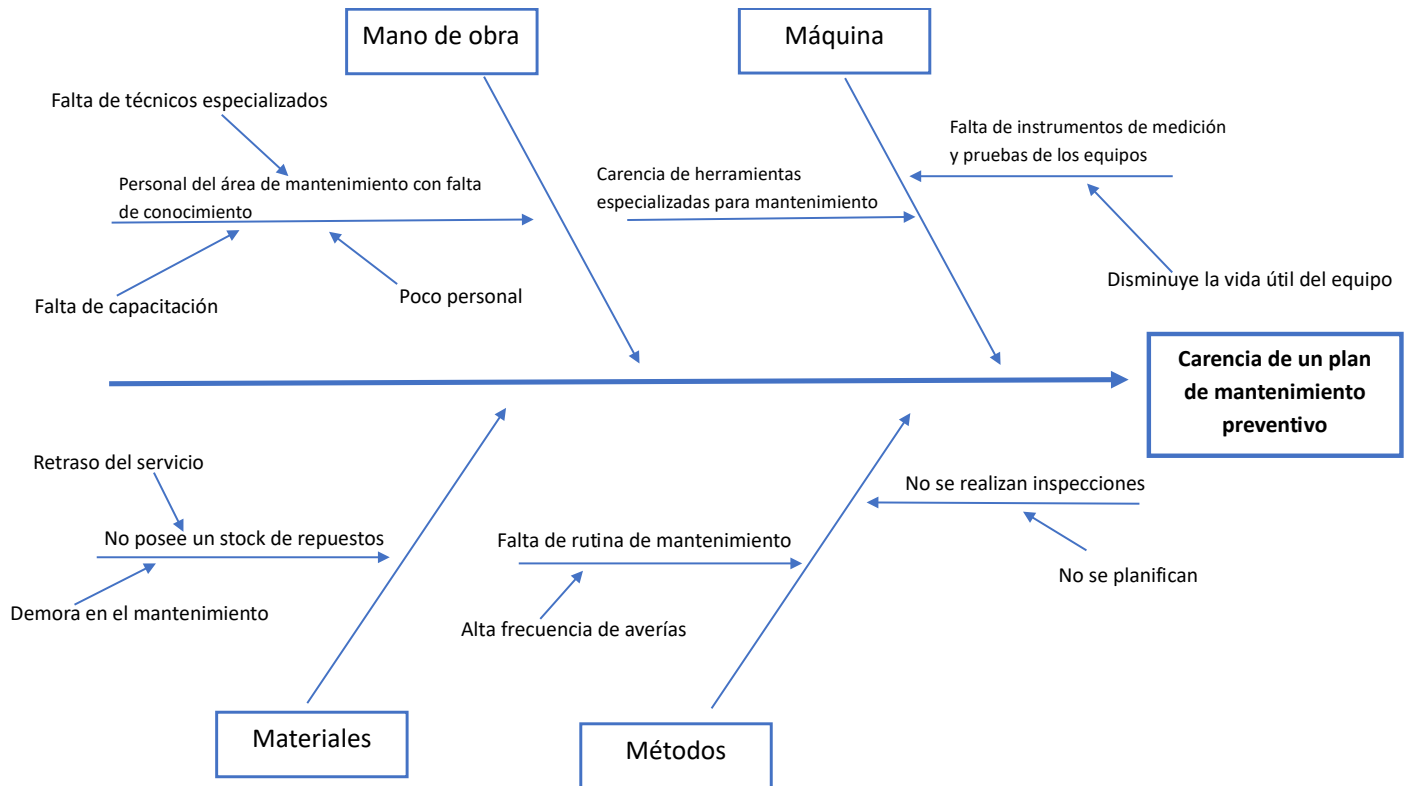
**Máquina:** La carencia de herramientas y de instrumentos de prueba forman parte de las causas por las cuales el mantenimiento de los equipos deficiente, la administración y la dirección no le dan la debida importancia al mantenimiento para ellos es sinónimo de gastos, por tanto no se dan cuenta que incurren en más gastos.

**Materiales:** Debido a la falta de un stock de repuestos los trabajos se van acumulando y en ocasiones esto provoca más daño en el equipo por estar en abandono en espera de su repuesto.

**Métodos:** Al no realizar inspecciones a los equipos médicos críticos paulatinamente, es la muestra que no hay una rutina de mantenimiento, por lo que se puede observar que es un área completamente desorganizada, por tanto sin una rutina de inspección el número de fallas o averías en los equipos será mayor, lo que al momento de hacer el diagnóstico para su reparación los gastos serán mayores o peor aún se tendrá que dar de baja al equipo porque ya no se puede hacer nada por él, incurriendo en la compra de otro nuevo. Luego de haber interpretado el diagrama de Ishikawa se puede ver claramente que el no poseer un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos está generando altos costos debido a que cuando un equipo médico crítico se deteriora debe de realizarse un mantenimiento correctivo, pero cuando este no tiene reparación se debe

comprar nuevamente, lo que no es favorable ya que cada equipo de la categoría crítico es muy costoso.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa



#### 4.3. Evaluación del mantenimiento que tiene actualmente la institución.

Después de haber descrito la problemática que presentan los 5 equipos médicos críticos a través de la técnica de diagrama de Ishikawa procedemos al análisis del mantenimiento que tiene actualmente la empresa por medio de una auditoría de mantenimiento.

Durante el proceso de realización del presente trabajo se aplicó la guía de entrevista (Ver Anexo 2) al encargado del cada taller y a la directora de mantenimiento, esto con el fin de recoger información de las áreas, el objetivo de es conocer los problemas que atentan contra la disponibilidad y confiabilidad del equipamiento médico en el CEMED, esto es imprescindible

para brindar un servicio hospitalario a nivel nacional seguro y eficiente, que permita identificar las principales deficiencias de la gestión de mantenimiento; además se muestra la implementación de la metodología, el modelo matemático empleado y los resultados.

El mantenimiento de equipos médicos implica una enorme responsabilidad, el funcionamiento eficiente y efectivo de cada una de las partes que lo componen, el nivel de respuesta que se espera en cada situación está cimentado en una buena gestión del mantenimiento.

#### Metodología para la gestión de mantenimiento.

A continuación, se expondrá la metodología utilizada la cual abarca 6 etapas de trabajo

##### 4.3.1. Etapa A. Estudio y Familiarización de la Organización.

Consiste en caracterizar el tipo de mantenimiento que es implementado actualmente en la institución, el cual es el Mantenimiento Correctivo. Esta información es suministrada por la dirección de mantenimiento de la institución y con los técnicos de los talleres ya que es el método de trabajo actual que se implementa diariamente.

La institución nos indica que cada taller depende del departamento de Mantenimiento. Su jornada laboral es de 8 horas no hacen turnos, pero realizan horas extras en las cuales reportan más de las realizadas. El mantenimiento es realizado por los técnicos especialistas o responsables de equipos, estas reparaciones son realizadas ya sea en los talleres del CEMED o los técnicos viajan según requerimiento a las unidades de salud a nivel nacional. El mantenimiento que brinda el CEMED es plenamente correctivo; no poseen stock de repuestos solo poseen una bodega, pero esta es 20% stock preventivo 30% correctivo y 50% materiales administrativos.

##### 4.3.2. Etapa B. Evaluación de las de Rutas Críticas de Inspección.

El segundo paso es la evaluación de las rutas críticas de inspección como son: sectorización que se ha hecho de la planta, identificación de la criticidad de los equipos y estimación del tiempo de mantenimiento. Para esto se implementa el siguiente cuestionario el cual se compone de 12

interrogantes las cuales deben de contestarse según la puntuación de la alternativa que mejor describe la situación a como se presenta en la Tabla N° 5

Tabla 5. Etapa B: Criticidad de Rutas de Inspección.

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación			
	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
¿Tiene las áreas separadas por algún criterio?			5
¿Tiene identificados por algún código sus equipos?			5
¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	1		
¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro?	No (1)	Algunos (3)	Si (5)
		3	
¿Tiene un layout de planta que describa e identifique los equipos?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Tienen líneas de paralelo en su sistema de producción o servicio?	No (1)		Si (5)
			5
¿Tienen identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (1)	Es unica (3)	Si (5)
			5
¿Algunos equipos producen cuello de botella?	No (1)		Si (5)
			5
¿Tienen identificados para cada equipo los riesgos para el operario?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
	1		
¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
	1		
¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento del equipo?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
	1		
¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantención que puede hacer?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
	1		

Fuente: Mantenimiento CEMED

El resultado de esta encuesta fue 2.6% el cual esta en el parametro de aspecto regular, lo que significa que los tecnicos manejan los equipos, los mantenimeintos y el criterio de cada equipos.

#### 4.3.3. Etapa C. Manejo de Datos Acerca de Cada Equipo.

Se procedió a la parte de manejo de datos acerca de cada equipo, en esta etapa se recaban antecedentes de la información sobre los equipos, como son los catálogos, fichas técnicas, fichas de inventario, además de datos que son importantes en el momento de planificar el mantenimiento como son: tasas de fallos, medios para el mantenimiento entre otros, el objetivo de esta sección es evaluar el grado de conocimiento acerca de los recursos de información y medios. Para evaluar

esto se hará uso del siguiente cuestionario compuesto por 15 preguntas que al igual que la Etapa

B. Tabla N°6

Tabla 6. Etapa C. Manejo de la Información Sobre Equipo.

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación			
	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
¿Posee los catálogos de información técnica de todos los equipos?	1		
¿Posee fichas para cada equipo?	1		
¿Tiene procedimientos de trabajo de mantenimiento establecidos?	1		
¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	1		
¿Posee registros de las mantenimientos para cada equipo?	1		
¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizada?	1		
¿Tienen un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?		3	
¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?		3	
¿Tienen un registro de los implementos usados para la mantención?	1		
¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	1		
¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	1		
¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?		3	
¿Tiene registros de los técnicos que trabajan en los equipos?	1		
¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	1		
¿Tiene formación precisa para llevar índices de control de eficiencia?	1		

Fuente: Mantenimiento CEMED

En el manejo de la información sobre los equipos como se puede observar están muy mal, dando como resultado un 1.4 (aspecto deficiente), solo con el hecho de no poseer registros de los trabajos realizados, no contar con fichas para los equipos se puede observar la falta de conocimiento técnico en el personal de los talleres del CEMED.

#### 4.3.4. Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.

El siguiente bloque de preguntas está dirigido a evaluar cómo se está realizando el mantenimiento actualmente en base a aspectos como: rutinas básicas de mantenimiento,

recopilación de mantenimientos realizados, relación de horas de mantenimiento entre otras a como se muestra en la Tabla N°7. La importancia de este aspecto es para asignar las prioridades en la ejecución de las tareas de mantenimiento, acumular e identificar costos y en un futuro próximo implementar las políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad de los equipos.

Tabla 7. Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación			
¿Se tiene una rutina preestablecida de seguimiento de equipos?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcialmente (3)	Todas (5)
¿Se mantiene una bitácora de mantenimientos diarias?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todas (5)
¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	Ninguna (1) <b>1</b>	Aproximado (3)	Todas (5)
¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes?	Ninguna (1)	Aproximado (3) <b>3</b>	Todas (5)
¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguna (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Todas (5)
¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de mantenimientos?	Ninguna (1) <b>1</b>	Aproximado (3)	Todas (5)
¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todas (5)
¿Tiene cuantificado el tiempo de perdido por espera de repuestos?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todas (5)
¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva el mantenimiento?	Ninguna (1) <b>1</b>	Aproximado (3)	Todas (5)
¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	Ninguna (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todas (5)
¿Se mantiene una bitácora de los equipos que ingresan vs los que son remitidos reparados diario?	Ninguna (1) <b>1</b>	A veces (3)	Todas (5)

Fuente: Mantenimiento CEMED

No existe un programa de mantenimiento que pueda coordinar las actividades en beneficio de los equipos y las unidades de salud, para darle una respuesta pronta, ya que dio un resultado de 1.4 (aspecto con deficiencia)

#### 4.3.5. Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.

En este paso el grupo de preguntas apunta a detectar el grado de uso de antecedentes, que fueron recopilados en el área y son la base para medir la efectividad del mantenimiento. Con estos datos podemos conocer la capacidad que se tiene para enfrentar la carga actual y determinar cuál es el costo asociado a las políticas de mantenimiento implementadas. En la Tabla N°8, se muestra

la recopilación de datos donde se entra en detalles de esto en los cuales se pregunta sobre los costos de adquisición, tasa de depreciación, costos de mano de obra, costos alternativos, entre otros.

Tabla 8. Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación			
	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
¿Sabe en que año se adquirió cada uno de sus equipos?	1		
¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de los equipos?	1		
¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	1		
¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos de cada equipo?	1		
¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos?		3	
¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo?	1		
¿Lleva un control estadístico de los gastos por mantenimiento por equipo?	1		
¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo?	1		
¿Sabe donde es más rentable subcontractar que trabajar con recursos propios?	1		
Fuente: Mantenimiento CEMED			

Por la falta de un historial de cada equipos, frecuencia de los mantenimientos nos da un resultado super negativo de 1.2(aspecto con deficiencias)

#### 4.3.6. Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.

El último grupo de preguntas están dirigidas a medir el aspecto relacionado principalmente con el manejo de los índices de control a como se muestra en la Tabla N°9, en esta etapa se incluye este aspecto debido a que un sistema de gestión no puede ser implementado sin tener un punto de referencia sobre el cual se pueda medir la evolución de la efectividad del manejo de los recursos que le han sido asignados. Luego de haber planteado y contestado los formularios de las 6 etapas mostrados en las Tablas, procedemos a la evaluación y presentación de los resultados.

Tabla 9. Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación			
¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes de trabajo (O.T)?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Conoce el lapso de Tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	
¿Tiene definidos los procedimientos para realizar mantenimiento preventivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	
¿Tiene definido los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Considera que el nivel de capacitación es acorde con la tecnología del equip	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		

Fuente: Mantenimiento CEMED

Las de esta tabla es que no pueden cumplir con los trabajos programados por que no tienen programa de mantenimiento, no tienen un control de los avances diarios para saber que es lo que los limita a terminar el trabajo; no llevan un control interno para monitorear los avances de los mantenimientos de los equipos, por lo que siempre tienen equipos acumulados.

#### 4.3.7. Evaluación y Presentación de los Resultados.

Cada pregunta se valora con un puntaje de 1 cuando la situación es mala o desfavorable, con nota 3 para situaciones regulares o que pueden ser rescatables y con nota 5 cuando esta se encuentra bien implementadas o están cumpliendo con su objetivo, en el momento de realizar la entrevista. El valor promedio del conjunto de preguntas para cada aspecto global considerado se representa en un gráfico de la Ilustración 4-1, acompañado de una calificación descriptiva. De esta forma se tiene una apreciación relativa de todos los aspectos para compararlos. Así se enfoca la atención en aquellos aspectos mal calificados y se tiene una guía para comenzar a estudiar al detalle

del porque se da esta situación. El criterio que se usó para definir la calidad del mantenimiento fue:

- $1,0 \leq \text{puntaje} \leq 1,6$ : aspecto con deficiencias.
- $1,6 < \text{puntaje} \leq 3,3$ : aspecto regular.
- $3,3 < \text{puntaje} \leq 5,0$ : aspecto bien implementado.

Lo importante de esta asignación de puntajes es tener un valor de referencia para, primero tener una idea acerca del estado actual del mantenimiento y segundo poder comparar bajo una misma escala distintos aspectos involucrados en el mantenimiento, más que el valor en sí mismo. Llevar a cabo una auditoria no es solamente aplicar un cuestionario preelaborado, como herramienta operativa, sino que necesita es el análisis de los resultados que se realiza en varias etapas previas y/o complementarias para obtener un resultado que sea de utilidad para la toma de decisiones de la administración y la dirección.

En la tabla 10 se observa el análisis de los cinco cuestionarios, obteniendo cada uno una puntuación no favorable en las áreas donde estos fueron aplicados, obteniendo El análisis del mantenimiento actual que ejecuta el CEMED la valoración más baja. Lo que nos indica que el sistema de mantenimiento de esta institución es deficiente de acuerdo a los criterios establecidos de calificación.

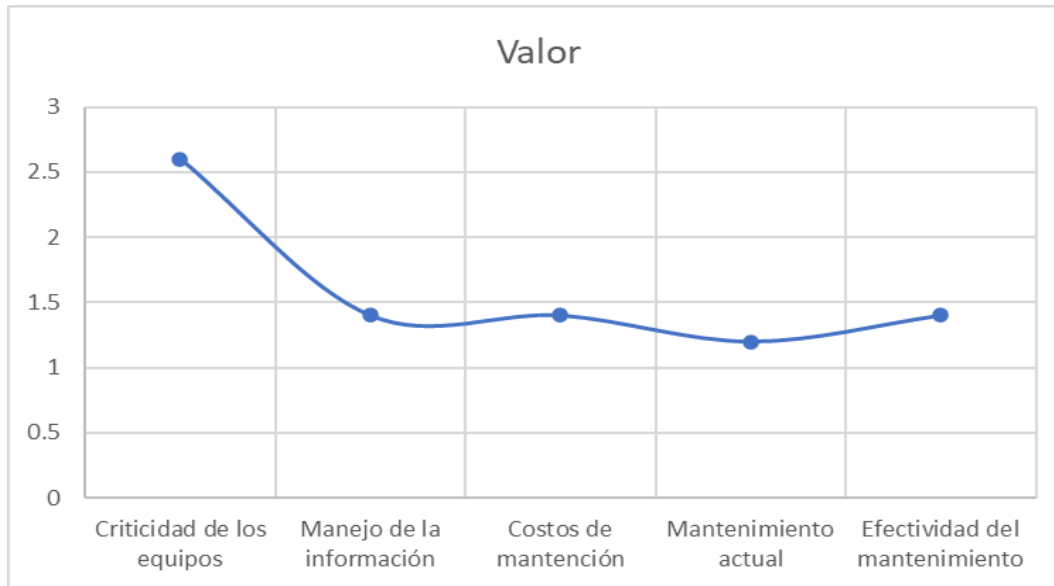
Tabla 10: Resumen de la encuesta

<b>Aspectos considerados</b>	<b>Valor</b>	<b>Clasificación</b>
Criticidad de los equipos	2.6	Aspecto regular
Manejo de la información	1.4	Aspecto con deficiencias
Costos de mantención	1.4	Aspecto con deficiencias
Mantenimiento actual	1.2	Aspecto con deficiencias
Efectividad del mantenimiento	1.4	Aspecto con deficiencias

En la figura 2, se puede observar los Aspectos evaluados en la tabla 4.3.7.1, estos Aspectos se evaluaron en un rango de 0 a 2.5 las escala que se observa en el grafico es de las deficiencias

del mantenimiento y todos los elementos que conforman y ayudan a que la gestión del mantenimiento.

Figura 2: El valor promedio del conjunto



### B. Criticidad de Rutas de Inspección.

Para evaluar la ruta crítica se tomaron en cuenta los talleres que reciben equipos médico crítico como son: taller de electromedicina y taller de soporte y vida. Para la evolución del cuestionario B se llevó a cabo con análisis de tres aspectos generales que encierra todo el universo del cuestionario. Estos aspectos a evaluar son la sectorización de la planta que aquí se incluyen, la separación de talleres por criterios, la clasificación de los equipos según su criticidad ante la falla, si tienen un layout que describa o identifique los equipos, si poseen líneas de paralelo en su servicio. El segundo aspecto a evaluar es la Criticidad de los equipos este aspecto lo compuesto por la respuesta de los equipos ante la fallas, la incidencia de fallas de los equipos, si la falta de reparación de estos equipos generan retraso y aglomeración de pacientes en cada unidad de salud y los riesgos que estos representan a sus operarios, evaluando estos requerimientos se obtuvo una puntuación de 2.6 lo que le da una clasificación regular y el último aspecto a evaluar son las

dimensionamientos de los tiempos de mantenimiento en este aspecto se incluyen el tiempo de utilización de los equipos, los tiempos estándares de mantenimiento de cada equipo, el último requerimiento es el volumen de trabajo por mantenimiento para una puntuación de 1.4, obteniendo una calificación deficiente.

### **C. Manejo de la Información sobre los equipos.**

La evaluación del manejo de la información se llevó a cabo en el área de mantenimiento y en los talleres. Para la evaluación de este cuestionario se tomaron en cuenta 4 aspectos individuales, el primer es la Información sobre los equipos si estos poseen catálogos, fichas e inventarios y si cada equipo posee un programa de mantenimiento, las cuales tuvieron una puntuación de 1 obteniendo una calificación deficiente. El segundo aspecto es sobre el mantenimiento que abarcan si tienen procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos, si los equipos poseen registros de trabajos de mantenimiento y si tienen registros de tiempo por cada trabajo de mantenimiento realizado. El tercer aspecto que se tomó en cuenta fue la información de los indicadores como son la tasa de fallas, la confiabilidad del equipo y la información precisa para llevar índices de control de eficiencia y el último aspecto a evaluar el manejo del personal del área, si tienen registros de los técnicos que trabajan en los equipos y si estos técnicos están capacitados para darles mantenimiento a los equipos.

### **D. Mantenimiento Actual.**

La siguiente etapa fue aplicada al mantenimiento que aplica el CEMED a los equipos en estudio, se basa en la evaluación de los aspectos como son la integración del personal de operaciones, evaluando si tienen conocimiento de los trabajos pendientes y si los técnicos realizan tareas simples de mantenimiento, por ejemplo, limpieza externa de equipo, este aspecto resultó deficiente ya que no se cumplen ninguna de las dos. El otro aspecto a evaluar es la programación



de las tareas de mantenimiento, si estas tienen una rutina preestablecida de intervenciones diarias, una bitácora de mantenimientos realizados diarios y si los datos recaudados por los técnicos son útiles. Evaluando este aspecto se observa que no poseen nada de lo antes menciona por tanto es deficiente su desempeño. El mantenimiento que posee actualmente el CEMED es deficiente no llevan un control de sus actividades su comportamiento es constante no varía no hay mejoras en el mantenimiento.

### **E. Antecedentes de Costos de Mantenimiento.**

En la siguiente fase se evaluaron el área de mantenimiento que es quien está a cargo de los talleres, Contabilidad, es la que se encarga de hacer el desembolso para la compra de repuestos y adquisición de nuevos equipos y Recursos Humanos que es quien maneja la planilla de empleados y su remuneración por desempeño de sus actividades. Para llevar a cabo esta evaluación se aplicó el cuestionario E, donde se tomaron en cuenta tres aspectos generales que encierran todo el cuestionario. El primer aspecto es el análisis de reemplazo de los equipos, aquí se evalúa el año en que adquirió el equipo, el valor del equipo, si conocen o tienen definida una tasa de depreciación por ese equipo y si hacen una evaluación anual del reemplazo de los equipos. Los tres primeros requerimientos se manejan de manera parcial, en cuanto al último no se cumple. El segundo aspecto a evaluar es el análisis de reemplazo de fallas donde se evaluarán el conocimiento de los repuestos, el costo de la mano de obra de, mantenimiento, el costo de pérdidas por fallas y el conocimiento del costo de mantenimiento y el costo total del equipo. En cuanto a los costos de los repuestos se manejan en su totalidad todos los precios, si no de aquellos que son utilizados con más frecuencia. El último aspecto a evaluar es la evaluación de los costos que incluyen los costos reales y los costos de presupuestos, los gastos por equipo, el control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo y el tamaño inventario para disponibilidad. El conocimiento y manejo

de estos requerimientos por parte de los responsables de estas áreas es parcial, no hay un control exacto ni preciso que permita tomar la decisión ideal para en x situación.

#### **F. Efectividad del Mantenimiento Actual.**

Esta es la última etapa y es aplicada a Administración, dirección de mantenimiento y talleres, a sus respectivos responsables y los que componen estas áreas. Para la evaluación de esta etapa se tomaron en cuenta 4 aspectos generales que serán los que se tomen en cuenta al momento de evaluar la aplicación del cuestionario F. Estos aspectos a tomar inician con la capacidad para programar las actividades incluyen el conocimiento de la relación de los paros programados y los paros imprevistos, con el cumplimiento de los trabajos programados de mantenimiento, la relación de trabajos pendientes y trabajos programados y la relación de los tiempos extras y el tiempo de trabajos programados. El cumplimiento de estos requerimientos es deficiente, no pueden cumplir con un programa de trabajos porque no poseen ninguno. El otro aspecto a evaluar es la Administración de los trabajos, para la administración del trabajo se debe de cumplir con el control interno del área de mantenimiento, cuanto tiempo se demora haciendo un diagnóstico hasta que finaliza con sus órdenes de Trabajo (OT). Haciendo su debida valoración y evaluación la administración del mantenimiento se califica de manera deficiente, ya que no hay un control de los diagnósticos, equipos en CEMED o equipos detenidos en unidades de salud ni un control de OT.

#### **4.4. Propuesta de mantenimiento preventivo planificado para los equipos médicos críticos del CEMED.**

Después de haber categorizado los equipos médicos Críticos mediante los criterios de la Organización Mundial de la Salud además de haber dado la descripción de la problemática que los 5 equipos médicos críticos categorizados en el primer objetivo con los cuales se trabajó en esta

problemática que se presentó a través del diagrama de Ishikawa y de analizar el tipo de mantenimiento, se procedió a la elaboración de la propuesta de mantenimiento para la institución del CEMED. Este plan de mantenimiento se fundamenta en actividades preventivas, las cuales deben de realizarse para llevar un control más riguroso de los 5 equipos médicos críticos; con el objetivo de reducir mantenimientos correctivos, así como los costos, brindar seguridad al personal que manipula los equipos en los hospitales y/o, centro de salud a nivel nacional, además mantener la fiabilidad del equipo. Para ello es necesario que los técnicos a cargo realicen de manera correcta y ordenada las diferentes rutinas propuestas y que haya participación del encargado de mantenimiento de cada unidad de salud. El desarrollo de las actividades Preventivas, no necesitan mucha inversión, más que todo hay que tener disciplina en las rutinas de inspección, las Ordenes de Trabajo y cumplir con las recomendaciones de los fabricantes.

#### 4.4.1. Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipo Médico Crítico.

##### A. De la Calendarización:

1) Al inicio de cada año, la directora de mantenimiento del CEMED, en conjunto a los técnicos especialistas; elaborará un Calendario Anual de Mantenimiento Preventivo de aquellos equipos críticos del establecimiento. Dentro de las variables a manejar para la elaboración del calendario de mantención debe considerar la antigüedad del equipo, las condiciones de operación y sus expertos, técnica en relación a estos equipos. Dicha calendarización quedará registrada en una planilla Excel, de acuerdo al formato señalado en el (Anexo 3) esta planilla será de responsabilidad del técnico especialista o designado.

2) Dicho calendario debe indicar el periodo (por ejemplo: mes) o la frecuencia (por ejemplo: trimestral) en que se realizará dicha mantención preventiva.

3) Una vez elaborado el Calendario Anual de Mantenimiento Preventivo, será revisado por la directora general y directora Administrativa Financiera, quien podrá hacer las correcciones o

modificaciones en la calendarización. Una vez aprobado deberá ser comunicado a todos los involucrados según corresponda.

#### B. De la Periodicidad:

1) Se establece el siguiente Calendario de Mantenimientos Preventivos basado en la antigüedad de los equipos, sus condiciones de operación y las recomendaciones del fabricante a como se muestra en Tabla N°11.

Tabla 11. Periodicidad.

N°	Equipo	Frecuencia
1	Monitores de signos vitales	Bimensual
2	Ventiladores mecánicos	Bimensual
3	Desfibriladores	Mensual
4	Incubadora	Bimensual
5	Máquina de anestesia	Bimensual

Nota: Cuando se trate de equipos en garantía se aplican las frecuencias o periodos establecidos por el representante o según ficha de adquisición.

#### C. De la Ejecución del mantenimiento Preventivo

1) Llegado el mes del mantenimiento preventivo, el técnico de equipos médicos deberá retirar el o los equipos involucrados de los hospitales o hacer una programación de visita en cada SILAIS. Lo anterior, en consideración del tamaño o complejidad del mantenimiento del equipo. Cuando se trate de equipos que se encuentran en subcontrato del mantenimiento preventivo (actualización de software o calibración), de igual forma el técnico encargado acompañará al para realizar el mantenimiento. En ambos casos se procederá a la revisión conforme a los formatos del (Anexo 3).

2) En caso que llegado el mes del mantenimiento preventivo, y que por necesidades del uso o por otra razón justificada el equipo no pueda ser retirado, el técnico encargado dejará constancia en la hoja de vida del equipo de dicha situación, debiendo replantear la fecha de la



próxima visita, dicha hoja tiene que ser firmada por la dirección del SILAIS y dirección de mantenimiento del CEMED.

3) Cuando se trate de una subcontratación, una vez concluido la mantención, el técnico encargado deberá realizar las pruebas de funcionamiento y dar el visto bueno del trabajo.

#### D. De los Registros:

1) En todos los casos se deberá elaborar una pauta sobre el mantenimiento realizado que incluirá la identificación del equipo y una descripción del trabajo realizado (diagnóstico y orden de trabajo).

2) Los registros deberán mantenerse en mantenimiento del CEMED y en el área de mantenimiento o administración de cada SILAIS.

3) El mantenimiento preventivo interno se realizará de acuerdo a los formatos.

#### E. Del mantenimiento Correctivo del Equipo Médico Crítico.

1) Cada vez que se detecte una falla en los equipos médicos, el encargado de mantenimiento o administración de cada unidad de salud o SILAIS, deberá informar a la dirección de mantenimiento del CEMED, para realizar una programación de visita o enviar a los talleres los equipos.

2) El técnico deberá establecer un orden de prioridad en el proceso de reparación bajo los criterios de operatividad del servicio.

3) Cuando se trate de situaciones de urgencia, que requieren revisión inmediata del equipo, deberán enviar un pre-diagnostico para indicar la urgencia de la situación.

4) Registro de Información:

- Pautas de Mantención Preventiva (debidamente firmadas)
- Hoja de Vida de cada Equipo Médico Crítico

5) Responsable de Calidad:




La dirección de mantenimiento es la responsable de velar por el cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipamiento Médico Crítico, del cumplimiento de las mantenciones establecidas en el Calendario Anual, así como proponer las actualizaciones y modificaciones pertinentes.

Siguiendo con todo lo establecido anteriormente, se procedió a la elaboración de las rutinas de mantenimiento preventivo para los 5 equipos médicos críticos en base a las recomendaciones de los fabricantes, en donde se dan a conocer los formatos para las rutinas de mantenimiento preventivo planificado de cada equipo médico crítico en los que se plasman las diferentes actividades que se les debe realizar a estos.

A continuación, se presentan los formatos que se necesitan para darles mantenimiento a los equipos médicos críticos los cuales están compuestos por factores relevantes para realizar el plan de mantenimiento como: nombre del equipo, cada cuanto se debe de realizar, la rutina que se le debe de realizar al equipo y su respectivo formato de observación.

Propuesta de formatos para el Plan de Mantenimiento preventivo.

Rutina de Mantenimiento Monitor de Signos Vitales

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO			
Equipo	MONITOR DE SIGNOS VITALES		
Marca			
Modelo			
Serie			
BIMENSUAL		Pendiente	Listo
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa del equipo			
Inspeccionar el equipo en forma externa			
Inspeccionar los componentes eléctricos/ electrónicos (cable de alimentación, tomacorriente, cables de paciente, etc)			
Verificar el funcionamiento del sector de derivaciones			
Verificar el funcionamiento del sector de amplitud de ECG			
Verificar el pulso de calibración y amplitud del complejo QRS			
Verificar la velocidad, linealidad y centrado de trazo (ver prueba de funcionamiento)			
Verificar la respuesta en frecuencia y rechazo en común			
Verificar el brillo y el enfoque del trazo busque la fuga con agua y			
Verificar la función de congelamiento de la señal y la función de cascada de presión, busque la fuga con agua y jabón			
Verificar la exactitud del presentador digital en 3 puntos			
Verificar el sistema de alarmas en cada módulo			
Verificar el funcionamiento del sector de monitor/diagnóstico			
Verificar en dos puntos diferentes, la calibración de temperatura			
Verificar en cuatro puntos de prueba, la calibración de presión			
Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver prueba de seguridad eléctrica para monitor de signo vitales)			
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación			

FECHA DE REALIZACIÓN		
NOMBRE DEL TÉCNICO		
FIRMA DEL TÉCNICO		
Hora de inicio	Hora Final	

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

---



---




---



### Insumos de Monitor de Signos Vitales

<b>Material Gastable</b>	<b>Herramientas y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Alcohol 70%</li><li>•Algodón</li><li>•Franela</li><li>•Hisopos</li><li>•Limpiador de contactos eléctricos</li><li>•Soldadura de estaño (60/40)</li><li>•Jabón neutro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Analizador de seguridad eléctrica</li><li>•Aspiradora</li><li>•Osciloscopio</li><li>•Simulador ECG</li><li>•Tarjetas de extensión</li><li>•Juego de cubos de 1/4" y 1/2"</li><li>•Medidor de decibeles</li><li>•Multímetro</li><li>•Pinza punta plana delgada</li><li>•Pinza quita seguros externos e internos</li><li>•Termómetro</li></ul>

Rutina de Mantenimiento Ventilador

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO			
Equipo	VENTILADOR		
Marca			
Modelo			
Serie			
BIMENSUAL		Pendiente	Listo
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa del equipo			
Inspeccionar externamente el equipo (chasis, panel de control, Efectuar limpieza integral interna del equipo minutos, luego vinagre por 30 minutos y agua con detergente otra vez por 20 minutos)			
Revisar componentes eléctricos y electrónicos			
Limpiar el compresor, ventilador y filtros			
Inspeccionar empaques, filtros, etc; cambiar si es necesario			
Verificar el funcionamiento del sistema de alarmas			
Efectuar el procedimientos de verificación operacional del fabricante			
Verificar el funcionamiento del equipo			

FECHA DE REALIZACIÓN		
NOMBRE DEL TÉCNICO		
FIRMA DEL TÉCNICO		
Hora de inicio	Hora Final	

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

---




---



---

Material Gastable	Repuestos Mínimos	Herramientas y Equipos
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aerosol desinfectante</li> <li>•Franela</li> <li>•Grasa Krytox</li> <li>•Limpiador de contactos</li> <li>•Limpiador de superficies líquido</li> <li>•Mascarillas</li> <li>•Alcohol 70%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kit de mantenimiento de 5,000 hrs y 10,000hrs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Analizador de seguridad eléctrica</li> </ul>

Rutina de Mantenimiento para el Desfibrilador

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO			
Equipo	DESFIBRILADOR		
Marca			
Modelo			
Serie			
MENSUAL		Pendiente	Listo
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza externa del equipo			
Inspeccionar el equipo en forma externa (perillas, paletas,			
Efectuar limpieza integral interna del equipo			
Revisar cable de alimentación, conector, porta fusible, conexión a			
Revisar baterías e indicador de carga			
Verificar circuito de descarga interna			
Verificar acumuladores de carga y compruebe su descarga (ver prueba de seguridad eléctrica para desfibrilador)			
Verificar tiempo de carga y descarga. Realizar 10 disparos			
Verificar alarmas (límite inferior, superior y de papel)			
Verificar con simulador de paciente la descarga sincronizada			
Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver prueba de seguridad			
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de			

FECHA DE REALIZACIÓN		
NOMBRE DEL TÉCNICO		
FIRMA DEL TÉCNICO		
Hora de inicio	Hora Final	

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

**Insumos de Monitor de Signos Vitales**

Material Gastable	Herramientas y Equipos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Franela</li> <li>• Limpiador de Contactos</li> <li>• Limpiador de Superficies liquido</li> <li>• Soldadura de Estaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cautín</li> <li>• Simulador de Equipo de EGC</li> <li>• Pinza Punta Planta Larga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizador de Desfibrilación</li> <li>• Analizador de Seguridad Eléctrica</li> <li>• Destornillador Philips</li> <li>• Destornillador Plano</li> <li>• Extractor de Soldadura de Estaño</li> </ul>



Rutina de Mantenimiento Incubadoras

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		 <b>CEMED</b>	
Equipo	INCUBADORA		
Marca			
Modelo			
Serie			
BIMENSUAL		Pendiente	Listo
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa			
Revisar: gabinete, cubiertas, mangas, porta mangas y picaporte de sostén			
Verificar estado de rodos y demás partes móviles por posible desgaste, lubricar si es necesario			
Efectuar limpieza integral interna del equipo			
Revisar componentes eléctricos y electrónicos (calefactor, cable de			
Revisar sistema neumático (mangueras, conectores, suministro de			
Verificar estado y funcionamiento (incluyendo vibración) del motor ventilador lubricar si es necesario			
Realizar prueba de nivel de ruido (<68 dB)			
Comprobar entrada de oxígeno, aire, depósito de agua, y cambiar el			
Comprobar funcionamiento de sistema servo controlado (Si el equipo			
Verificar indicadores y alarmas visuales y acústicas (temperatura 30°C a 40°C) y sus sensores			
Verificar parámetros de funcionamiento: temperatura, oxígeno y			
Realizar prueba de seguridad eléctrica			
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de			

FECHA DE REALIZACIÓN		
NOMBRE DEL TÉCNICO		
FIRMA DEL TÉCNICO		
Hora de inicio	Hora Final	

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

---



---



---



### Insumos de Incubadora

<b>Material Gastable</b>	<b>Repuestos Mínimos</b>	<b>Herramientas y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Aceite 3 en 1</li><li>•Agua destilada</li><li>•Franela</li><li>•Jabón neutro</li><li>•Limpiador de contactos</li><li>•Limpiador de superficies líquido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Filtro bacteriológico</li><li>•Manga Iris</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Analizador de seguridad eléctrica</li><li>•Brocha de 2"</li><li>•Destornillador Plano</li><li>•Destornillador Philips</li><li>•Flujómetro</li><li>•Juego de cubos de 1/4" y 1/2"</li><li>•Medidor de decibeles</li><li>•Multímetro</li><li>•Pinza punta plana delgada</li><li>•Pinza quita seguros externos e internos</li><li>•Termómetro</li></ul>



Rutina de Mantenimiento Maquina de anestesia.

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO			
Equipo	MAQUINA DE ANESTESIA		
Marca			
Modelo			
Serie			
BIMENSUAL		Pendiente	Listo
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa			
Revisar: gabinete, cubiertas, mangas, porta mangas y picaporte de sostén			
Verificar estado de rodos y demás partes móviles por posible desgaste, lubricar si es necesario			
Efectuar limpieza integral interna del equipo			
Revisar componentes eléctricos y electrónicos (calefactor, cable de alimentación, fusible, tomacorriente, etc)			
Revisar sistema neumático (mangueras, conectores, suministro de oxígeno, etc)			
Verificar estado y funcionamiento (incluyendo vibración) del motor ventilador lubricar si es necesario			
Realizar prueba de sensores			
Verificar parámetros de funcionamiento: temperatura, oxígeno y humedad			
Realizar prueba de seguridad eléctrica			
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación			
FECHA DE REALIZACIÓN			
NOMBRE DEL TÉCNICO			
FIRMA DEL TÉCNICO			
Hora de inicio		Hora Final	

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

---



---



---



### Insumos de Máquina de anestesia

<b>Material Gastable</b>	<b>Repuestos Mínimos</b>	<b>Herramientas y Equipos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Alcohol 90°</li><li>•Algodón</li><li>•Anestésicos</li><li>• Cal sodada</li><li>• Detector de burbujas</li><li>• Hisopos</li><li>• Lubricante VacKote</li><li>• Limpiador de superficies líquido</li><li>•Oxígeno</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kit de mantenimiento de 12 meses</li><li>• Kit de mantenimiento de 24 meses</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Analizador de gases anestésicos</li><li>•Analizador de seguridad eléctrica</li><li>•Aspiradora</li></ul>

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Luego de haber concluido la investigación y propuesto el Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos Médicos Críticos del CEMED, serán especificadas las conclusiones con las cuales se podrá dar una síntesis de los resultados obtenidos.

- Se categorizó los equipos médicos críticos de la institución a través del manual de la OMS en donde se encontraron 5 equipos médicos que pertenecen a la categoría críticos.
- Se analizó el estado de operacionalización de los equipos médicos críticos a través del diagrama de causa y efecto donde se detectó ciertas anomalías y la no existencia de un mantenimiento preventivo planificado lo que provoca que estos no operen de manera correcta.
- Se evaluó el estado técnico de los equipos médicos críticos encontrando que no existe un sistema de información de control de gastos en mantenimiento así como el fallo continuo correctivo de los equipos médicos críticos.
- Se propone un plan de mantenimiento preventivo que ayude a minimizar la tasa de fallas en los equipos médicos críticos, logrando así asegurar el funcionamiento del equipo y la mantención del paciente crítico.



## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Aprobar capacitaciones continuas a los técnicos del CEMED, para el manejo de los equipos nuevos.
- Crear un presupuesto de mantenimiento que logre minimizar el fallo asegurando así la efectividad del servicio a las unidades de salud.
- Aprobar lo más pronto posible el plan de mantenimiento preventivo, debido a que con esta se reducirán los mantenimientos correctivos y se podrá alargar la vida útil del equipo.
- Llevar un control y hoja de vida de cada equipo, para ver cada cuanto da fallas, monto que se ha invertido en los mantenimientos y ver la posibilidad de descarte (baja).
- Solicitar al área de adquisiciones de equipos a nivel nacional, manual operativo y de mantenimiento (N° de partes, desglose del equipo, etc), al igual que una capacitación con fabrica sobre el equipo.



## CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

ETKHO HOSPITAL ENGINEERING. <https://www.etkho.com/protocolo-de-mantenimiento-de-equipos-de-seguridad-hospitalaria/>

EUROFINS. (2020). <https://envira.es/es/diferentes-tipos-de-mantenimientos/>

Programa de mantenimiento de equipos médicos. OMS. Febrero 2012.

Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, OMS, Febrero 2012.

Ernesto Rodríguez (2003) Ingeniería Clínica Cuba. Denin

Sánchez Rodríguez (2001) Gestión de mantenimiento para equipos médicos Edit. La Habana.

NEWBROUGH (1994) Administración del mantenimiento industrial. Organización, Motivación y control en el mantenimiento industrial". Edit. Diana México. Décima edición

Ávila; Crespo (2022), Diseño de plan de mantenimiento de Perú.

## CAPÍTULO VIII: ANEXOS

### Anexo 1: Fotos de los equipos críticos y talleres del CEMED.













Anexo 2: Guía de Entrevista no estructurada

**Guía de Entrevista no estructurado dirigida al personal del CEMED**

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Área de trabajo:** \_\_\_\_\_

1. ¿Cuenta con el conocimiento de todas las actividades necesarias para realizar inspecciones a los equipos médicos críticos?
2. ¿Posee algún método idóneo según su experiencia laboral para la revisión de estos?
3. ¿Tiene en cuenta que operación genera más complicaciones?
4. ¿Qué actividad representa mayor cuidado?
5. ¿Cuál es el equipo que más averías presenta?
6. ¿Tiene el conocimiento de cómo operar los equipos médicos críticos?
7. ¿Cuánto tiempo tardan en obtener repuestos solicitados?
8. ¿Cuáles son las demoras más frecuentes?
9. ¿Por qué se dan dichas demoras

### Anexo 3: Guía de entrevista para el de análisis de funcionamiento del mantenimiento.

#### **A. ORGANIZACIÓN GENERAL.**

1. ¿Ha definido por escrito y ha hecho aprobar la organización de la función de mantenimiento?
2. ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?
3. ¿Están las responsabilidades y las tareas del personal de mantenimiento claramente definida?
4. ¿Es suficiente el personal de dirección y el de supervisión?
5. ¿Está la actividad del personal de mantenimiento enmarcada en el presupuesto de funcionamiento?
6. ¿Hay alguien designado para asegurar la coordinación del suministro, de los trabajos de los estudios de instalación y de la formación?
7. ¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?

#### **B. MÉTODOS DE TRABAJO.**

1. ¿Para las intervenciones importantes en volumen de horas y/o repetitivas, se favorece la preparación del trabajo?
2. ¿Dispone de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?
3. ¿Tiene un procedimiento por escrito en el que se definan las autorizaciones de trabajo para los que conlleven riesgos?
4. ¿Conservan y archivan de modo especial los expedientes de preparación?
5. ¿Tienen acceso a metodologías formalizadas de reparaciones?
6. ¿Guardan los equipos en alguna bodega de equipos?

7. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?

**C. CONTROL TECNICO DE LOS EQUIPAMENTOS.**

1. ¿Disponen de una lista de inventario de ubicación de los equipamientos de cada unidad de salud?
2. ¿Tiene cada equipamiento que entra al CEMED un número de identificación único?
3. ¿Se ha abierto un archivo técnico para cada equipamiento o instalación?
4. ¿Tienen una reseña histórica de los trabajos para cada equipamiento?
5. ¿Disponen de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costos?
6. ¿Hay una responsable de darle seguimiento a trabajos dentro y fuera de los talleres?

**D. GESTION DE LA CARTERA DE TRABAJO.**

1. ¿Tienen un programa establecido de mantenimiento preventivo?
2. ¿Disponen de listas escritas de manteniendo preventivo?
3. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos, programación o recepción de equipos?
4. ¿Tienen reglas definitivas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?

**E. GERENCIA DE STOCK DE LAS PIEZAS DE RECAMBIO.**

1. ¿Disponen de un almacén cerrado para almacenar las piezas de recambio?
2. ¿Llevan al día las fichas del stock, forma manual o informatizada?
3. ¿Eliminan de forma sistemática las piezas obsoletas?
4. ¿Llevan al día el consumo de artículos por equipamiento?
5. ¿Están las piezas debidamente guardadas e identificadas?



6. ¿Están identificadas las piezas intercambiables?

**F. COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIALES.**

1. ¿Hay un procedimiento formalizado y adaptado de emisión de peticiones de compra?

2. ¿Se requiere el visto bueno del superior para cualquier solicitud de repuesto cuyo precio sea elevado?

**G. ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO.**

1. ¿Es suficiente el espacio en cada taller para los trabajos que les solicitan?

2. ¿Su taller podría estar mejor situado con relación a los equipamientos que tienen que conservar?

3. ¿Dispone su taller de calefacción y de aire Acondicionado?

4. ¿Se encuentran próximos a su taller el almacén de herramientas y de repuestos?

5. ¿Hay un responsable de almacén?

6. ¿El almacén está exclusivamente destinado a los repuestos de mantenimiento?

**H. HERRAMIENTAS.**

1. ¿Disponen Uds. en propiedad de un inventario de herramientas y equipamientos de pruebas?

2. ¿Disponen Uds. de todas las herramientas especiales y de los equipamientos que necesitan?



3. ¿Llevan Uds. a cabo el mantenimiento preventivo con ayuda de los equipamientos de pruebas?

4. ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas personal?





3.2. Formato de diagnostico

	<p><b>MINISTERIO DE SALUD</b></p> <p><b>CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS</b></p> <p><b>COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO</b></p>	
---	--	---

**RECEPCION DE EQUIPOS**                      **00199**

SILAIS : \_\_\_\_\_

UNIDAD DE SALUD : \_\_\_\_\_

EQUIPO : \_\_\_\_\_

MARCA : \_\_\_\_\_

MODELO : \_\_\_\_\_

SERIE : \_\_\_\_\_

**ACCESORIOS QUE TRAE DEL EQUIPO:**

6) \_\_\_\_\_

7) \_\_\_\_\_

8) \_\_\_\_\_

9) \_\_\_\_\_

10) \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES TECNICAS:**

6) \_\_\_\_\_

7) \_\_\_\_\_

8) \_\_\_\_\_

9) \_\_\_\_\_

10) \_\_\_\_\_

**ENTREGA POR PARTE DE LA UNIDAD DE SALUD**

Nombre y Apellido : \_\_\_\_\_

Numero de cedula : \_\_\_\_\_




correo electrónico : \_\_\_\_\_ teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

**RECIBE POR PARTE DEL CEMED:**

Técnico asianado: \_\_\_\_\_ : fecha de recepción: \_\_\_\_\_




### 3.3. Formato de baja de equipo


	<b>CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MEDICOS CEMED - MINSA</b>	
<b>ACTA DE BAJA</b>		
<p>Por medio de la presente acta hacemos formal entrega del equipo _____ Unidad de Salud _____ de la ciudad de _____, al cual se le realizo revisión por el Centro de Mantenimiento de Equipos Médicos (CEMED), el cual se Diagnosticó que no tiene reparación por lo que se da de Baja al equipo en mención.</p>		
<b><u>DATOS DEL EQUIPO</u></b>		
EQUIPO: _____ MARCA: _____ MODELO: _____		
SERIE : _____ UBICACIÓN: _____		
<b><u>ACTIVIDADES REALIZADAS</u></b>		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
5. _____		
6. _____		
<b><u>OBSERVACIONES</u></b>		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
5. _____		
6. _____		
Dado en la ciudad de _____ a los _____ días del mes de _____ del año 202__		
<b>RECIBEN CONFORME POR PARTE DEL HOSPITAL</b>		
_____ Director General Nombre y Apellido:		_____ Jefe de Mantenimiento Nombre y Apellido:
<b>ENTREGAN CONFORME POR PARTE DEL CEMED</b>		
_____ Ing. Jesenia Rodríguez Directora General DGDTMEM	_____ Ing. Hazel Díaz Directora de Mantenimiento	_____ Técnico Nombre y Apellido



### 3.4. Formato de entrega de equipo



**CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS**  
**CEMED-MINSA**    **Nº 00338**  
**ACTA DE ENTREGA DE EQUIPO**



Por medio del presente documento se hace formal entrega del equipo que estaba en las instalaciones del CEMED:

**Datos del equipo:**

Equipo: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

**Observaciones técnicas:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre y apellido de la persona delegada por la Unidad de Salud para recibir el equipo

Nombre y Apellido del técnico que entrega el equipo: \_\_\_\_\_

Dado en la ciudad de \_\_\_\_\_ a los \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_

Del año \_\_\_\_\_



3.5. Formato de entrega de equipo

MINISTERIO DE SALUD			
DIVISION DE GESTION ADMINISTRATIVA CEMED			
CONTROL DE SALIDA Y ENTRADAS DE MEDIOS Y/O EQUIPOS			
CONTROL DE SALIDA ( )		ENTRADA ( )	
Unidad que solicita:			
Nombre de quien Solicita			
Dirección donde se dirige			
DESCRIPCION			
Fecha de salida:		Hora de Salida	
Fecha de Entrada:		Hora de Ingreso	
Observaciones			

\_\_\_\_\_  
 Autorizado-Ing. Hazel Díaz  
 Dirección de Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
 Autorizado  
 Dir. Administrativo Financiero

\_\_\_\_\_  
 Entrega

\_\_\_\_\_  
 Recibe



3.6. Formato de orden de trabajo

**CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS**  
**CEMED-MINSA**    **Nº 0012669**  
**ORDEN DE TRABAJO**

Por medio de la presente hacemos constar que se le ha realizado el Mto Preventivo: \_ Correctivo: \_ Diagnostico: \_ al equipo: \_\_\_\_\_ de la Unidad de salud \_\_\_\_\_, de la localidadde \_\_\_\_\_

**DATOS DEL EQUIPO**

EQUIPO: \_\_\_\_\_ MARCA: \_\_\_\_\_

MODELO: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

**Descripción del Trabajo Realizado:**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

**Observaciones o recomendaciones**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

REQUISA Nº: \_\_\_\_\_ REQUISA Nº: \_\_\_\_\_ REQUISA Nº: \_\_\_\_\_ REQUISA Nº: \_\_\_\_\_

No	Descripción del Artículo	Unidad	Cantidad	Costo	
				Unitario	Total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

En caso de más de (6) ítem adjuntar Requisa y plasmar número de Requisa

Dado a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 202\_\_ .

**RECIBEN CONFORME POR PARTE DE LA UNIDAD DE SALUD**

\_\_\_\_\_  
Director General  
Nombre y Apellido:

\_\_\_\_\_  
Jefe de Mantenimiento  
Nombre y Apellido: