

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“MEJORA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL ÁREA CENTRAL DE  
ESTERILIZACIÓN DEL COMPLEJO HOSPITALARIO GUILLERMO KAE LIN  
DE LA FUENTE”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

MAMANI CABELLOS, LUIS MIGUEL

Villa El Salvador

2019

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por guiarme y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres por ser mi fuerza y motivación diaria, a mis hermanos por su compañía y apoyo en cada momento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de vida, a mis padres y a mis hermanos.

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por darnos la formación con valores, principios, doctrina.

A los catedráticos de la facultad de Ingeniería y Gestión de la escuela profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones por sus enseñanzas a lo largo de toda mi etapa universitaria, a mi asesor Mg. Ing. Ricardo J. Palomares Orihuela a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio. Además, de agradecer por su paciencia, tiempo y dedicación para el logro de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.1. Descripción de la Realidad Problemática .....	14
1.2. Justificación del Problema .....	15
1.3. Delimitación del Proyecto .....	17
1.3.1.-Teórica.....	17
1.3.2.-Temporal.....	17
1.3.3.-Espacial .....	17
1.4. Formulación del Problema.....	18
1.4.1.-Problema General.....	18
1.4.2.-Problemas Específicos .....	18
1.5. Objetivos.....	19
1.5.1. Objetivo General .....	19
1.5.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II .....	20
MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Bases Teóricas.....	24

2.3 Definición de términos básicos .....	62
CAPÍTULO III .....	64
DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	64
CONCLUSIONES .....	100
RECOMENDACIONES .....	102
BIBLIOGRAFÍA .....	103
ANEXO 1: Rutina de mantenimiento preventivo planificado .....	106
ANEXO 2: Evaluación de la Mantenibilidad y Confiabilidad de los Equipos Biomédicos.....	113
ANEXO 3: Evaluación de los equipos biomédicos (Correctivo, preventivo). .....	114
ANEXO 4: Listado de verificación de medidas de seguridad ocupacional en mantenimiento.....	115
ANEXO 5: Ficha para levantamiento de inventario de equipos biomédicos.....	116
ANEXO 6: Plan de mantenimiento preventivo anual 2018.....	117

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Equipos Biomédicos.....	26
Figura 2: Central de Esterilización.....	27
Figura 3: Áreas de la Central de Esterilización.....	31
Figura 4: Proceso de Esterilización .....	32
Figura 5: Definición de mantenimiento .....	33
Figura 6: Estándar de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad para equipos biomédicos .....	38
Figura 7: Tipos de mantenimiento .....	42
Figura 8: Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.....	43
Figura 9: Concepto de mantenimiento preventivo .....	44
Figura 10: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.....	45
Figura 11: Fundamento del mantenimiento según condición o predictivo.....	47
Figura 12: Factores claves para la planificación de un programa de mantenimiento	48
Figura 13: Organigrama de la oficina de ingeniería.....	66
Figura 14: Disponibilidad de equipos biomedicos, Central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente .....	72
Figura 15: Relación de vida útil y antigüedad de los equipos biomédicos del área Central de esterilización .....	79
Figura 16: Grado de Importancia de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización.....	80
Figura 17: Distribución del mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización .....	81

Figura 18 : Funcionamiento de los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	82
Figura 19: Segmentación de los periodos de mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización.....	88
Figura 20: Distribución de la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización.....	89

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo previsto de reparación.....	35
Tabla 2: Pasos para realizar un mantenimiento preventivo .....	45
Tabla 3: Categorías de establecimientos del sector salud.....	52
Tabla 4: Función de equipos.....	53
Tabla 5: Riesgo físico asociado con la aplicación clínica.....	54
Tabla 6: Requisitos de mantenimiento .....	54
Tabla 7: Antecedentes del problema del equipo .....	55
Tabla 8: Personal del área de mantenimiento del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente.....	67
Tabla 9: Inventario de equipos biomédicos del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente.....	68
Tabla 10: Antigüedad del equipamiento biomedico del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente .....	69
Tabla 11: Disponibilidad inicial del equipamiento biomédico del área Central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente.....	71
Tabla 12: Promedio de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad por tipo de equipo biomedico.....	74
Tabla 13: Estado actual de los equipos biomédicos del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente .....	75
Tabla 14: Criterios técnicos de evaluación de los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	77

Tabla 15: Conclusión de la evaluación de los criterios técnicos de los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	78
Tabla 16: Distribución del mantenimiento de los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	80
Tabla 17: Criterios técnicos para establecer la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos.....	84
Tabla 18: Conclusión de la evaluación de los criterios técnicos para establecer la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos.....	85
Tabla 19: Frecuencia de mantenimiento obtenida para los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	86
Tabla 20: Segmentación de la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos del área Central de esterilización.....	87

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>CCSS:</b>	Caja costarricense del seguro social
<b>CE:</b>	Central de Esterilización
<b>CMS:</b>	Computerized maintenance management system (Sistema computarizado de gestión de mantenimiento)
<b>DIGEMID:</b>	Dirección general de medicamentos, insumos y drogas
<b>DIGIEM:</b>	Dirección general de infraestructura, equipamiento y mantenimiento
<b>ERP:</b>	Enter Prise Resource Planning (Sistema de planificación de recursos empresariales)
<b>GE:</b>	Gestión del equipo
<b>GMAO:</b>	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador
<b>HEPA:</b>	High Efficiency Particulate Air (Filtro partículas de aire)
<b>ISO:</b>	Organización internacional de normalización
<b>LAN:</b>	Local Área network (Red de área local)
<b>MC:</b>	Mantenimiento correctivo
<b>MINSA:</b>	Ministerio de salud
<b>MPP:</b>	Mantenimiento preventivo planificado
<b>OMS:</b>	Organización mundial de la salud
<b>OT:</b>	Orden de trabajo
<b>OTM:</b>	Orden de trabajo de mantenimiento
<b>ROF:</b>	Reglamento de organización y funciones
<b>TBF:</b>	Tiempo de buen funcionamiento
<b>TDR:</b>	Tiempo de reparación

<b>TI:</b>	Tecnología de la organización
<b>TMDR:</b>	Tiempo medio de relación
<b>TMEF:</b>	Tiempo medio entre fallas
<b>TMPR:</b>	Tiempo medio previsto de reparación
<b>TMTE:</b>	Tiempo medio trabajo efectivo
<b>TPM:</b>	Mantenimiento productivo total
<b>UNE:</b>	Una norma española
<b>UPSS:</b>	Unidad productora de servicios de salud

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, de las entidades estatales, quizá los hospitales nacionales, son los que más sufren las consecuencias de la realidad del país; las condiciones en que se presta el servicio satisfacen apenas las necesidades de los usuarios, son consecuencia de carencias organizacionales que impiden la correcta administración del personal y de los recursos.

Uno de los departamentos con mayores carencias dentro de los hospitales nacionales es el de mantenimiento. Con pocos recursos, encargados y operadores del departamento hacen lo posible, por mantener su servicio, pero cada día que pasa las carencias y vacíos administrativos hacen más difícil su labor.

El funcionamiento de los equipos biomédicos de un hospital, es de vital importancia, ya que de ellos depende la realización de actividades necesarias, para proporcionar un servicio de calidad estipulado. Como en cualquier institución, se presentan complicaciones por falla de equipos, debido a varias causas: falta de un control en el mantenimiento, mala operación, finalización de su tiempo de vida útil, fallas en el sistema eléctrico, entre otros; y el Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente no es la excepción.

Es por ello que, surge la necesidad, de contar con rutinas de mantenimiento eficientes, pues con la aplicación de éstas, puede realizarse una mejor administración, referente al control, historial, procedimientos, estimado de tiempos

para la ejecución y cantidad de personal necesario para brindarlos, y con éstos reducir costos, tiempo y brindar un servicio eficiente y eficaz.

Es así que el trabajo se estructura en 3 partes:

En el primer capítulo se ha desarrollado el planteamiento del problema que lo conforman la descripción problemática, justificación del problema, la delimitación, la formulación del problema y se señalan los objetivos.

En el segundo capítulo se analiza el marco teórico con antecedentes nacionales que originaron al desarrollo del presente trabajo con los sustentos de las bases teóricas de diferentes autores y definiciones de algunos términos.

En el capítulo tres durante el desarrollo del trabajo y de acuerdo a la problemática se ha desarrollado una propuesta de solución de un plan de mantenimiento actualizado, debido a los estudios que se ha realizado se determinó que los equipos biomédicos más importantes del complejo Hospitalario son los que con mayor frecuencia se realiza un mantenimiento correctivo.

Finalmente se da a conocer las conclusiones y recomendaciones del trabajo de suficiencia profesional.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente brinda atención integral de Salud Especializada, con enfoque recuperativo y de rehabilitación con potencial humano calificado para atender de forma oportuna a los 250.000 asegurados adscritos de EsSalud.

La Central de Esterilización es el corazón del hospital, ya que de allí parte todo material que va ser utilizado en cada paciente. La importancia de esterilizar es garantizar que aquellos pacientes que ingresan al hospital para restablecer su salud; se recuperen y no adquieran una nueva enfermedad añadida a su enfermedad actual, es por consiguiente que la central de esterilización no debería trabajar con un plan de mantenimiento preventivo deficiente, pues esto contribuye continuamente a la existencia de averías en los equipos biomédicos del área y con ello no poder contar con equipos en óptimas condiciones a fin de poder evitar riesgos de expansión de nuevas enfermedades a los más de 250 000 asegurados, lo que minimizaría la calidad de atención Hospitalaria.

A consecuencia de contar con un plan de mantenimiento preventivo deficiente dentro de la Central de Esterilización, se cuenta con equipos biomédicos constantemente averiados, esto genera que no se pueda abastecer de material

esterilizado a los diferentes servicios mientras dura la revisión, diagnóstico y solución de la avería del equipo, lo que conlleva al Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente a direccionar todo el material contaminado proveniente de las diferentes áreas, al Complejo Hospitalario Alberto Leonardo Barton Thompson ubicado en la provincia constitucional del Callao para su esterilización, esto genera para el Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente perjuicios económicos como: gastos de movilidad, combustible, horas extras del personal de servicio, retroceso de las actividades programadas y un incremento en los costos de reparación de los equipos.

La Central de Esterilización al no contar con los equipo biomédicos en óptimas condiciones, no puede abastecer de material esterilizado a las diferentes áreas del complejo hospitalario, esto genera que el personal del servicio, re programe las citas de los pacientes que puedan necesitar de dicho material, lo que conlleva a la incomodidad y molestia por parte de los asegurados.

## **1.2. Justificación del Problema**

El Complejo Hospitalario Guillermo Kalan De La Fuente es una institución que brinda servicios para la salud en todos los niveles que requieren atención médica, por tal motivo es necesario e imperante el funcionamiento de todos los equipos que dan soporte a esta actividad, no siendo aceptable que éstos se encuentren inhabilitados o fuera de servicio por falta de adecuadas rutinas de mantenimiento.

En la actualidad, el Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente cuenta con un plan de mantenimiento preventivo deficiente en la Central de Esterilización, debido a este deficiente plan de mantenimiento se incrementa los costos de reparación de los equipos biomédicos, así como también al direccionar todo el material por esterilizar, al Complejo Hospitalario Alberto Leonardo Barton Thompson ubicado en la provincia constitucional del Callao le genera gastos de movilidad, combustible, horas extras del personal de servicio y retroceso de las actividades programadas.

Desarrollando, actualización y mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área Central de Esterilización, se tendrá un mejor funcionamiento, aumento del rendimiento de los equipos y un mejor producto final.

Este trabajo sirve como referencia para los estudiantes, técnicos y profesionales como antecedente para una futura actualización y mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos utilizados en el área Central de Esterilización ya que en el presente se expondrán los pasos adecuados que hay que seguir para mejorar y actualizar dicho plan de mantenimiento.

## **1.3. Delimitación del Proyecto**

### **1.3.1.-Teórica**

La realización del presente trabajo de investigación busca mejorar el plan de Mantenimiento, se fundamenta en la teoría de la ingeniería de mantenimiento, teoría de fiabilidad de los sistemas, la mantenibilidad, operatividad y eficiencia de los equipos electrónicos.

### **1.3.2.-Temporal**

El análisis se efectuó tomando como base de estudio el periodo entre Enero a Diciembre del 2018.

### **1.3.3.-Espacial**

La presente propuesta de investigación se llevará a cabo en los ambientes del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la Fuente, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1.-Problema General**

¿De qué manera se puede mejorar y actualizar el plan de mantenimiento preventivo para mayor eficiencia de los equipos biomédicos del área central de esterilización del complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la Fuente?

### **1.4.2.-Problemas Específicos**

- a) ¿De qué manera identificar y validar el inventario y codificación de todos los equipos biomédicos existentes en la Central de Esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente?
- b) ¿Cómo determinar la situación actual del equipamiento biomédico en la Central de Esterilización?
- c) ¿De qué manera determinar la frecuencia de mantenimiento para los diferentes equipos biomédicos existentes en la central de esterilización?
- d) ¿Cómo elaborar una ficha o protocolo de mantenimiento para el equipamiento biomédico de la central de esterilización?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Mejorar y actualizar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área central de esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar la verificación en términos de codificación e inventario de los equipos biomédicos existentes en la central de esterilización.
- b) Realizar un diagnóstico de la situación actual de todos los equipos biomédicos existentes en la Central de Esterilización.
- c) Establecer la frecuencia de mantenimiento para los diferentes equipos biomédicos existentes en la central de esterilización
- d) Elaborar una ficha o protocolo de mantenimiento para los equipos biomédicos de la central de esterilización.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Para esta sección se han considerado referencias tanto nacionales como internacionales con el objetivo de tener un mejor enfoque en el estudio de las variables. Los antecedentes se presentan a continuación:

##### **Antecedentes Nacionales**

Palomino, (2016), en su tesis titulada “Plan de mantenimiento de equipos biomédicos en las unidades críticas del hospital regional del cusco” para optar el Título de Ingeniero Industrial de la universidad Andina del Cusco, concluye que: “El estudio se desarrolla como una investigación no experimental de tipo cuantitativa ya que se planteó una alternativa de solución al problema que presenta el Hospital Regional del Cusco. Para esto se abarcarán las siguientes acciones: Análisis temático de trabajos referentes al diseño de planes de mantenimiento en organizaciones de servicio. Estudio de la oferta y demanda de los Servicios Críticos de Salud, Diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento aplicada a los Servicios Críticos del Hospital, Estudio del estado físico del Equipamiento Biomédico aplicada a los servicios Críticos, Dimensionamiento de las necesidades de mantenimiento y el presupuesto para los equipos biomédicos aplicada a los Servicios Críticos y finalmente se define el plan de acción para la aplicación de la propuesta del diseño de plan de mantenimiento “. (p. 16)

Tena, (2009), en su Trabajo de Investigación titulado “Plan de mantenimiento preventivo del equipamiento biomédico “, concluye que: “El presente estudio se enmarcó dentro de la línea de investigación de Gerencia y Mantenimiento, el diseño del modelo de mantenimiento que se realizó tuvo como finalidad, diseñar una herramienta que permita medir y controlar la gestión de la función del mantenimiento del centro. Dicha función está considerada de gran importancia en cualquier empresa ya que garantiza la operatividad eficaz de los equipos y maquinarias, necesarios en el proceso productivo, como también la efectividad del servicio que se ofrece a los usuarios del centro”. (p. 37)

Albornoz, (2016), en su tesis titulada “Propuesta de diseño de un programa de mantenimiento para los equipos del área de gases medicinales de un hospital clase III” para optar el Título de Ingeniero Mecánico de la universidad Nacional del Centro del Perú, concluye que: “Para el diseño de la rutina del mantenimiento se debe de tener en cuenta los datos históricos de los equipos para así determinar su criticidad y obtener mejores resultados a la hora de realizar los mantenimientos. Menciona además que se debe establecer el proceso de supervisión del programa, como medio recolector de la información, de la cual emanaran las decisiones de mejora o corrección del programa para que sigan en una mejora constante”. (p.88)

## **Antecedentes Internacionales**

Porras, (2009), en su tesis titulada “Propuesta de un sistema de gestión del mantenimiento para los hospitales de la caja costarricense del seguro social” para optar al Título de Magister Scientiae en Gerencia de Proyectos de Desarrollo del instituto centroamericano de administración pública, pretende dar guía y respuesta a las deficiencias tan notorias que en materia de gestión del mantenimiento a nivel hospitalario presentan las instalaciones de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), con el fin de brindar a las personas usuarias de estas instalaciones, seguridad y confiabilidad para recibir servicios con calidad, y a la CCSS, mantener sus activos institucionales en adecuadas condiciones de conservación y funcionamiento. A partir del análisis realizado se concluye que: “Se identificaron tres ámbitos de acción cuya presencia y coexistencia conjunta es necesaria para que se dé el ambiente propicio para establecer un sistema de gestión de mantenimiento en los hospitales de la CCSS, por lo cual se hace una propuesta separada para cada uno de ellos, pero a la vez integrada bajo un lineamiento común. Se propone “un sistema de gestión de mantenimiento hospitalario, enfocado en tres niveles: el nivel político institucional, el nivel administrativo y el nivel técnico”, a fin de dotar a cualquier hospital de un sistema de gestión del mantenimiento de forma completa. (p. 7)

Bonilla, (2012), en su tesis titulada “Control del mantenimiento de los equipos del centro médico militar”, para optar el Título de Ingeniero Mecánico de la universidad san Carlos de Guatemala, concluye que: “La realización del inventario técnico es

uno de los pasos para implementar un plan de mantenimiento, sirve para llevar un registro detallado de los equipos a los que se tienen a disposición, el cual incluye desde características básicas del mismo, ubicación, código, hasta datos específicos, como el tipo de energía que utiliza para su funcionamiento, presiones de trabajo, capacidades, accesorios, entre otros. Menciona además, que por mínimo que sea el mantenimiento, es importante que se le aplique a un equipo, independientemente del tipo que sea o la función que cumpla, por ejemplo, el cambio de un empaque, reapriete de una pieza u otros, éste podrá evitar un problema mayor el cual puede ocasionar mayores gastos para su reparación”. (p. 112).

Alvarado, (2006), en su tesis titulada “Diseño de programa de mantenimiento para los equipos del área de gases del hospital general San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala”, para optar el Título de Ingeniero Mecánico Industrial de la universidad san Carlos de Guatemala, concluye que: “Al implementarse el programa, su buen funcionamiento dependerá de dos condiciones, una, que esté sea aplicado por operadores o se exija su aplicación a la empresa contratada; y segundo, que los usuarios de los servicios, abandonen las prácticas dañinas para los equipos, sustituyéndolas por las correctas”. (p. 118).

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Equipos biomédicos**

La Organización Mundial de la Salud, en la publicación de Serie de Documentos Técnicos de la OMS - Evaluación de Tecnologías Sanitarias Aplicada a los Dispositivos Médicos, define el concepto de equipo médico como: “un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación por parte de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso”.

Ley N°29459 “Ley de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios” establece en el artículo 4, numeral 3, la definición de dispositivo médico como: “cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, reactivo o calibrador in vitro, aplicativo informático, material u otro artículo similar o relacionado, previsto por el fabricante para ser empleado en seres humanos, solo o en combinación, para uno o más de los siguientes propósitos: diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de la enfermedad; diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación de una lesión; investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía o de un proceso

fisiológico; soporte o mantenimiento de la vida; control de la concepción; y desinfección de dispositivos médicos”.

En la página web de la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID) se define el concepto de equipo biomédico como: dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos, que para uso requieren una fuente de energía; incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento.

La Guía Técnica “Criterios de Estandarización de Equipamiento Hospitalario”, aprobado con Resolución de la Oficina Central de Planificación y Desarrollo N°022-OCPD-ESSALUD-2010, vigente a la actualidad define como equipo biomédico a: “Todo equipo con diseño y nivel tecnológico especializado para una aplicación clínica específica: diagnóstico, monitoreo, soporte, tratamiento, y/o rehabilitación del paciente intervenido”. (Observar Figura 1)

De lo anteriormente señalado por los diferentes autores podemos decir entonces que los equipos biomédicos son dispositivos médicos operacionales que reúnen sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos por lo cual se usa específicamente para el diagnóstico, tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión.



Figura 1. Equipos Biomédicos

Fuente: <https://procesosbiomedicos.com/gestión-equipos-biomédicos/>

### **2.2.2. Central de esterilización**

La central de esterilización es la unidad que recibe, acondiciona, procesa, controla y distribuye textiles, equipamiento biomédico e instrumental a otras unidades y servicios sanitarios, tanto hospitalarios como extrahospitalarios, con el fin de garantizar la seguridad biológica de estos productos para ser utilizados en el paciente.

La central de esterilización también se define como una unidad de procesamiento de productos estériles, que comprende áreas definidas para recepcionar, descontaminar, lavar, desinfectar, esterilizar y almacenar productos estériles. (Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización, 2018, p. 7)

Evidentemente para poder cumplir con esta importante función, la CE debe estar dotada con: (Observar Figura 2)

- Instalaciones productivas, esto con equipos diversos y de capacidad suficiente para procesar los distintos materiales según su composición y protocolo.

- Una adecuada organización y los suficientes recursos humanos para poder ejecutar los trabajos.
- Una adecuada logística para la distribución y recogida de materiales.
- Un procedimiento administrativo y de comunicación importante y de forma preferible informático, con los distintos clientes.
- Unos protocolos de trabajo para las distintas fases y procesos.
- Unos controles de calidad, con su seguimiento y su mejora.
- Las condiciones garantizadas de higiene y seguridad para el paciente.
- Una formación continúa del personal de la CE, tanto en los aspectos productivos como en la de calidad y satisfacción del cliente.
- Un control eficaz de la salud laboral de los trabajadores de la CE.

(Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización, 2018, p. 11)



Figura 2. Central de Esterilización

Fuente: [www.areasaludcaceres.es/organiograma/servicios/13-unidades-de-enfermeria-/37-unidad-de-enfermeria-de-esterilizacion-hospital-san-pedro-de-alcantara.html](http://www.areasaludcaceres.es/organiograma/servicios/13-unidades-de-enfermeria-/37-unidad-de-enfermeria-de-esterilizacion-hospital-san-pedro-de-alcantara.html)

### 2.2.2.1. Áreas de la Central de Esterilización

Normalmente deben considerarse las siguientes áreas:

**a) Recepción de material sucio reutilizable procedente de quirófanos u otras zonas.** Esta zona deberá estar dotada de montacargas en número y características adecuados al volumen de materiales a recibir. Estos montacargas comunicarán directamente con las zonas de sucio de los diferentes bloques quirúrgicos y paritorios del hospital. Su uso será exclusivo para materiales sucios. Deberá disponerse del suficiente número de carros para transporte del material sucio recibido hasta la zona de limpieza y descontaminación.

**b) Zona de limpieza y descontaminación del material reutilizable.** Deberá estar dotada del suficiente número de pilas para el lavado manual de material sucio, así como de máquinas lavadoras automáticas y bañeras de ultrasonidos y de las suficientes mesas de acero inoxidable para el secado del material una vez limpio y descontaminado. Esta zona deberá estar perfectamente señalizada y separada de las demás zonas. El personal que trabaje en las tareas de limpieza y descontaminación deberá usar prendas exclusivas para este uso y protegerse adecuadamente, siguiendo las normas de las precauciones universales, así como las de prevención de

riesgos laborales. En esta zona se lavará también el material nuevo aún no usado.

**c) Zona de secado de material ya limpio y descontaminado en la propia unidad.** Esta zona deberá estar claramente separada de las zonas de limpieza y descontaminación y de recepción de material sucio, evitando cruces y posibles contactos. Sí podrá estar contigua o incluso compartir el mismo local que la zona de preparación del material.

**d) Zona de revisión, selección, preparación y empaquetado del material limpio.** Aunque se aconseja la separación entre la zona de empaquetado y la de revisión y selección, no existe inconveniente para que se ubiquen en la misma área ambas tareas, de hecho, en la mayoría de las CE así ocurre. Por tanto, será necesaria la dotación en número adecuado de mesas de acero inoxidable, termo selladoras, pistolas etiquetadoras, estanterías, cestos normalizados (30 x 30 x 60 ó 15 x 30 x 60), portarrollos de bolsas sin fin para empaquetar y carros con sistema de elevación y carga manual o electromecánica.

(Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización, 2018, p. 13)

**e) Zona de equipos de esterilización.** Lo ideal es que se encuentren incluidos en un túnel y todos los equipos tengan 2 puertas, una para cargar dentro de la zona limpia y otra para descargar en la zona “estéril”. Los equipos deberán estar debidamente protegidos para evitar riesgos al personal de la CE. La ventilación deberá asegurar la temperatura ambiente y la extracción de posibles fugas de agentes esterilizantes tóxicos. Deberá dotarse de elementos de detección de sustancias tóxicas en el ambiente, del funcionamiento correcto de la extracción y de la temperatura y humedad del ambiente.

**f) Almacén del material esterilizado.** Esta zona está considerada como zona de ambiente controlado y la norma UNE 171340 la clasifica como ISO 7, por lo que requiere un sistema de aire acondicionado con alta filtración (prefiltros, filtro y HEPA). En esta zona estará restringido el acceso y sólo deberá entrar el personal absolutamente necesario y durante el tiempo estrictamente preciso. Deberá estar dotada de suficiente número de estanterías y dispositivos para colocar cestas con material esterilizado. (Observar Figura 3)

(Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización, 2018, p. 14)



Figura 3. Áreas de la Central de Esterilización

Fuente: <https://mira.ired.unam.mx/enfermeria/pagina-ejemplo/enfermeria-hospitalaria/idades/unidad-ii/temas/2-conocimiento-de-central-de-equipos-y-esterilizacion-ceye/>

#### 2.2.2.2. Proceso de Esterilización

La CE establece los procesos adecuados de lavado, desinfección y esterilización del instrumental, así como de almacenaje, distribución y manipulación del material procesado, llevando a cabo, un eficaz control de calidad en todos los pasos del proceso. (Observar Figura 4)

(Guía de Funcionamiento y Recomendaciones para la Central de Esterilización, 2018, p. 11)

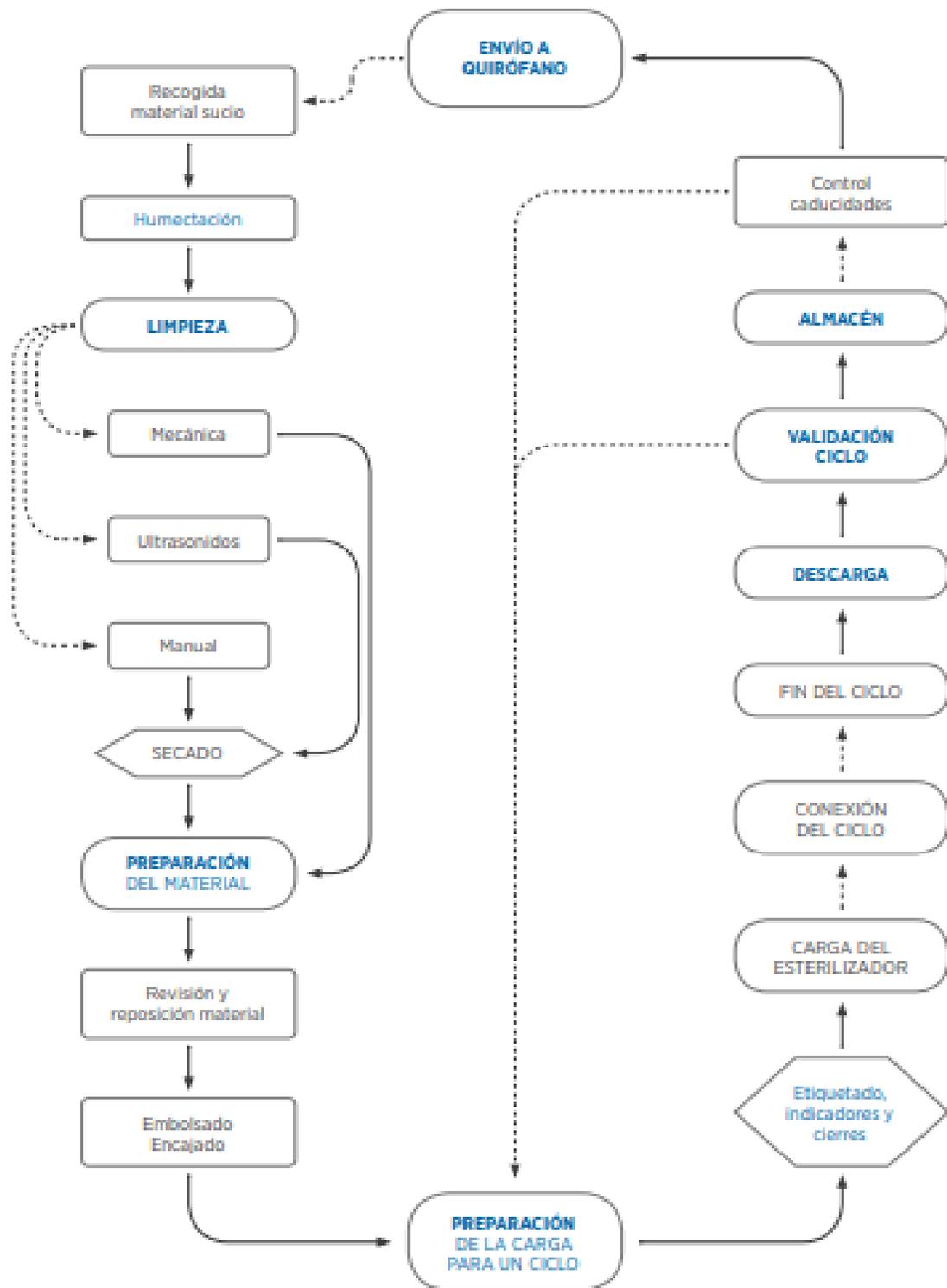


Figura 4. Proceso de Esterilización

Fuente: [http://www.seeof.es/archivos/articulos/adjunto\\_34\\_2.pdf](http://www.seeof.es/archivos/articulos/adjunto_34_2.pdf)

## 2.2.3 Mantenimiento y su evolución

### 2.2.3.1. Mantenimiento

Se puede definir el mantenimiento como el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. En cualquier empresa, el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Uno de los objetivos evidentes del mantenimiento es el de procurar la utilización de los equipos durante toda su vida útil. La reducción de los factores de desgastes, deterioros y roturas garantiza que los equipos alcancen una mayor vida útil. (Observar Figura 5)

(Cuartas, 2008, p. 1)

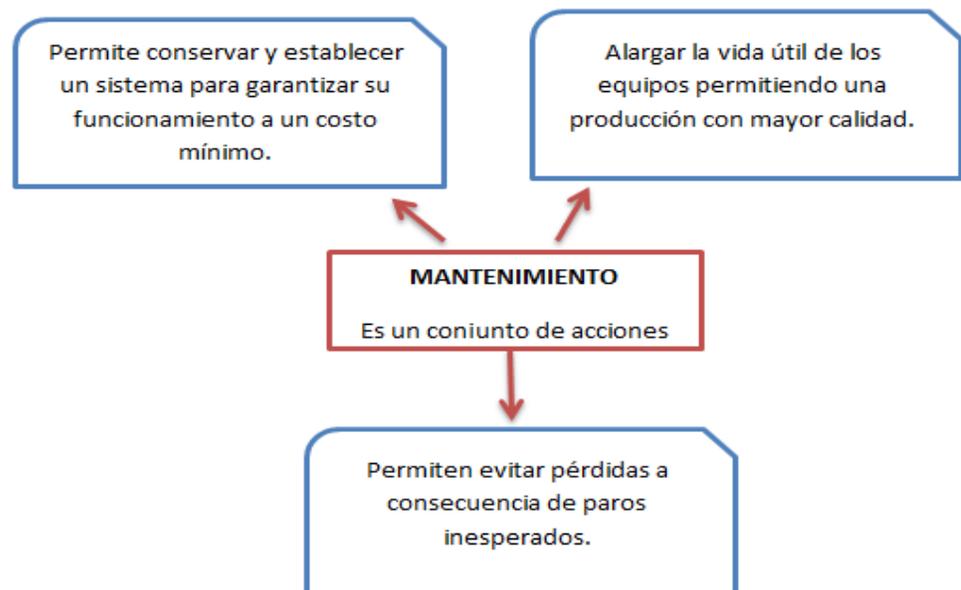


Figura 5. Definición de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

### a) Mantenibilidad

Se define mantenibilidad como la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado. Una medida de la mantenibilidad es el TMDR (Tiempo Medio de Reparación).

La mantenibilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la ecuación 1:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu.t} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

**M(t):** es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).....(Horas)

**e:** constante Neperiana (e=2.71828)

**μ:** Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.....(Horas)

**t:** tiempo previsto de reparación TMPR.....(Horas)

La distribución exponencial se adapta muy bien cuando las intervenciones al equipo son de corta duración, que constituyen principalmente intercambio de piezas estándar. Esta ecuación es válida para tiempos de reparación que sigan la distribución exponencial.

Según la Organización Mundial de la Salud para los equipos médicos se establece que el estándar de Mantenibilidad debe ser menor o igual a un 5% de la Confiabilidad y la Confiabilidad debe ser mayor o igual a un 95%

- **Tiempo previsto de reparación (TMPR)**

En la relación que tiene la mantenibilidad con el tiempo medio de reparación (TMPR), es posible encontrar otro tipo de consideraciones, entre las que se cuentan:

- El TMPR está asociado al tiempo de duración efectiva de la reparación.
- Todo el tiempo restante, empleado por ejemplo en la espera de herramientas, repuestos y tiempos muertos, es retirado generalmente del TMPR.

Normalmente los tiempos que ocurren entre la parada y el retorno a la operación de un equipo son presentados en la tabla 1:

Tabla 1

*Tiempo previsto de reparación*

<b>Tiempo previsto de reparación</b>	
<b>To</b>	Instante en que se verifica la falla
<b>1</b>	Tiempo para la Localización del defecto
<b>2</b>	Tiempo para el diagnostic
<b>3</b>	Tiempo para el desmontaje (Acceso)
<b>4</b>	Tiempo para la remoción de la Pieza
<b>5</b>	Tiempo de espera por repuestos (Logístico)
<b>6</b>	Tiempo para la sustitución de piezas
<b>7</b>	Tiempo para el remontaje
<b>8</b>	Tiempo para ajustes y pruebas
<b>Tf</b>	Instante de retorno del equipo a la operación

Fuente: DIGIEM-MINSA

Cuando se analizan los tiempos descritos anteriormente, se verifica que directa o indirectamente, todos ellos son responsabilidad del personal de mantenimiento. Aunque se puede afirmar que existen otros tiempos empleados, por ejemplo, en la consecución de informaciones, aspectos relacionados con la planificación de los servicios, problemas de liberación de equipo y calificación de personal. En este sentido, el TMRP puede considerarse, no sólo comprendido por todos los tiempos que son pertinentes a las acciones de mantenimiento en sí, sino que hay que entender que el tiempo en el que el equipo está fuera de operación debe ser reducido y ese debe ser el objetivo de todos los involucrados en el proceso de organización del mantenimiento.

### **b) Disponibilidad**

Es la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

Matemáticamente la disponibilidad  $D(t)$ , se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo medio de funcionamiento del equipo. Es decir:

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

**D(t):** Función de disponibilidad.....(%)

**TMEF:** Tiempo medio entre fallas.....(Horas)

**TMPR:** Tiempo medio de reparación.....(Horas)

Depende en general de:

- La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento
- La capacitación profesional de quien hace la intervención
- De las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

### **c) Confiabilidad**

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido y bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. Una medida de la Confiabilidad es el TMEF (Tiempo Medio entre Fallas)

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la ecuación 3:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(3)$$

Dónde:

**R (t):** Confiabilidad de un equipo en un tiempo t

dato.....(Horas)

**e:** constante Neperiana ( $e=2.71828..$ )

**$\lambda$ :** Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación).....(Horas)

**t:** tiempo.....(Horas)

#### d) Estándar de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad para Equipos Biomédicos

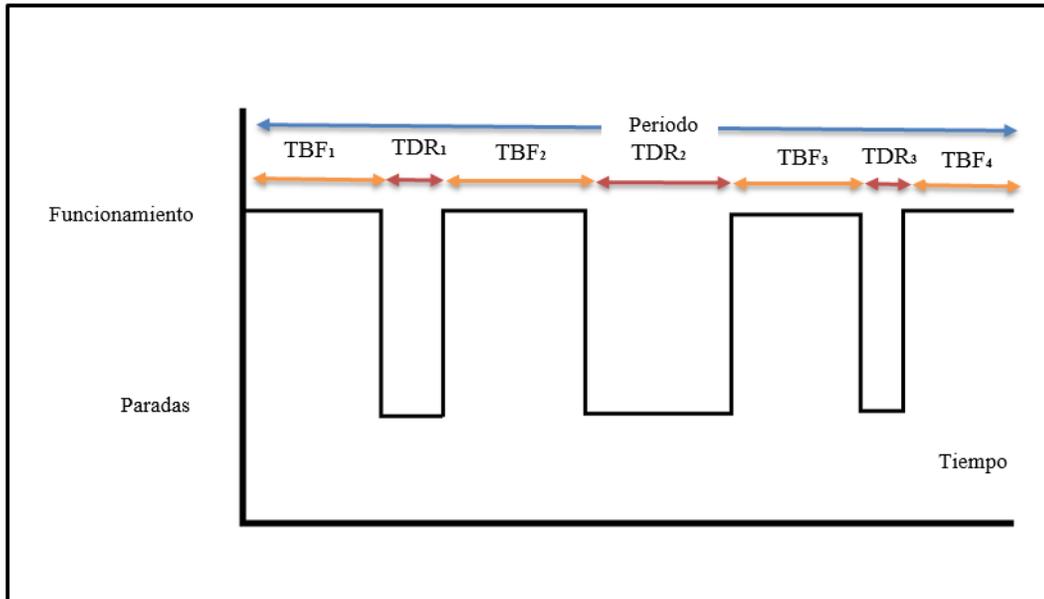


Figura 6: Estándar de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad para equipos biomédicos

Fuente: Palomino F. (2016) Plan de mantenimiento de equipos biomédicos en las unidades críticas del hospital regional del Cusco 2016

Leyenda:

**TBF**= Tiempo de Buen Funcionamiento

**TDR**= Tiempo de Reparación

- **Mantenibilidad:** TMDR

$$TMDR = \frac{\sum TDR}{N} = \frac{TDR_1 + TDR_2 + TDR_3}{3}$$

- **Confiabilidad:** TMEF

$$TMEF = \frac{\sum TBF}{N} = \frac{TBF_1 + TBF_2 + TBF_3 + TBF_4}{4}$$

- **Disponibilidad:**  $\frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$

- **Tiempo Medio de Trabajo Efectivo (TMTE):**

$$TMTE = TMEF + TMDR$$

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los equipos biomédicos deben cumplir el siguiente estándar:

- Confiabilidad: TMEF = 95% de TMTE
- Mantenibilidad: TMDR = 5% de TMTE
- Disponibilidad : 98%

### **2.2.3.2. Evolución del Mantenimiento**

Hasta finales de los años cincuenta del siglo XX, el mantenimiento prácticamente se basaba en el mantenimiento correctivo; es decir únicamente se intervenía cuando se producía el fallo.

A partir de aquí y hasta los años setenta, la creciente competitividad hace necesario aumentar la vida de los activos a la vez que incrementar la disponibilidad y fiabilidad de los mismos, al mínimo coste; por lo que se generaliza el mantenimiento preventivo programado. Esta situación llega a estabilizarse de manera que cualquier modificación en una de las variables anteriores, disponibilidad o fiabilidad, supone un impacto contrario en las demás.

Así, en la década de los setenta y ochenta, se desarrollan métodos dedicados a la intervención en equipos e instalaciones únicamente cuando es necesario. Mediante inspecciones de cierta frecuencia por parte de personal técnico altamente cualificado, se establecen intervenciones programadas según el estado o condición encontrado en cada revisión.

A medida que las inspecciones se van realizando de forma sensorizada y monitorizada sin intervención humana mediante la utilización de sistemas expertos, se desarrolla el mantenimiento predictivo, definido anteriormente. Este tipo de mantenimiento, se basa en técnicas que tienen su apoyo en diferentes tecnologías o mantecnologías.

Paralelamente a ello, a comienzos de los años setenta comienzan a desarrollarse técnicas de mantenimiento organizativas, que tienen como objetivo fundamental cero defectos durante el período de operación, a la vez que la optimización de costes.

Estas técnicas utilizan los tipos de mantenimiento anteriormente mencionados, siendo las más conocidas: Total Productive Maintenance (TPM) y Reliability Centred Maintenance (RCM).

Junto a dichas técnicas organizativas, se han ido desarrollando paralelamente debido al cada vez más competitivo mercado, bien de forma aislada o como un elemento más de las mismas, técnicas de análisis de gestión de activos, tales como:

Análisis de Modo de Fallo y sus Efectos y su Criticidad (AMFEC), Análisis Causa-Raíz (ACR), Análisis Coste del Ciclo de Vida (ACCV), Análisis de Criticidad (AC), Inspección Basada en el Riesgo (RBI) y Optimización Coste Riesgo (OCR).

A finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI se ha ido desarrollando de forma creciente el concepto de excelencia, como objetivo a alcanzar en las principales empresas mundiales líderes de cada sector. Así, estas empresas consideran el mantenimiento como un activo y no como un centro de coste únicamente; por lo que mantenimiento se considera una oportunidad de beneficio en los resultados de la empresa, al formar parte de los procesos medulares. Para ello, utilizan todas las técnicas comentadas anteriormente de forma conjunta, como punto de partida para conseguir un mantenimiento integrado en este tipo de empresas, llamadas de Clase Mundial (World Class).

(Albornoz, 2016, p. 22).

## 2.2.4 Tipos de Mantenimiento

Los tipos de mantenimiento a estudiar se detallan a continuación: (Observar Figura 7)

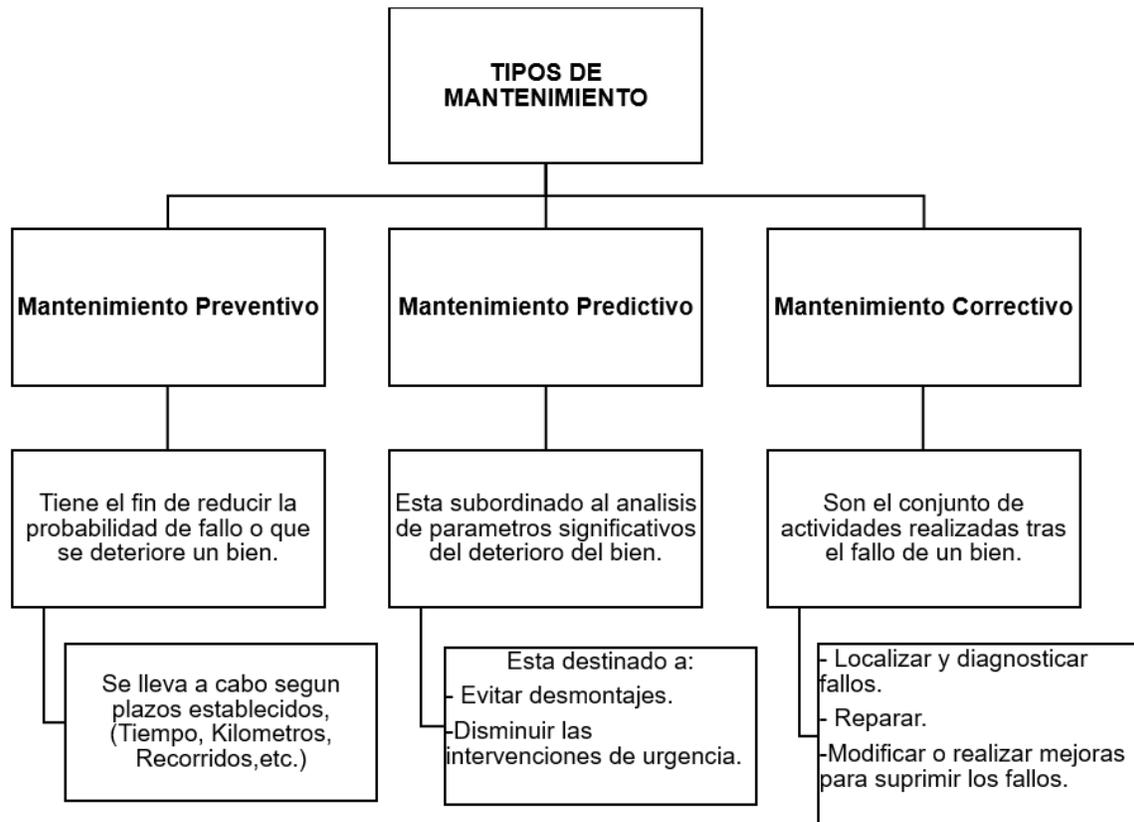


Figura 7: Tipos de mantenimiento

Fuente: Allali D. (2016) Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog

### 2.2.4.1. Mantenimiento Correctivo

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo, lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles. (Observar Figura 8)

(Cuartas, 2008, p. 4)

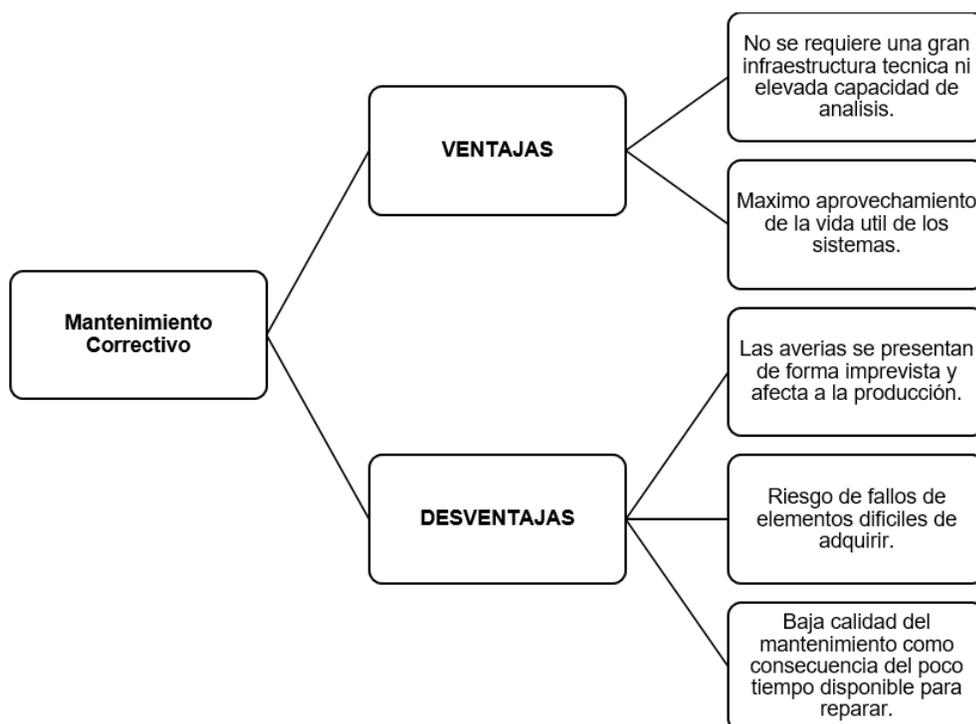


Figura 8: Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Fuente: Cuartas Pérez. L (2008) Concepto de Mantenimiento.Colombia.3ra Ed

#### 2.2.4.2 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo.

Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido. En tal sentido, si ejecutamos un correcto mantenimiento preventivo, tendremos equipos productivos durante mucho tiempo. (Observar Figura 9)

(Cuartas, 2008, p. 4).

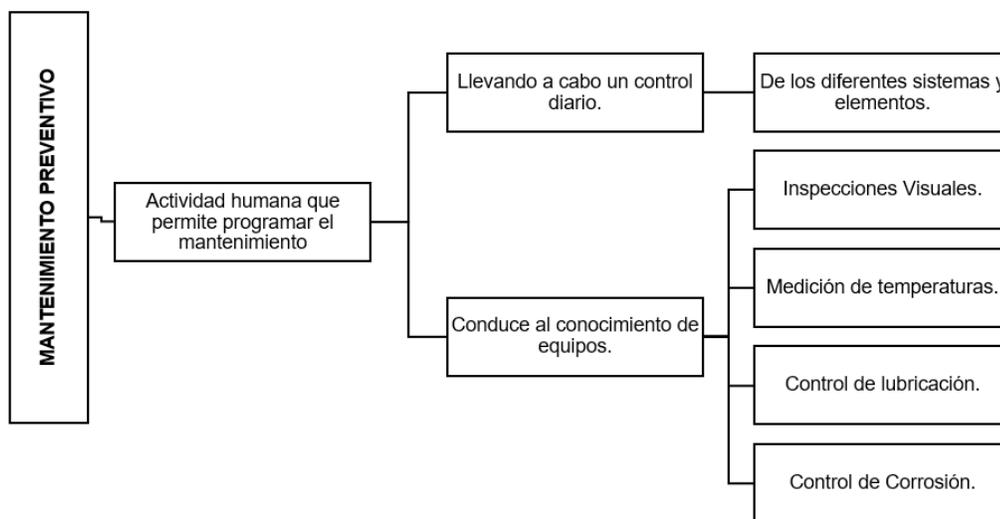


Figura 9: Concepto de mantenimiento preventivo

Fuente: Cuartas Pérez. L (2008) Concepto de Mantenimiento.Colombia.3ra Ed

### **Pasos para realizar un mantenimiento preventivo.**

Debido a la importancia del Mantenimiento Preventivo en la prolongación de la vida útil de los equipos, y en el mantenimiento de su funcionamiento adecuado, se han determinado diez pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estos pasos generales son los que constituyen la base de las rutinas para cada equipo; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada equipo Estos pasos son: (Observar tabla 2)

(Palomino, 2016, p. 52).

Tabla 2

*Pasos para realizar un mantenimiento preventivo*

Ítem	PASO
1	Inspección de condiciones ambientales
2	Limpieza integral externa
3	Inspección externa del equipo
4	Limpieza integral interna
5	Inspección interna
6	Lubricación y engrase
7	Reemplazo de ciertas partes
8	Ajuste y calibración
9	Revisión de seguridad eléctrica
10	Pruebas funcionales completas

Fuente: Palomino F. (2016) Plan de mantenimiento de equipos biomédicos en las unidades críticas del hospital regional del Cusco 2016

**Ventajas de un mantenimiento preventivo**

Las ventajas de un mantenimiento preventivo son: (Observar Figura 10)

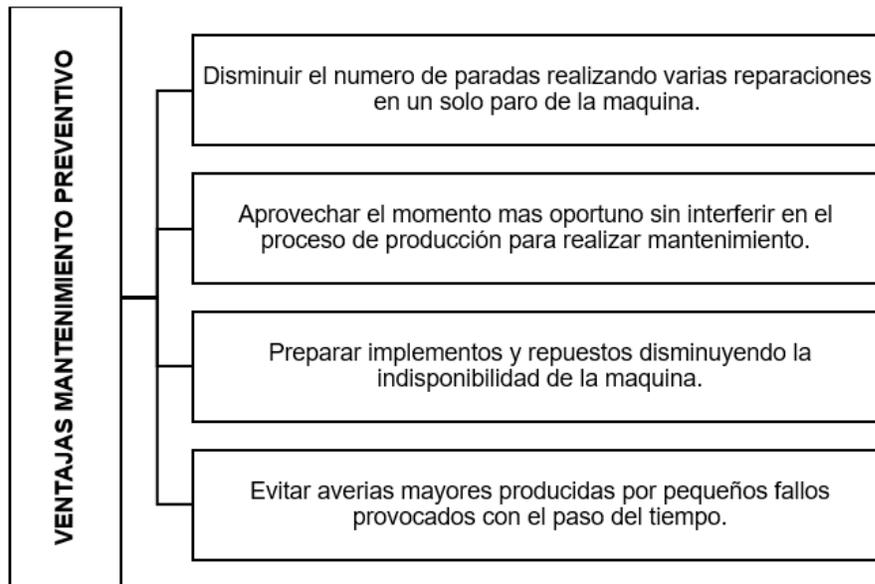


Figura 10: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Fuente: García Garrido S. (2010) Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. Chile. 1raEd

### **2.2.4.3 Mantenimiento Predictivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Los ensayos más frecuentes son:

- . Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- . Espesor de paredes, empleado en tanques.
- . Vibraciones: utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento en los equipos.
- . Altas temperaturas: el mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento.

En la figura 11 se representa el nivel de deterioro de una máquina, en función de la evolución de la variable que se va degradando con el tiempo.

(Cuartas, 2008, p. 4)

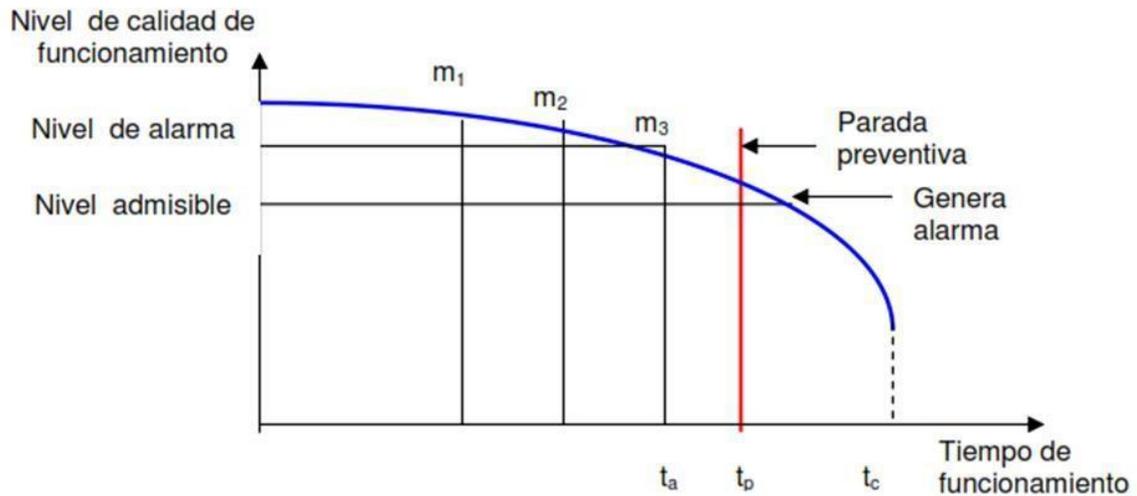


Figura 11: Fundamento del mantenimiento según condición o predictivo.

Fuente: Albornoz M. (2016) Propuesta de diseño de un programa de mantenimiento para los equipos del área de gases medicinales de un hospital clases III

#### 2.2.4.4. Mantenimiento Proactivo

Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y predictivo es necesario buscar una mayor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos. (Cuartas, 2008, p. 5)

#### 2.2.5 Plan de Mantenimiento

Por plan de mantenimiento se entiende el instrumento gerencial que contiene los objetivos, las metas, la programación de actividades, los recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros

Un plan de mantenimiento debe proporcionar un enfoque sistemático del trabajo del departamento o servicio de mantenimiento de cada institución.

Un plan de mantenimiento puede concebir como un proyecto. Esto es una serie de actividades y tareas de objetivos concretos como: fechas de inicio y terminación, disposición de recursos, fronteras definidas en el tiempo y en el espacio.

Las actividades de mantenimiento requieren de especialidad técnica, electricidad, electrónica, termodinámica, etc.; además de otras relacionadas con el manejo de recursos económicos, materiales, tecnológicos y de la administración del recurso humano. Pueden ser las actividades del mantenimiento los procedimientos de atención para un equipo biomédico o un servicio o área hospitalaria.

Como instrumento gerencial, permite definir la cantidad de actividades técnicas o los requerimientos de capacitación de personal usuario de los equipos, el presupuesto en tiempo de los equipos, de la disponibilidad de los recursos, etc.

(Observar Figura 12)

(Palomino, 2016, p. 59)



Figura 12: Factores claves para la planificación de un programa de mantenimiento

Fuente: Introducción al Programa de mantenimiento de equipos médicos – OMS

### **2.2.5.1. Objetivos de un plan mantenimiento hospitalario**

La actividad de mantenimiento de la infraestructura y equipos, y dotación hospitalaria, tiene como objetivo generar lo siguiente:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que administra y utiliza los recursos físicos del Hospital
- Contribuir a que la atención en salud cumpla con las características de calidad previstas en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF)
- Contribuir a garantizar un ambiente adecuado de estancia hospitalaria
- Asegurar la disponibilidad de los recursos físicos para la producción o el servicio, y obtener así el rendimiento máximo posible de la inversión en los recursos.
- Contribuir a la reducción de los costos de operación de la institución

(Palomino, 2016, p. 60)

### **2.2.5.2 Beneficios de un plan mantenimiento hospitalario**

Entre otros, estos son beneficios que otorgan un Plan de Mantenimiento Hospitalario:

- Asegurar la asignación dentro del presupuesto destinado por la institución de los montos necesarios para el desarrollo de las labores de mantenimiento hospitalario, conforme a las necesidades previstas y manifiestas.
- Distribuir los recursos humanos, físicos y económicos con el fin de cubrir las tareas de mantenimiento hospitalario.
- Suministrar a las directivas de la institución y demás dependencias en cronograma de mantenimiento para que estas actúen coordinadamente, de igual

manera proporcionar medios para el control y evaluación de la gestión del mantenimiento.

(Palomino, 2016, p. 60)

### **2.2.5.3 Modelo teórico de un plan de mantenimiento**

En lo básico, se expondrá los elementos mínimos que se convendrían tener en un plan de mantenimiento para una entidad de salud:

- Objetivos del Plan de Mantenimiento de Equipos Biomédicos
- Marco Conceptual
- Plan de Mantenimiento de Equipos Biomédicos
- Presupuesto
- Cronograma de Actividades

(Palomino, 2016, p. 61)

Así, en la década de los setenta y ochenta, se desarrollan métodos dedicados a la intervención en equipos e instalaciones únicamente cuando es necesario. Mediante inspecciones de cierta frecuencia por parte de personal técnico altamente cualificado, se establecen intervenciones programadas según el estado o condición encontrado en cada revisión.

## **2.2.6 CATEGORIAS DE ESTABLECIMIENTO DEL SECTOR SALUD**

### **2.2.6.1 Categoría**

Clasificación que caracteriza a los establecimientos de salud, en base a niveles de complejidad y a características funcionales comunes, para lo cual cuentan con

Unidades Productoras de Servicios de salud (UPSS) que en conjunto determinan su capacidad resolutive, respondiendo a realidades socio sanitarias similares y diseñadas para enfrentar demandas equivalentes.

(Palomino, 2016, p. 61)

### **2.2.6.2 Categorización**

Proceso que conduce a clasificar los diferentes establecimientos de salud, en base a niveles de complejidad y a características funcionales que permitan responder a las necesidades de salud de la población que atiende.

(Palomino, 2016, p. 62)

### **2.2.6.3 Nivel de complejidad**

Es el grado de diferenciación y desarrollo de los servicios de salud, alcanzado merced a la especialización y tecnificación de sus recursos. El nivel de complejidad guarda una relación directa con las categorías de establecimientos de salud.

Según la Organización Mundial de la Salud se han establecido criterios de inclusión de equipos para evaluar todas las unidades en uso en un hospital.

(Observar Tabla 3)

(Palomino, 2016, p. 63)

Tabla 3

*Categorías de establecimientos del sector salud*

<b>NIVELES ATENCION</b>	<b>DE</b>	<b>NIVELES COMPLEJIDAD</b>	<b>DE</b>	<b>CATEGORIA DE ESTABLECIMIENTO DE SALUD</b>
<b>Primer Nivel de Atención</b>		1° Nivel de Complejidad	de	I-1
		2° Nivel de Complejidad	de	I-2
		3° Nivel de Complejidad	de	I-3
		4° Nivel de Complejidad	de	I-4
<b>Segundo Nivel de Atención</b>		5° Nivel de Complejidad	de	II-2
		6° Nivel de Complejidad	de	II-3
	<b>Tercer Nivel de Atención</b>		7° Nivel de Complejidad	de
		8° Nivel de Complejidad	de	III-2

Fuente: Minsa, (2013) Categorías del Establecimiento del Sector Salud

### **2.2.7 Gestión de equipos biomédicos para el mantenimiento preventivo**

Se han asignado valores numéricos a cada tipo de dispositivo según una clasificación por función, aplicación clínica y requisitos de mantenimiento del equipo. La suma del número para cada subgrupo y la suma o resta de un factor basado en los antecedentes de averías del equipo permiten obtener un número de gestión del equipo (GE).

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 47)

### 2.2.7.1 Función del equipo

Incluye distintas áreas en las que se utilizan equipos con fines terapéuticos, de diagnóstico, de análisis y otros. (Observar Tabla 4)

Número GE:

**Número GE = # función + # aplicación + # mantenimiento + # antecedentes**

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 47)

Tabla 4

*Función de equipos*

CATEGORIA	DESCRIPCION DE LA FUNCION	PUNTUACION
TERAPEUTICO	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
DIAGNOSTICO	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
ANALITICO	Análisis del laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
OTROS	Computadoras y afines	3
	Relacionados con el paciente y otros	2

Fuente: OMS, (2012) Introducción al programa de mantenimiento de equipos médico

### 2.2.7.2 Riesgo físico asociado con la aplicación clínica

Lista los posibles riesgos para el paciente o el equipo durante el uso del dispositivo. (Observar Tabla 5)

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 48)

Tabla 5

*Riesgo físico asociado con la aplicación clínica*

<b>DESCRIPCION DEL RIESGO DURANTE EL USO</b>	<b>PUNTUACION</b>
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesion del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Sin riesgo significativo identificado	1

Fuente: OMS, (2012) Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos

### 2.2.7.3 Requisitos de mantenimiento

Describe el nivel y la frecuencia del mantenimiento de acuerdo con las indicaciones del fabricante o la experiencia acumulada. (Observar Tabla 6)

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 48)

Tabla 6

*Requisitos de mantenimiento*

<b>REQUISITOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PUNTUACION</b>
Importante: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: Inspección visual	1

Fuente: OMS, (2012) Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos

#### 2.2.7.4 Antecedentes de problemas del equipo

Incluye toda la información disponible sobre reparaciones del equipo que sirva para evaluar el tipo de dispositivo y determinar un número GE. (Observar Tabla 7)

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 48)

Tabla 7

*Antecedentes del problema del equipo*

<b>PROMEDIO DE AVERIAS DEL EQUIPO</b>	<b>FACTOR</b>
Significativo: más de una cada seis meses	+2
Moderado: una cada 6 - 9 meses	+1
Usual: una cada 9 - 18 meses	0
Mínimo: una cada 18 - 30 meses	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores	-2

Fuente: OMS, (2012) Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos

#### 2.2.8 Criterios para establecer frecuencia del Mantenimiento

Los valores correspondientes a los requisitos de mantenimiento sirven para determinar el intervalo entre inspecciones y procedimientos de mantenimiento, según el tipo de dispositivo.

- Para los dispositivos con un valor de GE de 0 a 7 se programarán mantenimientos anuales.

- Para los dispositivos con un valor de GE de 8 a 12 se programarán mantenimientos semestrales.

- Para los dispositivos con un valor de GE de 13 a 17 se programarán mantenimientos trimestrales.

- Para los dispositivos con un valor de GE de 18 a 22 se programarán mantenimientos bimestrales.

(Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos OMS, 2012, p. 49)

### **2.2.9 Metodología para establecer el tipo de mantenimiento a los equipos**

Para evaluar los equipos biomédicos de un establecimiento de salud con el fin de determinar si se requiere un mantenimiento preventivo, correctivo o reposición del equipo se utiliza el método propuesto por el Ministerio de Salud por el área de Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento en el cual se evalúan los equipos biomédicos de acuerdo a criterios establecidos en los lineamientos para la elaboración de un plan multianual de mantenimiento de la infraestructura y equipamiento en los establecimientos de salud. (Palomino, 2016, p. 76)

#### **2.2.9.1 Criterios para la evaluación**

**C1:** Que el costo de mantenimiento, acumulado hasta el momento de la evaluación, no supere el 40% del valor del equipamiento nuevo de prestación similar.

**C2:** El equipamiento no ha superado su vida útil

**C3:** El equipamiento se encuentra en funcionamiento, rinde o cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos

**C4:** El equipamiento se encuentra en funcionamiento; pero NO rinde, ni cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos.

**C5:** El equipamiento no se encuentra en funcionamiento por defectos técnicos propios del bien

(Palomino, 2016, p. 76)

#### **2.2.9.2 Resultado de los criterios de evaluación de los equipos biomédicos**

Para establecer el tipo de mantenimiento que requiere cada equipo biomédico debe cumplir los

Siguientes criterios.

**Mantenimiento Preventivo:** Cumple criterio C1, C2 y C3.

**Mantenimiento Correctivo:** Cumple criterio C1, C2, y adicionalmente C4 o C5.

**Reposición:** Ha superado su tiempo de vida útil y/o sobrepasa el 40% del costo del equipo

(Palomino, 2016, p. 77)

### **2.2.9.3 GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador)**

La Gestión de mantenimiento asistido por ordenador, (también por las siglas GMAO). También se nombra en ocasiones como CMMS, acrónimo de computerized maintenance management system. En esencia es una herramienta software que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento de una empresa. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones.

Las plataformas de gestión del mantenimiento asistido por una computadora, pueden ser utilizadas por cualquier organización que necesite gestionar el mantenimiento de sus equipos, activos y propiedades. Algunas de las soluciones existentes están enfocadas a mercados específicos (mantenimiento de flotas de vehículos, infraestructuras sanitarias, etc.) aunque también existen productos que enfocados a un mercado general.

El software ofrece una amplia variedad de funcionalidades, dependiendo de las necesidades de cada organización, existiendo en el mercado un gran rango de precios. Puede ser tanto accesible vía web, mientras que la aplicación se encuentra

alojada en los servidores de la empresa que vende el producto o de un proveedor de servicios TI o accesible vía LAN si la empresa adquisidora del producto lo aloja en su propio servidor.

#### **2.2.9.4 Módulos de un GMAO**

Un paquete estándar incluye algunos o todos de los siguientes módulos:

- **Órdenes de trabajo:** asignación de recursos humanos, reserva de material, costos, seguimiento de información relevante como causa del problema, duración del fallo y recomendaciones para acciones futuras.
- **Mantenimiento preventivo:** seguimiento de las tareas de mantenimiento, creación de instrucciones pasó a paso o checklists, lista de materiales necesarios y otros detalles. Normalmente los programas de gestión del mantenimiento asistido por computadora programan procesos de mantenimiento automáticamente basándose en agendas o la lectura de diferentes parámetros.
- **Gestión de activos:** registro referente a los equipos y propiedades de la organización, incluyendo detalles, información sobre garantías, contrato de servicio, partes de repuesto y cualquier otro parámetro que pueda ser de ayuda para la gestión. Además también pueden generar parámetros como los índices de estado de las infraestructuras.
- **Recursos Humanos:** Establece el control y gestión de los Recursos Humanos del Área o servicio de Mantenimiento. Pueden ser establecidos como Competencias Laborales Necesarias vs. Existentes.

**-Control de Inventarios:** gestión de partes de repuesto, herramientas y otros materiales incluyendo la reserva de materiales para trabajos determinados, registro del almacenaje de los materiales, previsión de adquisición de nuevos materiales, etc.

**-Seguridad:** gestión de los permisos y documentación necesaria para cumplir la normativa de seguridad. Estas especificaciones pueden incluir accesos restringidos, riesgo eléctrico o aislamiento de productos y materiales o información sobre riesgos, entre otros.

### **2.2.9.5 Funciones Principales**

Las funciones principales de un software de gestión del mantenimiento son:

- La entrada, salvaguarda y gestión de toda la información relacionada con el mantenimiento de forma que pueda ser accesible en cualquier momento de uno u otro modo.
- Permitir la planificación y control del mantenimiento, incluyendo las herramientas necesarias para realizar esta labor de forma sencilla.
- Suministro de información procesada y tabulada de forma que pueda emplearse en la evaluación de resultados y servir de base para la correcta toma de decisiones.
- Control y gestión de la infraestructura y todos los servicios asociados a algún departamento.

Otra tendencia muy importante en estos momentos es la posibilidad de conectar estas aplicaciones con los sistemas de gestión de la organización ERP o bien integrarlos completamente en estos, para facilitar el intercambio de información entre los diversos sectores implicados.

### **2.2.9.6 Ventajas de un GMAO**

Entre las ventajas más importantes se puede destacar:

- Optimización de los recursos
- Laborales: Mejora de la planificación, seguimiento y aplicación.
- Materiales: Mayor disponibilidad, disminución de existencias, fácil localización.
- Mejoras en la calidad y productividad de la organización.
- Disminución de los tiempos de paro en elementos productivos. Mayor fiabilidad y disponibilidad.
- Información actualizada, inmediata de todos los componentes del proceso.
- Mejora de los procesos de actuación establecidos.
- Posibilidad de realizar estudios y anticipar cargas de trabajo o consumo de piezas.
- Conocimiento inmediato de los gastos originados por cualquiera de los elementos controlados.
- Ajuste de los planes de mantenimiento a las características reales.
- Permitir la participación en un TPM
- Trazabilidad del equipamiento.
- Posibilidad de implementar cualquiera de las metodologías de mantenimiento existentes.
- Mejor control de actividades subcontratadas.

En general el control de cualquiera de los procesos implicados en el mantenimiento.

### **2.2.9.7 Inconvenientes de un GMAO**

Si los objetivos marcados son los descritos en el apartado anterior (ahorrar dinero y disponer de información útil), el proceso de implantación debe apuntar en esa dirección. Es muy habitual no definir objetivos al comenzar el proceso de implantación de un sistema de gestión de mantenimiento informatizado, y ponerse a realizarlo sin más. Como consecuencia, pueden surgir una serie de problemas que alejan de los dos objetivos establecidos como los más importantes: el ahorro de dinero y la disposición rápida y sencilla de información valiosa para la toma de decisiones.

Pueden darse entonces algunas de las siguientes situaciones:

Costo del sistema mucho mayor del esperado, al no haber tenido en cuenta el alto coste de implantación

- Aumento del personal indirecto. Al no haber tenido en cuenta la carga de trabajo adicional que tiene una determinada forma de operar (para abrir y cerrar O.T., para dar de alta o baja materiales en el almacén, para realizar las compras a través del sistema, etc.), el resultado final es que resulta necesario incrementar el número de técnicos indirectos e improductivos para la introducción de datos en el sistema, cuando antes no había nadie encargado de esta función improductiva.
- Aumento del volumen de información en soporte papel.
- El sistema proporciona datos, pero no proporciona información. O al menos no proporciona toda la información que precisamos. Una buena parte de la información útil necesaria hay que generarla después con otras aplicaciones

informáticas de desarrollo propio, como hojas de cálculo, pequeñas bases de datos, o incluso, hay que seguir calculándolas de forma manual.

- La información no es fiable. Los sistemas de trabajo son tan engorrosos que los operarios no son rigurosos y se los saltan habitualmente, con lo que se pierde información y fiabilidad. Por ejemplo, si no se anotan todos los movimientos de almacén, cuando se realice un inventario no coincidirá lo que hay realmente en el almacén con lo que hay registrado en el sistema informático. Consecuentemente, al solicitar un inventario a través del sistema éste no reflejará la realidad, no será fiable.

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Amperaje:** Es la intensidad de la corriente eléctrica.

**Calibración:** La calibración de equipo médico es el procedimiento que consiste en comparar los valores indicados por el equipo médico contra un instrumento de medición de mejor resolución. El resultado de esta comparación se le conoce como error de medición. Conociendo el error de medición podremos determinar si el equipo médico se encuentra dentro del rango de tolerancia especificada por el fabricante o normas nacionales e internacionales.

**Confiabilidad:** Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

**Deficiente:** Falto o incompleto que tiene algún defecto o que no alcanza el nivel considerado normal.

**Eficiencia:** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

**Esterilización:** En el ámbito sanitario es un proceso diseñado y validado para eliminar la carga microbiana, tanto en forma vegetativa como esporulada, presente en un dispositivo médico, asegurando su esterilidad con una probabilidad de  $10^{-6}$ .

**Hospitalario:** Dar un buen recibimiento a aquel que sea huésped del lugar, resulta agradable o acogedor para la persona que vive o esta temporalmente en él.

**Lubricación:** Es una acción, la cual consiste en aplicar un fluido con determinada viscosidad entre dos o más superficies en contacto y movimiento, formando una capa la cual evita que las superficies se encuentren en contacto directo y así evitar fricción entre ellas y por consiguiente calor y desgaste entre ellas.

**Mecanismo:** Conjunto de elementos mecánicos que funcionan coordinadamente para la realización de un trabajo o movimiento en específico.

**Plan:** Conjunto de programas y proyectos relacionados entre sí y conducentes a un objetivo común. También conjunto armónico de actividades para lograr un resultado concreto.

**Proactivo:** Que toma activamente el control y decide que hacer en cada momento, anticipándose a los acontecimientos.

**Rodamientos:** Los rodamientos son todos los componentes diseñados para centrar ejes, reducir fricción, facilitar rotación u oscilación, los cuales pueden estar sujetos al eje o en una posición fija cargando al eje. Éstos pueden ser planos o circulares y se subdividen según aplicación.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.1 Modelo de solución propuesto**

##### **3.1.1 Descripción del proyecto**

El proyecto está orientado a desarrollar un mejorado y actualizado plan de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos de la central de esterilización ya que el plan de mantenimiento con el que contamos es deficiente, debido a ello se halló la disponibilidad inicial de los equipos junto con la mantenibilidad y confiabilidad de cada uno de los equipos biomédicos ubicados en la central de esterilización, con estos datos obtenidos, se procedió a diseñar una nueva rutina de mantenimiento para cada tipo de equipo, ya sea trimestral, cuatrimestral, semestral o anual, una vez diseñado la rutina se procedió a diseñar una ficha o protocolo de mantenimiento que describe las normas que deben ser aplicadas en las rutinas de mantenimiento.

##### **a). Descripción del programa de mantenimiento anterior**

En la central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin de la Fuente actualmente se trabaja con un plan de mantenimiento general para todos los equipos biomédicos, es decir a todos los equipos se les hace mantenimiento anualmente, no importando los criterios técnicos de los equipos, no importando su nivel de importancia o criticidad, no importando el tiempo de funcionamiento que se da a diario a cada equipo, que en la mayoría de casos es mayor que el recomendado

por el fabricante, Todo lo antes mencionado conlleva a no tener equipos biomédicos en óptimas condiciones para así brindar un eficiente servicio.

#### **b). Descripción de la propuesta del programa de mantenimiento actual**

El conocimiento del principio de funcionamiento de los principales equipos y de la manera en que prestan servicio en la actualidad, determina los pasos necesarios para la mejora. El programa de mantenimiento a realizarse toma en consideración, los criterios técnicos de los equipos, su nivel de importancia o criticidad , el tiempo de funcionamiento aproximado que se da a diario por parte del personal de servicio y con ello estable se establece una frecuencia en la rutina del mantenimiento preventivo para cada tipo de equipo médico. Adicionalmente se diseña una ficha de rutina de mantenimiento con la ayuda de recomendaciones y manuales técnicos del fabricante y registro histórico de fallas más comunes, en la cual se describen sus normas y las rutinas que deben ser aplicadas, y su descripción.

### **3.2 Análisis Situacional de la Unidad de Mantenimiento del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente**

La unidad de mantenimiento es un órgano funcional y depende directamente de la Dirección Administrativa, el responsable de la unidad de mantenimiento es un profesional en Ingeniería Electrónica cuyas funciones que comprende, entre otros, es planificar, programar y ejecutar el mantenimiento de la infraestructura y equipamiento del hospital. La unidad de mantenimiento tiene a su cargo desarrollar todas las actividades y rutinas de mantenimiento con el fin de conservar los equipos en condiciones óptimas de productividad y seguridad. Actualmente la unidad de

mantenimiento trabaja con un plan de mantenimiento deficiente, lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos de disponibilidad y fiabilidad de los equipos no optimizando la productividad y la competitividad de la empresa.



Figura 13: Organigrama de la oficina de ingeniería

Fuente: OMS, (2012) Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos

Para desarrollar las actividades descritas anteriormente, se cuenta con los siguientes recursos humanos. (Observar Tabla 8)

Tabla 8

*Personal del área de mantenimiento del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente*

<b>ITEM</b>	<b>CARGO</b>	<b>PROFESIÓN</b>
1	BIOMEDICO	TEC. ELECTRONICO
2	BIOMEDICO	TEC. ELECTRONICO
3	BIOMEDICO	TEC. ELECTRONICO
4	BIOMEDICO	TEC. ELECTRONICO
5	ELECTRICISTA	TEC. ELECTRICISTA
6	GASFITERO	ARTESANO
7	JEFE DE AREA BIOMEDICA	INGENIERO INDUSTRIAL
8	JEFE DE AREA INSTALACIONES	INGENIERO ELECTRICO
9	JEFE RESPONSABLE AMBAS AREAS	INGENIERO ELECTRONICO
10	PINTOR	ARTESANO
11	NEUMATICA	TEC. ELECTRONEUMATICO
12	GASFITERO	ARTESANO
13	CARPINTERO	ARTESANO
14	SOLDADOR	TEC. MECANICO
15	REFRIGERACION	TEC. REFRIGERACION
16	REFRIGERACION	TEC. REFRIGERACION
17	GASFITERO	ARTESANO
18	ASCENSORES	TEC. MECANICO

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Inventario de Equipos Biomédicos del área central de esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente

Tabla 9

*Inventario de equipos biomédicos del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente*

INVENTARIO	EQUIPO	MARCA	MODELO DEL EQUIPO	N° SERIE
9256	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	STERIS	V-PRO MAX	0324813-25
9254	ESTERILIZADOR A VAPOR	MATACHANA	10089-2	E-28017
9255	ESTERILIZADOR A VAPOR	MATACHANA	10089-2	E-28018
9261	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	MATACHANA	21ED	114649
9263	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	MATACHANA	21ED	114648
9260	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	MATACHANA		
9264	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	MATACHANA		
9215	INCUBADORA PEROXIDO	3M	490H	202374
9214	INCUBADORA VAPOR	3M	490	103488
9377	LAVADOR DESINFECTOR	MATACHANA	MATLD2314	59645-13
9379	LAVADOR DESINFECTOR	MATACHANA	MATLD2314	59646-13
9374	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10532
9375	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10534
9376	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10543
6905	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10535
9267	REFRIGERADORA	THERMO SCIENTIFIC	18LC-16WW-TS	145087601131007
9268	SELLADORA DE BOLSA AUTOMATICA	HAWO	HM850DC	482359
9269	SELLADORA DE BOLSA MANUAL	HAWO	HD650DE	467823
9265	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHERMOMETER	TH-0013
9266	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHERMOMETER	TH-0015
9373	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHERMOMETER	TH00-12

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Situación actual del equipamiento biomédico

#### 3.4.1 Antigüedad del equipamiento biomédico

Se revisaron los expedientes técnicos de los equipos para constatar el año de fabricación y determinar la antigüedad del equipo.

Se identificó que el total de equipos tienen una antigüedad menor de 05 años, esto es debido a que el hospital es de reciente creación, por tanto, sus equipos son relativamente nuevos. (Observar Tabla 10)

Tabla 10

#### *Antigüedad del equipamiento biomédico*

RANGO EN AÑOS		
[0 – 5>	[5– 7>	>=7
21	0	0

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.2 Estado actual del equipó biomédico

##### 3.4.2.1 Evaluación de la Mantenibilidad y Confiabilidad de los Equipos Biomédicos del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente

Se realiza la evaluación de los equipos biomédicos para determinar en términos de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad la situación actual de los Equipos Biomédicos de la central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente, con la información histórica de los tiempos de reparación y tiempo de funcionamiento de los equipos biomédicos aplicamos las formulas y obtenemos las variables de la investigación; el desarrollo de la evaluación y resultados de

mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los equipos biomédicos está desarrollado a detalle en el ANEXO 2.

### 3.4.2.2 Disponibilidad inicial del equipamiento biomédico de la central de Esterilización

Para calcular la disponibilidad de los equipos debemos de tener en cuenta que los servicios donde se encuentran instalados los equipos brindan atención las 24 horas del día durante los 365 días del año, además se debe de tener conocimiento de las horas reales de operatividad de los equipos durante un año, para lo cual se consultó los registros históricos de órdenes de trabajo y ocurrencias de fallas para determinar los tiempos de parada de los equipos. Para efectuar el cálculo actual de la disponibilidad de los equipos se empleará la siguiente fórmula:

$$\% \text{Disponibilidad: } \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

**TMEF:** Tiempo medio entre fallas

**TMPR:** Tiempo medio de reparación,

Aplicando la fórmula para los equipos médicos, obtuvimos la siguiente disponibilidad inicial: (Observar Tabla 11)

Tabla 11

*Disponibilidad inicial del equipamiento biomédico del área Central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente*

ITEM	EQUIPOS MEDICOS	FORMULA	RESULTADO
1	ESTERILIZADOR A VAPOR	$(62.36/(62.36+81)) \times 100$	43.49%
2	ESTERILIZADOR A VAPOR	$(136.5/(136.5+52.97)) \times 100$	72.04%
3	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	$(224.76/(224.76+29)) \times 100$	88.57%
4	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	$(48.25/(48.25+169.67)) \times 100$	22.14%
5	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	$(161.25/(161.25+11.67)) \times 100$	93.25
6	TERMOIGOMETRO DIGITAL	$(4379/(4379+1)) \times 100$	99.95%
7	TERMOIGOMETRO DIGITAL	$(4379.5/(4379.5+1)) \times 100$	99.98%
8	TERMOIGOMETRO DIGITAL	$(2919.33/(2919.33+1)) \times 100$	99.97%
9	SELLADORA DE BOLSA AUTOMATICA	$(729.33/(729.33+1)) \times 100$	99.86%
10	SELLADORA DE BOLSA MANUAL	$(654.5/(654.5+1)) \times 100$	99.85%
11	LAVADOR ULTRASONICO	$(272.5/(272.5+3)) \times 100$	98.91%
12	LAVADOR ULTRASONICO	$(43.67/(43.67+1644.5)) \times 100$	2.59%
13	LAVADOR ULTRASONICO	$(249/(249+2)) \times 100$	99.20%
14	LAVADOR ULTRASONICO	$(210.75/(210.75+59.14)) \times 100$	78.14%
15	LAVADOR DESINFECTOR	$(396.92/(396.92+21.55)) \times 100$	94.85%
16	LAVADOR DESINFECTOR	$(127.37/(127.37+184.13)) \times 100$	40.89%
17	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	$(350.5/(350.5+1)) \times 100$	99.72%
18	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	$(339/(339+2)) \times 100$	99.41%
19	REFRIGERADORA	$(4378/(4378+4)) \times 100$	99.91%
20	INCUBADORA VAPOR	$(1050.25/(1050.25+3)) \times 100$	99.72%
21	INCUBADORA PEROXIDO	$(1288/(1288+3)) \times 100$	99.76%

Fuente: Elaboración propia



### 3.4.2.3 Estándar de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad para Equipos Biomédicos

Para calcular la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos debemos tener en cuenta las horas reales de operatividad de los equipos, además de tener conocimiento del número de fallas, tiempo de reparación (TDR) y tiempo de buen funcionamiento (TBF) de los equipos durante un periodo de tiempo determinado, para lo cual se consultó los registros históricos de órdenes de trabajo y ocurrencias de fallas de los equipos. Para efectuar el cálculo actual de la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos se empleará la siguiente fórmula:

**Mantenibilidad: TMDR**

$$TMDR = \frac{\sum TDR}{N} = \frac{TDR_1 + TDR_2 + TDR_3}{3}$$

**Confiabilidad: TMEF**

$$TMEF = \frac{\sum TBF}{N} = \frac{TBF_1 + TBF_2 + TBF_3 + TBF_4}{4}$$

### 3.4.3 Promedio de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad por tipo de Equipo biomédico

Tabla 12

*Promedio de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad por tipo de equipo biomédico*

AREA	EQUIPO	MODELO DEL EQUIPO	SERIE	TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO (Hrs)	MANTENIBILIDAD (Hrs)	CONFIABILIDAD (Hrs)	DISPONIBILIDAD
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	V-PRO MAX	0324813-25	5300	29	224.76	88.57
	ESTERILIZADOR A VAPOR	10089-2	E-28017	5080	81	62.36	43.49
	ESTERILIZADOR A VAPOR	10089-2	E-28018	6010	52.97	136.5	72.04
	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	21ED	114649	702	169.67	48.25	22.14
	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	21ED	TH-0013	680	11.67	161.25	93.25
	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE			702	1	350.5	99.72
	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE		145087601131007	680	2	339	99.41
	INCUBADORA PEROXIDO	490H	103488	3870	3	1288	99.76
	INCUBADORA VAPOR	490	114648	4210	3	1050.25	99.72
	LAVADOR DESINFECTOR	MATLD2314	59646-13	5000	21.55	396.92	94.85
	LAVADOR DESINFECTOR	MATLD2314	59645-13	4800	184.13	127.37	40.89
	LAVADOR ULTRASONICO	ATM40-28LCD	10532	548	3	272.5	98.91
	LAVADOR ULTRASONICO	ATM40-28LCD	10543	3420	1644.5	43.67	2.59
	LAVADOR ULTRASONICO	ATM40-28LCD	10534	500	2	249	99.20
	LAVADOR ULTRASONICO	ATM40-28LCD	10535	2100	59.14	210.75	78.14
	REFRIGERADORA	18LC-16WW-TS	202374	8760	4	4378	99.91
	SELLADORA DE BOLSA AUTOMATICA	HM850DC	467823	2190	1	729.33	99.86
	SELLADORA DE BOLSA MANUAL	HD650DE	TH00-12	1310	1	654.5	99.85
	TERMOIGOMETRO DIGITAL	HYGROTHERMOMETER	TH-0015	8760	2	4379	99.95
	TERMOIGOMETRO DIGITAL	HYGROTHERMOMETER	482359	8760	1	4379.5	99.98
	TERMOIGOMETRO DIGITAL	HYGROTHERMOMETER	10532	8760	1	2919.33	99.97

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se observa que la confiabilidad de los equipos biomédicos de la central de Esterilización es mayor en la mayoría de los casos en los equipos de menor importancia, el promedio de tiempo de mantenibilidad de cada tipo de equipo es solo por mantenimientos correctivos, estos tiempos promedios de reparación son demasiado altos considerando la función vital que cumplen estos equipos biomédicos para la sociedad.

Tabla 13

*Estado actual de los equipos biomédicos del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente*

AREA	BUENO		REGULAR		INOPERATIVO		TOTAL DE EQUIPOS
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	
<b>CENTRAL DE ESTERILIZACION</b>	9	42.86%	8	38.10%	4	19.05%	21

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se observa que del total de 21 equipos biomédicos evaluados se tiene 8 equipos biomédicos en estado regular, debido a que por lo menos en el año 2018 han tenido más de 2 fallas. Así mismo también se aprecia 4 equipos biomédicos en estado inoperativo, por tener un mayor número de fallas recurrentes durante el año 2018. Por el momento tenemos 9 equipos biomédicos en buen estado.

## **3.5 Implementación del plan de mantenimiento de Equipos Biomédicos**

### **3.5.1 Actualización del inventario físico funcional**

#### **3.5.1.1 Inventario físico funcional**

Para realizar el diagnóstico situacional del equipamiento biomédico, se requirió conocer la cantidad de equipos con los que cuenta el hospital, además se realizó el recorrido por las diferentes áreas con la finalidad de conocer el entorno donde se encuentran instalados dichos equipos y el estado de funcionamiento de los mismos, también se revisó la documentación técnica, es decir los expedientes y el archivo del historial de los equipos biomédicos. Este trabajo de recolección de datos para el inventario físico funcional de los equipos biomédicos de las diferentes áreas se dividió en dos partes:

##### **a) Trabajo de campo**

Mediante el recorrido por las diferentes áreas se obtuvieron datos como: nombre del equipo, marca, modelo, serie, conservación del equipo, estado de funcionamiento, ubicación física del equipo, etc.

##### **b) Trabajo administrativo**

Mediante la consulta y análisis de los expedientes de los equipos nos permitió conocer datos tales como: código patrimonial, proveedor, año de fabricación, fecha de instalación, tiempo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, etc.

### 3.5.2 Criterios técnicos de evaluación de los equipos biomédicos del área central de esterilización

Se evaluará los equipos con el objetivo de determinar el estado actual de los mismos (bueno, regular e inoperativo) el cual nos permite determinar el tipo de mantenimiento a realizar (MPP y/o MC). (Observar Tabla 14 y 15)

Tabla 14

*Criterios técnicos de evaluación de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización*

---

#### **CONDICIONES GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DEL EQUIPAMIENTO**

---

**CG1** El equipamiento es de propiedad del hospital.

**CG2** El equipamiento no haya sido dado de baja

#### **CRITERIOS TÉCNICOS DE EVALUACIÓN DE EQUIPOS**

**C1** Que el costo de mantenimiento, acumulado hasta el momento de la evaluación no supere el 40% del valor del equipamiento nuevo de prestación similar.

**C2** El equipamiento no ha superado su vida útil.

**C3** El equipamiento se encuentra en funcionamiento, rinde o cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos

**C4** El equipamiento se encuentra en funcionamiento; pero NO rinde, ni cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos.

**C5** El equipamiento no se encuentra en funcionamiento por defectos técnicos propios del bien.

**C6** Que no exista el soporte técnico en el mercado nacional: servicio técnico, repuestos, insumos o materiales para la operación y/o mantenimiento.

**C7** Por obsolescencia técnica.

**C8** Por inseguridad del equipamiento referido al paciente, al operador y/o medio ambiente, siempre y cuando dicha condición no pueda ser revertida mediante un mantenimiento correctivo.

---

Fuente: DIGIEM – MINSA

Tabla 15

*Conclusión de la evaluación de los criterios técnicos de los equipos biomédicos del área Central de esterilización*

<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>REQUISITOS</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Cumple criterio C1, C2 y C3.	Equipo bueno
<b>Mantenimiento Correctivo</b>	Cumple criterio C1, C2, y adicionalmente C4.	Equipo regular
<b>Mantenimiento Correctivo</b>	Cumple criterio C1, C2, y adicionalmente C5.	Equipo inoperativo
<b>Reposición</b>	Cumple: C6 O C7 O C8. Ha superado su tiempo de vida útil y/o sobrepasa el 40% del costo del equipo	Equipo malo

Fuente: DIGIEM – MINSA

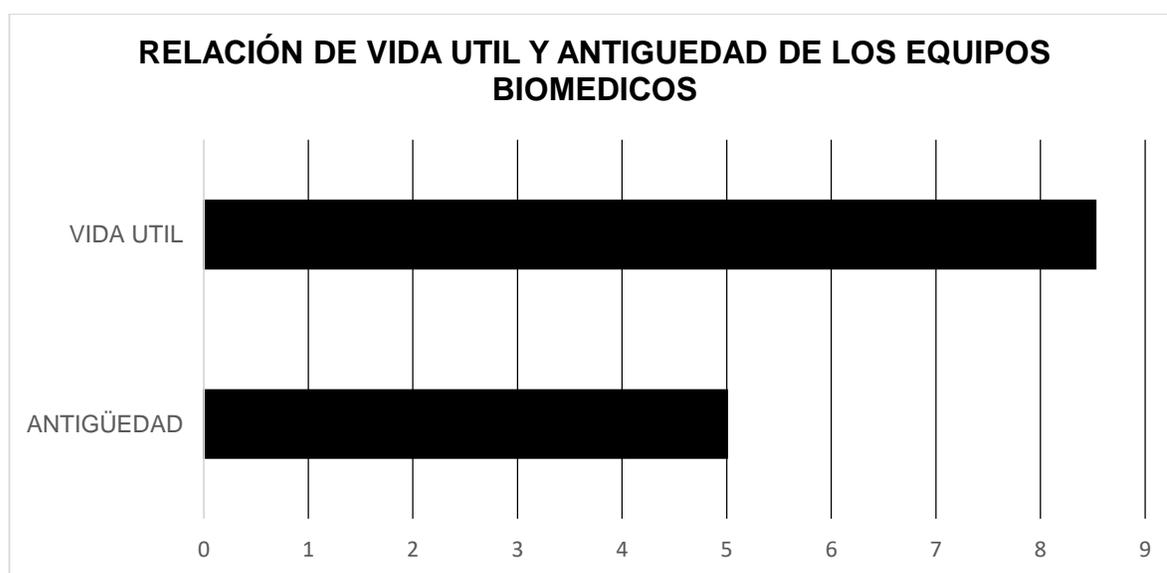
### **3.5.3 Evaluación de los Equipos Biomédicos de la Central de Esterilización**

La evaluación de los equipos biomédicos del área central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente están descritas en forma detallada en el ANEXO N° 3.

Esta evaluación permite identificar los equipos que requieren un mantenimiento preventivo, correctivo o reposición, con el objetivo de poder realizar el mantenimiento correctivo o reposición de los equipos más desgastados, y así poder tener todos los

equipos biomédicos en un estándar de funcionamiento donde solo requieran un mantenimiento preventivo, con el fin de poder realizar una gestión de mantenimiento de los equipos, estableciendo una frecuencia de mantenimiento y con ello reducir las paradas por mantenimiento correctivo y así disminuir el TMDR y poder conseguir una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos biomédicos

Los resultados de la evaluación de los equipos biomédicos desembocan en los siguientes resultados. (Observar Figura 15)



*Figura 15: Relación de vida útil y antigüedad de los equipos biomédicos del área Central de esterilización*

*Fuente: Elaboración propia*

En la Figura 15 se puede observar que el promedio de antigüedad que poseen los equipos biomédicos es de 5 años y el promedio de vida útil que poseen es de 8 años y 6 meses, en consecuencia, se deduce que se tiene un promedio de 3 años y 6 meses de vida restante de uso en los equipos biomédicos.

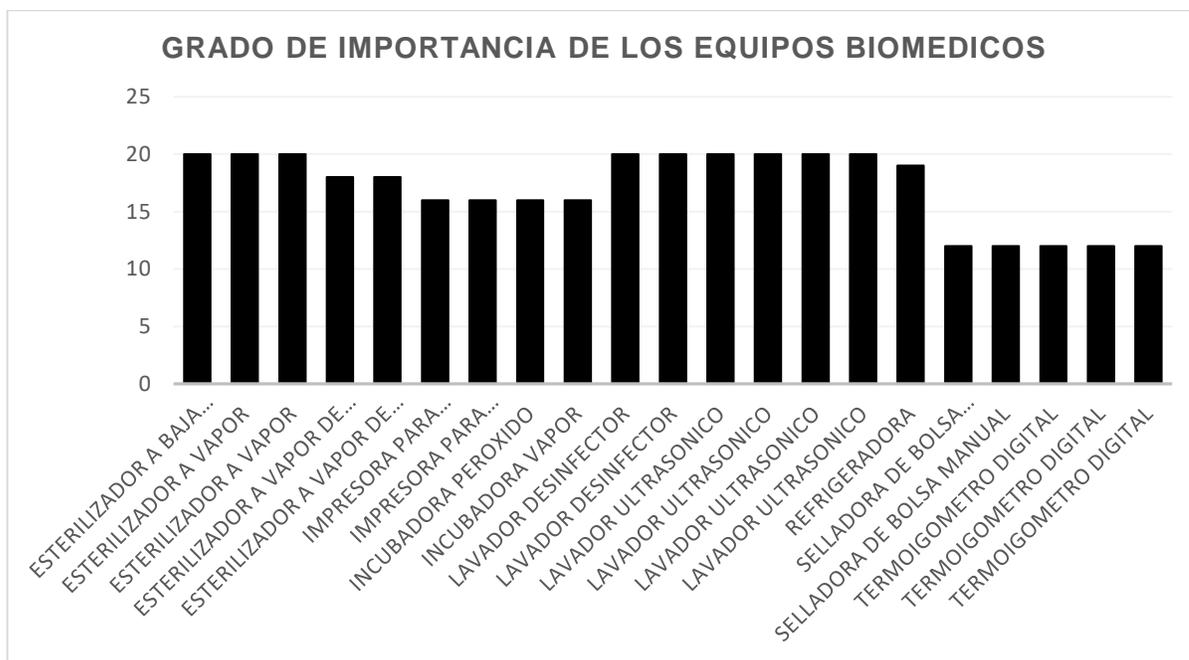


Figura 16: Grado de Importancia de los equipos biomédicos del área Central de esterilización

Fuente: Elaboración propia

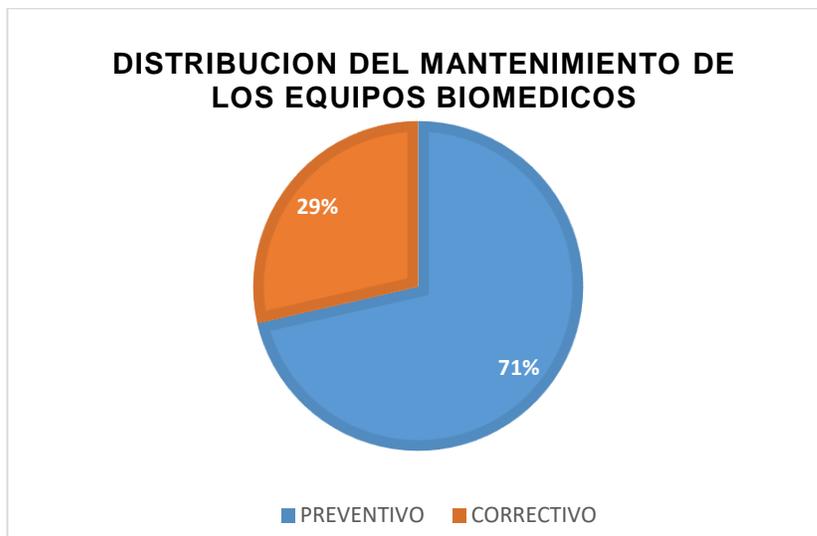
En la Figura 16 se puede observar que 13 equipos biomédicos son los más relevantes en prioridad y grado de importancia en resolver las correcciones o realizar preventivos; a su vez se cuenta en el área central de esterilización con 8 equipo de menor prioridad, pero también importantes dentro del área.

Tabla 16

Distribución del mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización

TIPO DE MANTENIMIENTO	PORCENTAJE	CANTIDAD (UND)
PREVENTIVO	71.43%	15
CORRECTIVO	28.57%	6
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia



*Figura 17: Distribución del mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización*

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 17 se observa que 15 equipos biomédicos que constituyen un 71% del total de equipos del área Central de Esterilización requieren un mantenimiento preventivo para poder asegurar el normal funcionamiento durante el resto de vida útil que tienen por delante; también se observa que 6 equipos que constituyen un 29% requieren de un mantenimiento correctivo debido a cambio de piezas consumibles que afectan y obstaculizan el normal funcionamiento del equipo.

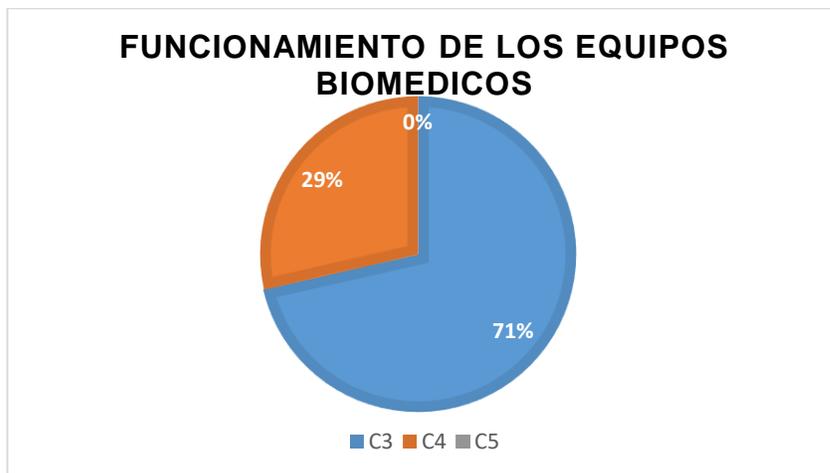


Figura 18: Funcionamiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización

Fuente: Elaboración propia

**LEYENDA**

- C3:** El equipamiento se encuentra en funcionamiento, rinde o cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos
- C4:** El equipamiento se encuentra en funcionamiento; pero NO rinde, ni cumple según estándar o especificación de fábrica dentro de sus parámetros técnicos.
- C5:** El equipamiento no se encuentra en funcionamiento por defectos técnicos

En la Figura 18 se observa a detalle que de todos los equipos biomédicos ubicados en la central de esterilización el 71% se encuentra operativo cumpliendo el estándar o especificación de fábrica dentro de los parámetros técnicos y el 29% de los cuales son equipos con un grado de importancia máximo, se encuentran sin cumplir ningún estándar o especificación de fábrica lo cual constituye un peligro para los pacientes y el personal que opera el equipo biomédico.

### **3.5.6 Frecuencia de Mantenimiento de los Equipos Biomédicos del Hospital**

**Guillermo Kaelin De La Fuente**

#### **3.5.6.1 Criterios técnicos para establecer la Frecuencia de Mantenimiento de los Equipos Biomédicos**

Utilizando la Gestión de Equipos Biomédicos para el mantenimiento preventivo establecido por la Organización Mundial de la Salud se desarrolló la evaluación de los equipos biomédicos del área central de esterilización. Se han asignado valores numéricos a cada tipo de equipo según una clasificación por función del equipo, aplicación clínica, requisitos de mantenimiento, historial de fallas y condición de explotación. La suma del número para cada subgrupo y la suma o resta de un factor basado en los antecedentes de averías del equipo permiten obtener un número de gestión del equipo (GE).

La aplicación de esta gestión de equipos biomédicos permite establecer una frecuencia de mantenimiento preventivo que trae consigo una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos biomédicos debido a la disminución del TMDR a consecuencia de evitar los mantenimientos correctivos.

Para determinar la frecuencia del mantenimiento preventivo se deberá tener en cuenta las recomendaciones del fabricante. Pero debemos considerar que las frecuencias de mantenimiento especificada en los manuales técnicos son dadas para equipos que trabajan bajo condiciones estándares, por tanto dichas frecuencias de mantenimiento pueden ser modificadas acorde a nuestras necesidades, para lo cual se deberá tener en cuenta la normativa, número de personal, antigüedad del equipo,

función del equipo, aplicación clínica, requisitos de mantenimiento, historial de fallas y condiciones de explotación. (Observar Tabla 17)

Número GE = # función + # aplicación + # mantenimiento + # antecedentes + # condición de explotación

Tabla 17

*Criterios técnicos para establecer la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos*

<b>Función del equipo (A)</b>	<b>Peso</b>
Equipos de apoyo a la vida.	10
Equipos e instrumentos para la cirugía y cuidados intensivos	9
Equipo para el tratamiento y fisioterapia	8
Equipos de monitoreo de variables fisiológicas y diagnóstico	7
Equipos de análisis de laboratorio	6
Accesorios de laboratorio	5
Computadoras y equipos asociados	4
Otros equipos relacionados con el paciente	3
<b>Aplicación clínica (B)</b>	<b>Peso</b>
Puede producir la muerte al paciente	5
Puede producir daño al paciente u operador pero no la muerte	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Riesgo mínimo	2
Sin riesgo significativo	1
<b>Requisitos del mantenimiento (C)</b>	<b>Peso</b>
Extensivo	5
Promedio	5
Mínimo	1
<b>Historial de fallas (D)</b>	<b>Peso</b>
Más de una cada 06 meses	2
Una cada 6 – 9 meses	1
Una cada 9 – 18 meses	0
Una cada 18 – 30 meses	-1
Menos de una en los 30 meses anteriores	-2
<b>Condiciones de explotación (E)</b>	<b>Peso</b>
Sobre utilización	2
baja utilización	1

Fuente: Organización mundial de la salud

Considerando la suma del peso que se asigne a cada equipo, se determina la frecuencia de mantenimiento, así como su inclusión o exclusión del mantenimiento preventivo concluyéndose lo siguiente: (Observar Tabla 18)

Tabla 18

*Conclusión de la evaluación de los criterios técnicos para establecer la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos*

<b>PUNTAJE</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
Menor de 13	Los equipos serán excluidos del inventario de mantenimiento, serán considerados solo en tareas de mantenimiento correctivo o a solicitud del área usuaria.
Mayor de 13	serán incluidos en el inventario de mantenimiento
13 a 15	Se realizará mantenimiento anual.
16 a 18	se realizará mantenimiento cada 06 meses
19 a 23	Se realizará mantenimiento cada 04 meses
24 a más	Se realizará mantenimiento cada 03 meses.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

*Frecuencia de mantenimiento obtenida para los equipos biomédicos del área Central de esterilización*

EQUIPO	CANT	FUNCIÓN DEL EQUIPO	APLICACIÓN CLÍNICA	REQUISITOS DE MANTT O	HISTORIAL DE FALLAS	CONDICIÓN DE EXPLOTACIÓN	NUMEROGE	FRECUENCIA MANTENIMIENTO
ESTERILIZADOR A VAPOR	2	9	4	5	2	2	22	CUATRIMESTRAL
ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	1	9	4	5	2	2	22	CUATRIMESTRAL
ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	2	9	2	5	1	1	18	SEMESTRAL
TERMOMETRO DIGITAL	3	4	1	1	1	1	8	ESCLUIDOS
SELLADORA DE BOLSA AUTOMÁTICA	1	5	2	5	1	1	14	ANUAL
SELLADORA DE BOLSA MANUAL	1	5	2	5	0	1	13	ANNUAL
LAVADOR ULTRASONICO	4	9	2	5	2	1	19	CUATRIMESTRAL
LAVADOR DESINFECTOR	2	9	4	5	2	2	22	CUATRIMESTRAL
IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	2	4	1	1	0	1	7	ESCLUIDOS
REFRIGERADORA	1	4	2	5	0	2	13	ANNUAL
INCUBADORA VAPOR	1	5	2	5	0	2	14	ANNUAL
INCUBADORA PEROXIDO	1	5	2	5	0	2	14	ANNUAL

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.6.2 Segmentación de los periodos de mantenimiento

Tabla 20

*Segmentación de la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos del área Central de esterilización*

<b>SERVICIO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>CANTIDAD (UND)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>CENTRAL DE ESTERILIZACION</b>	CUATRIMESTRAL	9	42,86%
	ESCLUIDOS	5	23,81%
	SEMESTRAL	2	9,52%
	ANUAL	5	23,81%
	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se muestra el resultado de la gestión de equipos biomédicos del cual se obtiene la distribución de frecuencia del mantenimiento preventivo, utilizar esta periodicidad de mantenimiento en los equipos biomédicos asegura tener una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos biomédicos y reducir el tiempo de mantenibilidad de los equipos biomédicos porque el TMDR será menor debido a la disminución del mantenimiento correctivo.

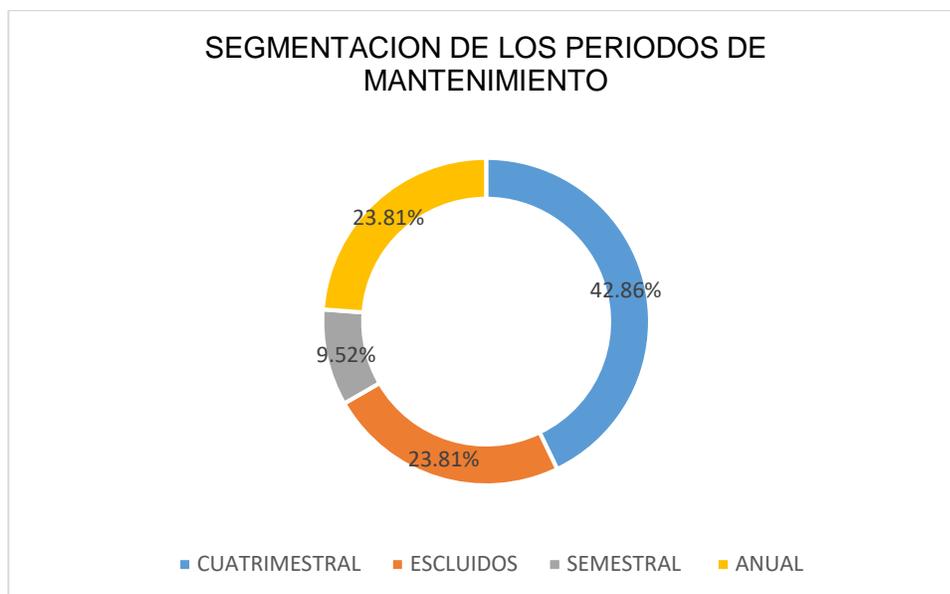


Figura 19: Segmentación de los periodos de mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización

Fuente: Elaboración propia

El grafico concluye que un 42.86% de equipos biomédicos que requiere un mantenimiento cuatrimestral, constituyendo la mayor frecuencia de mantenimiento, el 23.81% de equipos biomédicos requieren un mantenimiento anual. De igual manera se cuenta con 23.81% de equipos que no requieren mantenimiento, según el estándar. La menor frecuencia de mantenimiento es semestral constituyendo solo un 9.52%.

### 3.5.6.3 Distribución de la Frecuencia de Mantenimiento en la Central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente

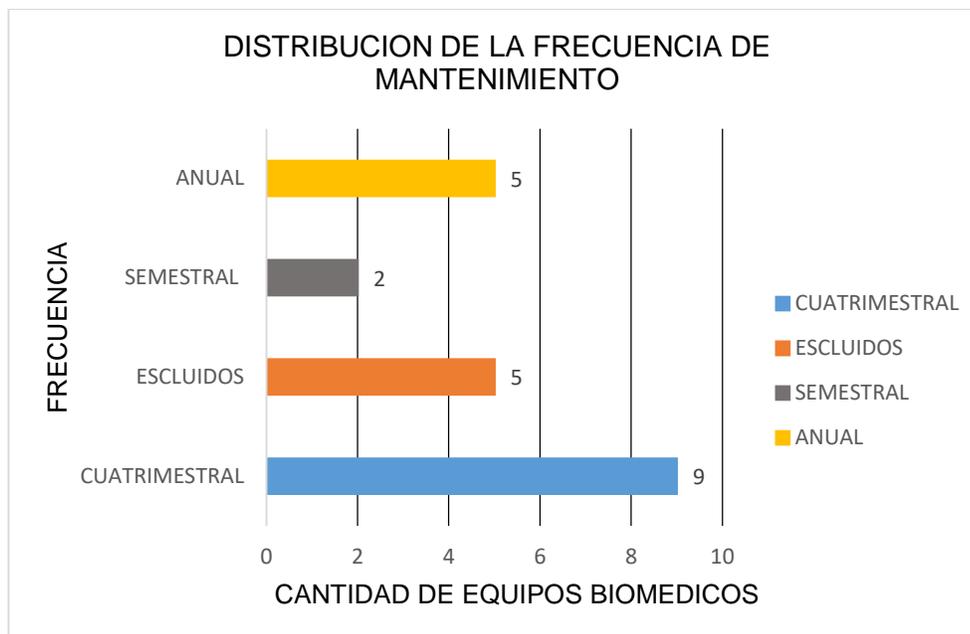


Figura 20: Distribución de la frecuencia de mantenimiento de los equipos biomédicos. Del área Central de esterilización

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se observa que en la central de esterilización predomina el mantenimiento cuatrimestral con 9 equipos biomédicos, los cuales son el esterilizador a vapor, esterilizador a baja temperatura, lavador ultrasónico, lavador desinfectante. Mientras que lo que menos predomina es el mantenimiento semestral con 2 equipos biomédicos, los cuáles son los esterilizadores a vapor de mesa.

### **3.5.7 Implementación de Ficha o Protocolo de Mantenimiento para los equipos de la central de esterilización.**

Para la implementación de la ficha o protocolo de mantenimiento es de suma importancia tener en cuenta las recomendaciones y/o manuales del fabricante. Asimismo debemos considerar que en los manuales técnicos dichas recomendaciones son dadas para equipos que trabajan bajo condiciones estándares, por tanto a dichos protocolos a implementar se les puede modificar o agregar información acorde a nuestra experiencia propia.

El protocolo o ficha de rutina de mantenimiento es de suma importancia pues nos ayuda a estandarizar y controlar los procesos al momento de realizar el mantenimiento preventivo. Esta ficha nos sirve para incrementar la confiabilidad y disponibilidad, disminuyendo los TMDR preventivos y correctivos de los equipos biomédicos.

#### **3.5.7.1 Instructivo de uso de los formatos para rutina de mantenimiento**

El cuidado para llenar el formulario de cada rutina es muy importante, pues así no se descuidan detalles que hacen al mantenimiento más efectivo. Por esta razón se ha estimado conveniente describir cada una de las partes que constituyen el formato de las rutinas, para luego determinar los pasos a seguir, cada parte del formato debe ser completado por el personal encargado de ejecutar la rutina, la ficha de rutina de mantenimiento se encuentra en el ANEXO N°1.

Las partes que componen el formato son:

## **A) Encabezado**

En el encabezado se solicita la siguiente información

1. Nombre del Hospital
2. Nombre del Equipo
3. Marca
4. Modelo
5. Número de serie
6. Localización / Servicio
7. Mantenimiento
8. N° de inventario técnico

## **B) Registro de pasos de rutina**

Contiene lo siguiente:

1. Pasos de la rutina de Mantenimiento Preventivo
2. Casillas que deben ser marcadas con un **X**, cada vez que se ejecute un paso de la rutina. Cada paso contiene varias casillas, es decir cada formato está diseñado para utilizarse varias veces (generalmente en un año).

## **C) Resultado de la revisión**

Contiene lo siguiente:

1. Acto
2. No acto

3. Ha sido reparado

Estas casillas deben ser marcadas con una X según sea el caso, respecto al mantenimiento.

#### **D) Registro de datos**

Se deberá detallar la siguiente información:

1. Nombre del técnico
2. Firma del técnico

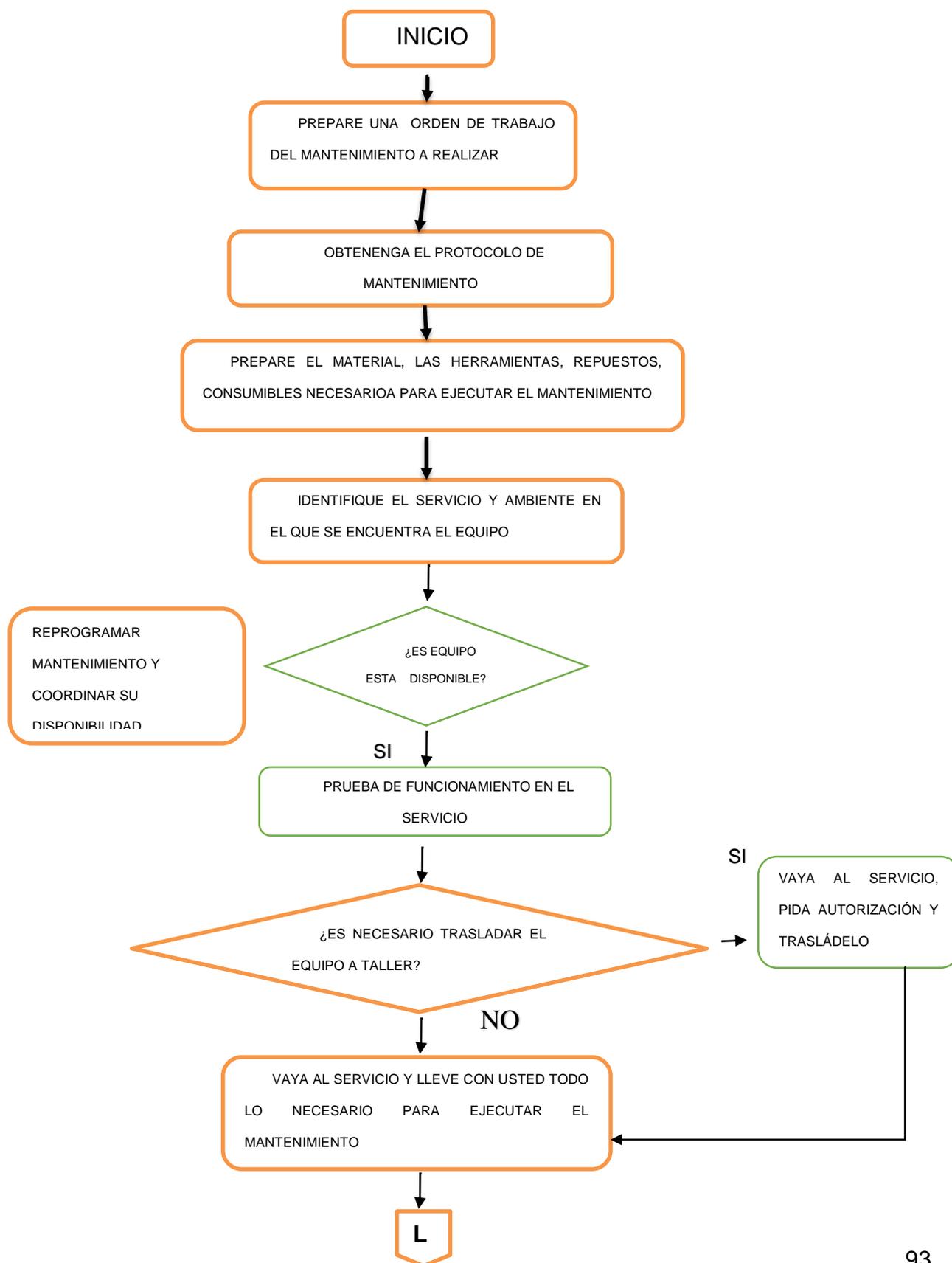
Tiempo de ejecución, el cual comprende desde el momento en que se inicia la ejecución de la rutina, hasta que termina de ejecutar la misma (incluyendo la prueba de seguridad eléctrica). Para efectos de programación, se deben considerar también los tiempos de preparación de material, herramienta y repuestos necesarios para la ejecución de la rutina.

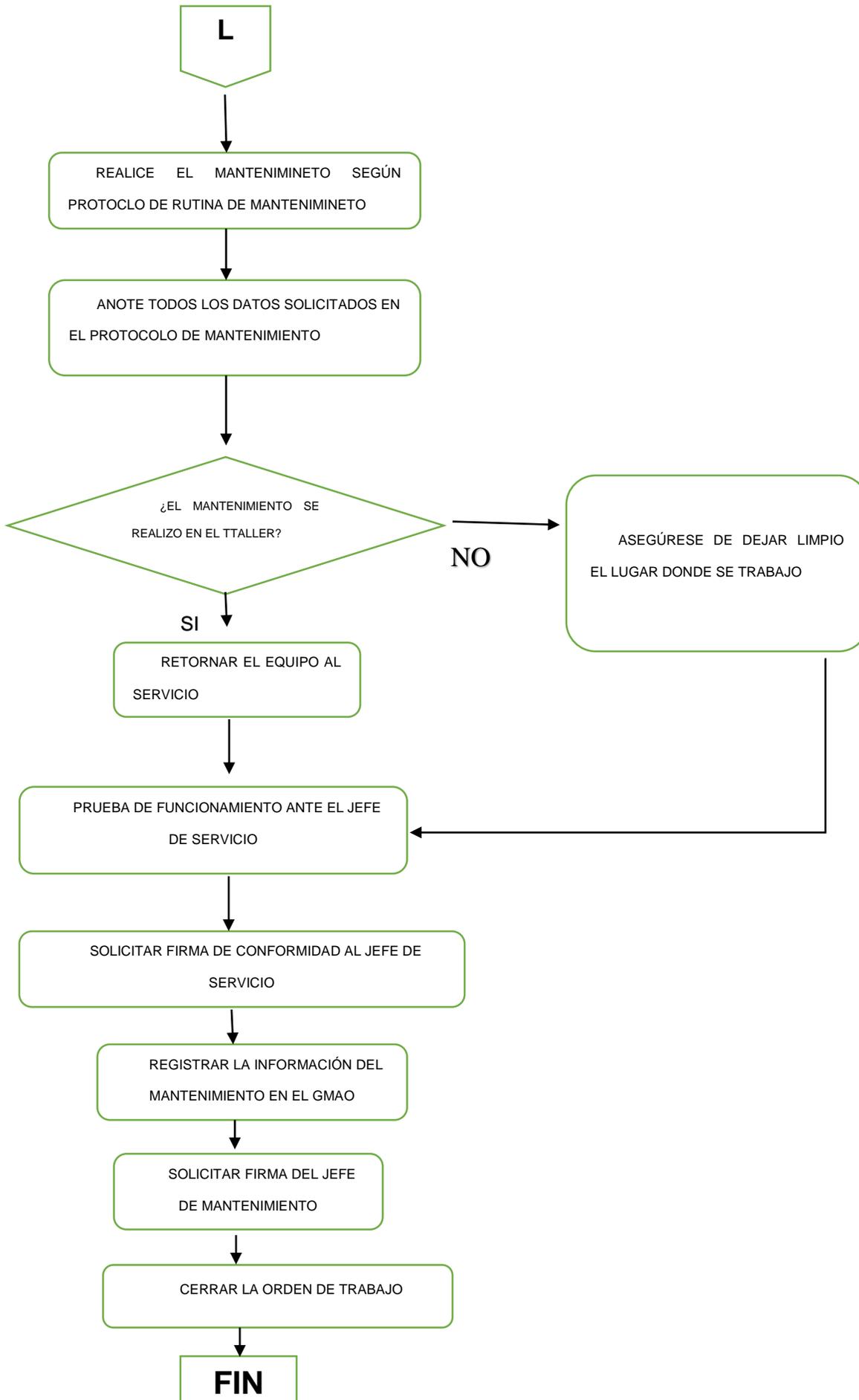
#### **E) Observaciones**

Todas las rutinas incluyen un espacio para que cada vez que sea ejecutada la rutina, se escriban las observaciones pertinentes sobre el estado y funcionamiento del equipo.

Observaciones pertinentes. Podrían ser, por ejemplo, no realización de algún paso de la rutina

## 2.5.8. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento





### **2.5.8.1 Descripción del proceso.**

#### **1. Apertura de la orden de trabajo**

Toda OTM preventivo será aperturada en la fecha indicada según cronograma de mantenimiento y registrada en la GMAO, luego pasamos al punto 2.

#### **2. Obtener la ficha de mantenimiento preventivo**

En la central de esterilización predomina el mantenimiento bimestral con 9 equipos biomédicos, los cuales son el esterilizador a vapor, esterilizador a baja temperatura, lavador ultrasónico, lavador desinfectador.

El técnico responsable del mantenimiento deberá obtener la ficha de mantenimiento preventivo que correspondan a la marca y modelo del equipo. Una vez obtenido el protocolo se pasará al punto 3.

#### **3. Preparación de herramientas, equipos e insumos de mantenimiento**

Previa coordinación con el servicio usuario, el técnico responsable del mantenimiento deberá verificar que cuenta con las herramientas, insumos y equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento y pruebas de rendimiento programadas. Una vez con todo lo necesario para realizar el mantenimiento, se comprobará si el equipo está disponible para realizarlo.

- Si el equipo está disponible se procederá con el punto 4.
- Si el equipo no está disponible habrá que informar al Ing. Supervisor y coordinar su disponibilidad con el servicio usuario, para su reprogramación.

#### **4. Pruebas de funcionamiento en el servicio**

Todo equipo programado para mantenimiento antes de ser intervenido deberá de efectuarse las pruebas de funcionamiento y se deberá de comunicar al Jefe de servicio del estado actual del equipo.

#### **5. Es necesario trasladar el equipo al taller**

Luego de comunicar al Jefe de servicio del estado en que se encuentra el equipo, pueden ocurrir dos eventos:

- Efectuar el mantenimiento en el mismo servicio usuario, por tanto, el técnico deberá tomar las medidas de seguridad necesarias, para no contaminar el ambiente o poner en riesgo al personal. Pasamos al punto 7.
- Si es necesario trasladar el equipo al taller pasamos al punto 6.

#### **6. Es necesario trasladar el equipo al taller**

Para realizar el traslado del equipo, el personal de mantenimiento deberá llenar el formato de traslado de equipo, el mismo que será firmado por el Jefe del área

usuaria. Para efectuar el traslado del equipo al taller se deberá de utilizar una ruta adecuada, evitando en lo posible las zonas de alto tránsito, hacer uso de ascensores destinados para personal de mantenimiento, etc.

### **7. Dirigirse al taller y portar lo necesario para efectuar el mantenimiento**

Si el mantenimiento es efectuado en el servicio usuario, el personal de mantenimiento deberá de llevar herramientas, equipos, repuestos e insumos necesarios para realizar dicho mantenimiento.

### **8. Efectuar mantenimiento preventivo**

Teniendo el equipo, material y personal técnico necesario se procederá a realizar el mantenimiento preventivo, así como las pruebas de rendimiento y seguridad eléctrica.

### **9. El mantenimiento preventivo se realizó en el taller**

Si el mantenimiento se efectuó en el área de mantenimiento se procederá con el punto 13, pero si se realizó en las instalaciones del servicio usuario se procederá con el punto 12.

#### **10. El mantenimiento preventivo se realizó en el taller**

Si el mantenimiento se efectuó en el área de mantenimiento se procederá con el punto 12, pero si se realizó en las instalaciones del servicio usuario se procederá con el punto 12.

#### **11. Efectuar limpieza de zona de trabajo**

Después de terminado las actividades de mantenimiento, el personal técnico recogerá todos los residuos, las partes o repuestos reemplazados, estos serán eliminados según las disposiciones implementadas por el hospital. Además, se coordinará con el personal de limpieza la desinfección del ambiente si fuera necesario.

#### **12. Retornar el equipo al área usuaria**

Se aplicará los mismos criterios de traslado del equipo descrito en el punto 6.

#### **13. Realizar pruebas de funcionamiento ante el Jefe de servicio**

Se realizará las pruebas de funcionamiento ante el Jefe del servicio usuario, para demostrar la operatividad del equipo.

#### **14. Realizar pruebas de funcionamiento ante el Jefe de servicio**

Luego de demostrar la operatividad del equipo al Jefe de servicio usuario, se solicitará la firma de conformidad de la OTM.

### **15. Registrar mantenimiento en GMAO**

Se registrará los trabajos realizados en GMAO, para su control respectivo.

### **16. Solicitar firma al Jefe de mantenimiento**

Luego de obtener la firma de conformidad del servicio usuario, se reportará al Jefe de mantenimiento la culminación de las actividades realizadas y se solicitará su firma de conformidad.

### **17. Cerrar OTM y archivar**

Toda OTM, deberá de ser cerrada y archivada luego de culminar las actividades de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

Se realizó la identificación y validación del inventario físico-funcional de los equipos biomédicos de la central de esterilización del Hospital Guillermo Kaelin De La Fuente, teniendo un total de 21 equipos, pudiendo verificar la ubicación física de cada equipo, periodo de garantía, fecha de compra, entre otros datos.

Se evaluó el estado inicial de operatividad de los 21 equipos biomédicos de la central de esterilización, de los cuales: 17 están operativos, 8 en estado regular, 4 en estado inoperativo. Se observa además que del total de los equipos solo el 42.86 % se encuentran en óptimas condiciones.

El mejorado y actualizado plan de mantenimiento amplía la vida útil de los equipos biomédicos debido a que la evaluación arroja que un 71.43% de los equipos requieren un mantenimiento preventivo y el 28.57% restante necesita un mantenimiento correctivo; éste plan disminuirá los mantenimientos correctivos y en consecuencia los tiempos medios entre fallas se incrementan posibilitando ampliar la vida útil de los equipos biomédicos.

La confiabilidad de los equipos biomédicos de la central de esterilización en promedio es un 80.87%, es decir muy por debajo del estándar de 95% establecido por la Organización Mundial de la Salud, el presente plan de mantenimiento precisamente corrige esta falta, en consecuencia la aplicación de este plan hace

posible que la confiabilidad de los equipos biomédicos esté dentro del estándar establecido por la Organización Mundial de la Salud.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener un estricto control del histórico de los equipos del área central de esterilización, así también se recomienda mantener un control estricto del cumplimiento de las tareas de mantenimiento preventivo.

Optimizar el proceso de adquisición de los recursos necesarios para asegurar la disponibilidad de los mismos, en los momentos en que se necesiten, o su pronta adquisición si no se tuvieren.

Se recomienda mantener una capacitación constante de los operarios de los equipos, así como también capacitar a los usuarios de los servicios del área central de esterilización para así buscar no sólo el mejor desempeño de sus labores, sino también, el crecimiento intelectual y de la motivación para desempeñar sus labores.

Se recomienda fomentar lazos de colaboración entre las jefaturas, lazos que permitan el cumplimiento de las propuestas de este trabajo, por la jefatura y sus subordinados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, E. (2016) Diseño de programa de mantenimiento para los equipos del hospital general San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala. (Tesis de Post Grado). Facultad de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad De San Carlos De Guatemala.
- Albornoz, M. (2016) Propuesta de diseño de un programa de mantenimiento para los equipos del área de gases medicinales de un hospital Clase III. (Tesis de Post Grado). Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional Del Centro del Perú.
- Astete, R., Palomino, F. (2016) Plan de mantenimiento de equipos biomédicos en las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco. (Tesis de Post Grado). Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Andina del Cusco.
- Bonilla, B. (2012) Control del mantenimiento de los equipos del centro médico militar. (Tesis de Post Grado). Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad De San Carlos De Guatemala.
- Biomedex, Calibración de equipo médico. [Fecha de consulta 29 de enero 2019]. Recuperado de: <https://biomedex.mx/calibracion-de-equipo-medico/>
- Cuartas, L. (2008). Que es el mantenimiento. Servicio Nacional De Aprendizaje. Recuperado de: [https://www.academia.edu/8615299/Documento\\_elaborado\\_por\\_I\\_QU%C3%89\\_ES\\_EL\\_MANTENIMIENTO](https://www.academia.edu/8615299/Documento_elaborado_por_I_QU%C3%89_ES_EL_MANTENIMIENTO).

Grupo español de estudio sobre la esterilización, Guía de funcionamiento y recomendaciones para la central de esterilización (2018). [Fecha de consulta 25 de enero 2019]. Recuperado de: [http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/tecnologias\\_sanitarias/boletin\\_tecnologico\\_001\\_2018.pdf](http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/tecnologias_sanitarias/boletin_tecnologico_001_2018.pdf)

Grupo empresarial electromédico, Manthosp 4.0 (2018). [Fecha de consulta 29 de enero 2019]. Recuperado de: <http://www.geelectromedico.com/wp-content/uploads/2018/08/MantHosp2018.pdf>

García, A., Lamadrid, V. (2007) Diseño e implementación de un sistema del programa operativo anual SISPOA. . [Fecha de consulta 29 de enero 2019]. Recuperado de: <http://www.eumed.net/librosgratis/2007c/332/Confiabilidad.htm>

M. o. H. a. F. Welfare, Medical Equipment Maintenance Manual, New Delhi, October 2010. [Fecha de consulta 27 de enero 2019]. Recuperado de: [https://www.jica.go.jp/activities/issues/health/5S-KAIZEN-TQM-02/ku57pq00001pi3y4-att/uga\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/activities/issues/health/5S-KAIZEN-TQM-02/ku57pq00001pi3y4-att/uga_04.pdf)

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. Recuperado de: <https://dle.rae.es/?id=EPWwxl8>

Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA" y la Federación Colombiana de Industrias Metálicas "FEDEMETAL", Manual de mantenimiento, junio del 2018. [Fecha de consulta 26 de enero 2019]. Recuperado de: [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal\\_manual\\_mantenimiento/#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/#)

World Health Organization, Ed., Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Ginebra: World Health Organization, 2012. [Fecha de consulta 27 de enero 2019].Recuperado de: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: Diseño del protocolo de rutina de mantenimiento preventivo

#### . Esterilizador a Vapor

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KALIN DE LA FUNTE	
EQUIPO	ESTERILIZADOR A VAPOR	<b>MANTENIMIENTO:</b> Esterilizador o Autoclave  <b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Preparación de Material, Central de Esterilización.	
MARCA			
MODELO			
SERIE			
N° INV. TECNICO			
		BUENO	MALO
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Comprobación visual.			
1.2. Movimientos y bloqueos.			
1.3. Inspección de componentes:			
- Estado juntas de puerta.			
- Filtro situado en el interior de la cámara.			
- El correcto funcionamiento de la impresora o registrador.			
- Verificar que los suministros al esterilizador se realizan en buenas condiciones.			
- Inspección de todos los indicadores, luminosos, analógicos, y digitales.			
- Revisar todos los filtros y purgadores.			
1.4. Encender el equipo y comprobar que realiza el encendido correctamente.			
1.5. Comprobar que la presión de vapor general alcance su nivel y sea correcto.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA, LUBRICACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpiar la junta de la puerta. Si es necesario, sustituirla por una nueva.			
2.2. Comprobar que el filtro situado en el interior de la cámara esté limpio de residuos.			
2.3. Comprobar si tiene impresora, que la cinta esta en buen estado y que dispone de suficiente papel.			
2.4. Limpiar el interior de la cámara con una solución jabonosa neutra (No ácida).			
2.5. Verificar que los suministros al esterilizador se realizan en buenas condiciones.			
2.6. Realizar la limpieza de filtro de entrada de agua.			
2.7. Engrase del sistema de guías de las puertas y del seguro automático de bloqueo de la puerta.			
2.8. Limpieza del purgador de la junta de puerta.			
2.9. Cambiar el filtro de aire estéril si es necesario.			
2.10. Vaciar el depósito de agua para proceder a su limpieza.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobar los presostatos y su seguridad. Presurización de la junta de puerta.			
3.2. Comprobar funcionamiento del termostato de control de temperatura del agua del depósito.			
3.3. Comprobar el indicador de temperaturas.			
3.4. Comprobar el indicador de presión.			
3.5. Comprobar las indicaciones de presión y temperatura en el registrador gráfico (si esta previsto).			
3.6. Limpiar con un paño suave y alcohol las varillas guía de los carros de los plumines.			
3.7. Eyectar un test de vacío.			
3.8. Comprobación del paro de emergencia de la puerta (mando seta).			
3.9. Comprobar el ajuste de las válvulas de punzón de entrada: de agua al depósito y de vapor a recámara.			
3.10. Revisar que funcionan correctamente los dispositivos de seguro de desplazamiento en la puerta.			
3.11. Comprobar el funcionamiento correcto de las válvulas de seguridad de cámara.			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
4.1. Realizar un proceso de esterilizado.			
4.2. Comprobar el funcionamiento del interruptor de alimentación del equipo.			
4.3. Accionar el interruptor de emergencia y comprobar que no se puede encender el equipo hasta que no hallamos rearmado el interruptor de seguridad.			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>	HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			

## . Esterilizador a Vapor de Mesa

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAELIN DE LA FUNTE		
<b>EQUIPO</b>	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	<b>MANTENIMIENTO:</b> Esterilizador o Autoclave		
<b>MARCA</b>		<b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Preparacion de Material, Central de Esterilización.		
<b>MODELO</b>				
<b>SERIE</b>				
<b>N° INV. TECNICO</b>				
		<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	
<b>1. TEST GENERAL</b>				
1.1. Comprobación visual.				
1.2. Movimientos y bloqueos.				
1.3. Inspección de componentes:				
- Estado juntas de puerta.				
- Filtro situado en el interior de la camara.				
- El correcto funcionamiento de la impresora o registrador.				
- Verificar que los suministros al esterilizador se realizan en buenas condiciones.				
- Inspeccion de todos los indicadores, luminosos, analogicos, y digitales.				
- Revisar todos filtros y purgadores.				
1.4. Encender el equipo y comprobar que realiza el encendido correctamente.				
1.5. Comprobar que la presión de vapor general alcance su nivel y sea correcto.				
<b>2. ENTRENAMIENTO: LIMPIEZA, LUBRICACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE PIEZAS</b>				
2.1. Limpiar la junta de la puerta. Si es necesario, sustituirla por una nueva.				
2.2. Comprobar que el filtro situado en el interior de la camara esté limpio de residuos.				
2.3. Comprobar si tiene impresora, que la cinta esta en buen estado y que dispone de suficiente papel.				
2.4. Limpiar el interior de la camara con una solución jabonosa neutra (No ácida).				
2.5. Verificar que los suministros al esterilizador se realizan en buenas condiciones.				
2.6. Realizar la limpieza de filtro de entrada de agua.				
2.7. Engrase del sistema de guías de las puertas y del seguro automatico de bloqueo de la puerta.				
2.8. Limpieza del purgador de la junta de puerta.				
2.9. Cambiar el filtro de aire esteril si es necesario.				
2.10. Vaciar el deposito de agua para proceder a su limpieza.				
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>				
3.1. Comprobar los presostatos y su seguridad. Presurización de la junta de puerta.				
3.2. Comprobar funcionamiento del termostato de control de temperatura del agua del deposito.				
3.3. Comprobar el indicador de temperaturas.				
3.4. Comprobar el indicador de presión.				
3.5. Comprobar las indicaciones de presión y temperatura en el registrador grafico (si esta previsto)				
3.6. Limpiar con un paño suave y alcohol las varillas guía de los carros de los plumines.				
3.7. Ejectuar un test de vacío.				
3.8. Comprobación del paro de emergencia de la puerta (mando seta).				
3.9. Comprobar el ajuste de las válvulas de punzón de entrada: de agua al depósito y de vapor a recamara.				
3.10. Revisar que funcionan correctamente los dispositivos de seguro de desplazamiento en la puerta.				
3.11. Comprobar el funcionamiento correcto de las válvulas de seguridad de cámara.				
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>				
4.1. Realizar un proceso de esterilizado.				
4.2. Comprobar el funcionamiento del interruptor de alimentación del equipo.				
4.3. Accionar el interruptor de emergencia y comprobar que no se puede encender el equipo hasta que no hallamos rearmado el interruptor de seguridad.				
RESULTADO DE LA REVISIÓN				
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>		HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>				
Nombre del Técnico: .....				
Fecha: .....				

## . Esterilizador a Baja Temperatura

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAEIN DE LA FUNTE	
<b>EQUIPO</b>	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	<b>MANTENIMIENTO:</b> Esterilizador a baja temperatura	
<b>MARCA</b>			
<b>MODELO</b>		<b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Preparacion de Material - Central de Esterilización	
<b>SERIE</b>			
<b>N°INV.TECNICO</b>			
		<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Aspecto exterior.			
1.2.Carcasas, fijaciones, puertas, cierres y bisagras.			
1.3. Estado de las bandejas.			
1.4. Interruptores, pulsadores y commutadores.			
1.5. Indicadores luminosos y displays.			
1.6. Estado de la Impresora.			
1.7. Estado de la serigrafia y etiquetas.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA Y SUSTITUCION DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpieza externa.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobación de la fecha y hora.			
3.2. Comprobación de fugas.			
3.3. Comprobación del compensor de aire			
3.4. Comprobación de la bomba de alta presión.			
3.5. Comprobación del filtro de aire (Sustitución si procede).			
3.6. Comprobación de pre-filtros.			
3.7. Comprobación de las válvulas (sustitución si procede).			
3.8. Comprobación del aspirador.			
3.9. Comprobación de alarmas.			
3.10. Situación de Kit (si procede).			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
4.1. Calibración del transductor de presión.			
4.2. Comprobación batería RAM.			
4.3. Realización de ciclo de diagnóstico.			
4.4. Realización de ciclo estéril.			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>	HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			

## . Lavador Desinfector

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAE LIN DE LA FUNTE	
EQUIPO	LAVADOR DESINFECTOR	MANTENIMIENTO: Lavadora de Instrumental	
MARCA	MOTOCHAMA		
MODELO	MATLD2314	LOCALIZACION/SERVICIO: Lavado y Desinfección - Central Esterilización	
SERIE	59645-B		
Nº INV. TECNICO	9377		
		BUENO	MALO
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Chasis, soportes, ruedas y frenos.			
1.2. Entrada de red.			
1.3. Protecciones.			
1.4. Conectores electricos, tarjetas.			
1.5. Indicadores y mandos.			
1.6. Aspecto exterior.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA Y SUSTITUCION DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpieza exterior e interior.			
2.2. Cambio de los filtros.			
2.3. Cambio de kit según el fabricante.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobación entrada del agua y sus filtros.			
3.2. Comprobación del Auto Test.			
3.3. Comprobación de las alarmas acústicas y luminosas.			
3.4. Comprobación de las electroválvulas, presostatos y manguitos internos.			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
4.1. Comprobar que todos los mandos de control queden igual que antes del mantenimiento.			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO:	<input type="checkbox"/>	APTO:	<input type="checkbox"/>
		HA SIDO REPARADO:	<input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			

## . Lavador Ultrasónico

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAEIN DE LA FUNTE	
EQUIPO	LAVADOR ULTRASONICO	<b>MANTENIMIENTO:</b> Lavador Ultrasonico  <b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Esterilización rapida 4 piso.	
MARCA			
MODELO			
SERIE			
N° INV. TECNICO			
		<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Potencia, cable de red, clavija.			
1.2. Interruptores, pulsadores y mandos auxiliares.			
1.3. Estado de conservación, chapas y accesorios.			
1.4. Interuptores de uso, manual usuarios.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA Y SUSTITUCION DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpieza exteriores.			
2.1. Limpieza interiores.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobación de la estanqueidad.			
3.2. Comprobación funcionamiento ultrasonidos.			
3.3. Comprobación de temporizador.			
3.4. Comprobación señales acusticas.			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>	HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
Observaciones:			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			

## . Refrigeradora

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAE LIN DE LA FUNTE	
EQUIPO	REFRIGERADORA	<b>MANTENIMIENTO:</b> Refrigeradora  <b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Preparacion de Material - Central de Esterilización	
MARCA			
MODELO			
SERIE			
N° INV. TECNICO			
		<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Carcasas, fijaciones, accesorios, alimentación.			
1.2. Inetrruptores, pulsadores y luminosos.			
1.3. Cierre de la puerta.			
1.4. Sistema de refrigeración.			
1.5. Evaporador.			
1.6. Aspecto exterior.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA Y SUSTITUCION DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpieza interna del grupo de frio.			
2.2 Limpieza o cambio (Si procede) de los filtros del evaporador.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobación de temperatura.			
3.2. Comprobación de las alarmas.			
3.3. Comprobación del sistema de registro de temperatura.			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>	HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			

## . Selladora de Bolsa

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAEIN DE LA FUNTE	
<b>EQUIPO</b>	SELLADORA DE BOLSAS ATOMATICA/MANUAL	<b>MANTENIMIENTO:</b> Selladora de Bolsas _____	
<b>MARCA</b>		<b>LOCALIZACION/SERVICIO:</b> Preparacion de Material - Central de Esterilización	
<b>MODELO</b>			
<b>SERIE</b>			
<b>N° INV.TECNICO</b>			
		<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>
<b>1. TEST GENERAL</b>			
1.1. Carcasas, fijaciones, accesorios			
1.2. Alimentación.			
1.3. Interruptores, pulsadores, commutadores.			
1.4. Indicadores luminosos y displays.			
1.5. Conectores.			
1.6. Aspecto exterior.			
<b>2. ENTRETENIMIENTO: LIMPIEZA Y SUSTITUCION DE PIEZAS</b>			
2.1. Limpieza general.			
<b>3. AJUSTE Y COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO</b>			
3.1. Comprobación del sistema de sellado.			
3.2. Comprobación de la uniformidad de sellado.			
<b>4. OTRAS COMPROBACIONES</b>			
RESULTADO DE LA REVISIÓN			
NO APTO: <input type="checkbox"/>		APTO: <input type="checkbox"/>	HA SIDO REPARADO: <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones:</b>			
Nombre del Técnico: .....			
Fecha: .....			



### ANEXO N° 3: Evaluación de los equipos biomédicos (Mantenimiento Correctivo y preventivo).

INVENTARIO	EQUIPO	MARCA	MODELO DEL EQUIPO	N° SERIE	ANTIGUEDAD (AÑOS)	VIDA UTIL (AÑOS)	CRITERIOS DE EVALUACION					CONCLUSIONES DE LA EVALUACION (PREVENTIVO, CORRECTIVO)
							C1	C2	C3	C4	C5	
9256	ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA	STERIS	V-PRO MAX	0324813-25	5	10	X	X		X		CORRECTIVO
9254	ESTERILIZADOR A VAPOR	MATACHANA	10089-2	E-28017	5	12	X	X		X		CORRECTIVO
9255	ESTERILIZADOR A VAPOR	MATACHANA	10089-2	E-28018	5	12	X	X		X		CORRECTIVO
9261	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	MATACHANA	21ED	114649	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9263	ESTERILIZADOR A VAPOR DE MESA	MATACHANA	21ED	114648	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9260	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	MATACHANA			5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9264	IMPRESORA PARA MINIAUTOCLAVE	MATACHANA			5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9215	INCUBADORA PEROXIDO	3M	490H	202374	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9214	INCUBADORA VAPOR	3M	490	103488	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9377	LAVADOR DESINFECTOR	MATACHANA	MATLD2314	59645-13	5	10	X	X		X		CORRECTIVO
9379	LAVADOR DESINFECTOR	MATACHANA	MATLD2314	59646-13	5	10	X	X		X		CORRECTIVO
9374	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10532	5	10	X	X	X			PREVENTIVO
9375	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10534	5	10	X	X	X			PREVENTIVO
9376	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10543	5	10	X	X	X			PREVENTIVO
6905	LAVADOR ULTRASONICO	ATU	ATM40-28LCD	10535	5	10	X	X		X		CORRECTIVO
9267	REFRIGERADORA	THERMO SCIENTIFIC	18LC-16WW-TS	145087601131007	5	10	X	X	X			PREVENTIVO
9268	SELLADORA DE BOLSA AUTOMATICA	HAWO	HM850DC	482359	5	6	X	X	X			PREVENTIVO
9269	SELLADORA DE BOLSA MANUAL	HAWO	HD650DE	467823	5	6	X	X	X			PREVENTIVO
9265	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHER MOMETER	TH-0013	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9266	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHER MOMETER	TH-0015	5	7	X	X	X			PREVENTIVO
9373	TERMOMETRO DIGITAL	BOECO	HYGROTHER MOMETER	TH00-12	5	7	X	X	X			PREVENTIVO

**ANEXO N° 4: Listado de verificación de medidas de seguridad ocupacional en mantenimiento**

<b>Pregunta:</b> Indique cuál de los siguientes medios de seguridad ocupacional de personal de mantenimiento viene aplicando (independientemente de si el personal que realiza el mantenimiento es propio o de servicios de terceros)	<b>Respuesta</b>		<b>Comentario</b>
	<b>si</b>	<b>no</b>	
Ropa de faena (mameluco o camisa y pantalón)			
Chaleco fosforescente			
Zapato de seguridad			
Casco			
Gafas de protección de la vista			
Guantes			
Máscara de soldar			
Mandil de cuero(soldadura)			
Arnés (para trabajo en altura)			
Avisos de prevención y peligro			
Aviso de prohibición por riesgo de accidentes			
Señalización (señalética en general del establecimiento)			

**ANEXO N° 5: Diseño de ficha para levantamiento de inventario de equipos biomédicos**

<b>COMPLEJO HOSPITALARIO GULLERMO KAE LIN DE LA FUNTE</b>									
<b>FORMATO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE EQUIPOS BIOMEDICOS</b>									
ITEM	UPSS	DENOMINACION DEL EQUIPO	CODIGO PATRIMONIAL (EQUIPO)	MARCA DEL EQUIPO	MODELO DEL EQUIPO	ANTIGÜEDAD EN AÑOS	VIDA UTIL DEL EQUIPAMIENTO	UBICACIÓN FISICA	ESTADO
1									
2									
3									
4									
5									

