



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO
MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL**

Carlos Mauricio Moreno Pineda

Asesorado por el Ing. Raúl Gabriel Rendón Padilla

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO
HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS MAURICIO MORENO PINEDA
ASESORADO POR EL ING. RAÚL GABRIEL RENDÓN PADILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 10 de agosto de 2015.

Carlos Mauricio Moreno Pineda

Guatemala, agosto de 2016

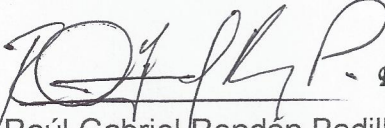
Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Peralta Dardón.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, Carlos Mauricio Moreno Pineda, con número de carné: 87 11739, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL.** El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.


Ing. Raúl Gabriel Rendón Padilla **Raúl Gabriel Rendón Padilla**
INGENIERO INDUSTRIAL COL 11189

Colegiado No.11 189

ASESOR



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Mauricio Moreno Pineda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Edwin Ixpata Reyes
Ing. Mec-Industrial
Colegiado No. 7128

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.155.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Mauricio Moreno Pineda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

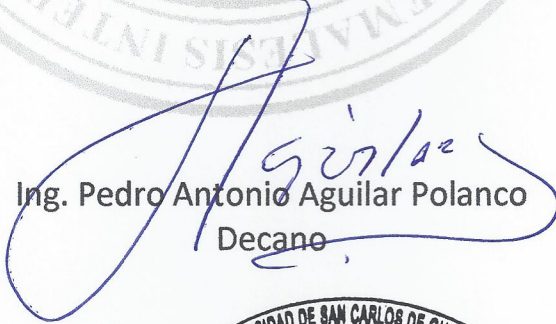


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 474.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL EQUIPO MÉDICO HOSPITALARIO DE APROFAM CENTRAL**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Mauricio Moreno Pineda** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar a mi lado en todo momento, guiarme por el camino correcto, darme la sabiduría para hacer las cosas de buena manera y bendecirme a donde quiera que vaya.
- Mi madre** María Cristina Pineda de Moreno, por su amor, apoyo, comprensión, ejemplo de lucha y especialmente por nunca perder la fe en mí y creer que todo lo que deseo lo puedo lograr.
- Mi padre** Carlos Humberto Moreno Peña (q. e. p. d.). Por ser siempre gran ejemplo y por haberme dado los consejos importantes para ser una persona de bien.
- Mi esposa** Sobeida Pineda de Moreno, por estar siempre a mi lado en todos los momentos de mi carrera.
- Mi hija** Ana Lucía Moreno (q. e. p. d.). Por su cuidado desde el cielo y porque sé cuánto hubiera disfrutado compartir este momento.
- Mis hijos** Erick Mauricio y Sebastián André, por ser los motores que hacen girar mi vida.

Mis hermanos

Melvina y Efraín Moreno, por estar siempre apoyándome en los momentos buenos y malos, gracias por estar siempre en unión familiar.

Mi familia

Tíos, tías, primos, primas, por sus buenos consejos, muestras de cariño a lo largo de mi existencia.

Mis amigos

Por brindarme su amistad sincera, por estar conmigo en los momentos de alegría y de tristeza, porque cada uno de ustedes me ha ayudado de diferente manera. Especialmente a Byron y a Ludwing.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme la formación como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por la excelente enseñanza académica.
Hospital APROFAM Central	Por abrirme las puertas y darme la oportunidad para el desarrollo de mi tema de graduación.
Mi asesor	Ing. Raúl Rendón, por su apoyo durante esta última etapa de mi carrera.
Grupo Bellos Horizontes	Por ser de gran ayuda en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia de la institución.....	1
1.2. Estructura del hospital	1
1.2.1. Departamentos del hospital	3
1.2.2. Organigrama.....	3
1.3. Servicios hospitalarios	4
1.4. Información general.....	5
1.4.1. Objetivos institucionales	5
1.4.2. Valores centrales	6
1.4.3. Valores institucionales	7
1.4.4. Visión y misión.....	8
1.4.5. Ubicación.....	8
1.5. Responsabilidad social.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Mantenimiento productivo total (TPM).....	11
2.1.1. Objetivos del TPM	11
2.1.2. Características del TPM	12

2.1.3.	Relación entre TPM, mantenimiento productivo y mantenimiento preventivo	13
2.1.4.	Tipos de mantenimiento	13
2.1.5.	Actividades del TPM.....	14
2.1.6.	Ventajas del TPM	16
2.1.7.	Metas de mantenimiento preventivo.....	17
2.2.	Seis sigma.....	17
2.2.1.	Definición seis sigma.....	18
2.2.2.	Metodología del seis sigma	18
2.2.3.	Mejora del seis sigma.....	20
2.2.4.	Control del seis sigma	20
2.2.5.	Proceso DMAMC.....	21
3.	SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	23
3.1.	Descripción del equipo	23
3.1.1.	Inventarios.....	23
3.1.2.	Equipos médicos	25
3.1.3.	Segmentación	27
3.2.	Tipos de mantenimientos que se aplican al equipo médico del hospital	32
3.2.1.	Correctivo	32
3.2.2.	Preventivo	32
3.3.	Diagramas actuales.....	33
3.3.1.	Diagramas de flujo	33
3.3.2.	Diagrama de recorrido.....	37
3.4.	Descripción de puestos del departamento de mantenimiento.....	39
3.5.	Análisis de la seguridad industrial en el hospital	40

3.6.	Análisis FODA	42
3.7.	Estrategias de FODA de la institución	45
3.7.1.	Estrategia competitiva	46
3.7.2.	Estrategia de cooperación	47
4.	SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	49
4.1.	Bases de información sobre los equipos	49
4.2.	Plan general del mantenimiento	49
4.2.1.	Mantenimiento planificado	61
4.2.1.1.	Mantenimiento correctivo.....	61
4.2.1.2.	Mantenimiento preventivo.....	62
4.2.1.3.	Mantenimiento predictivo	67
4.2.2.	Mantenimiento autónomo	70
4.2.2.1.	Conocimiento de los equipos.....	70
4.2.2.2.	Operaciones de inspección.....	73
4.2.2.3.	Operaciones por operarios	74
4.2.3.	Mantenimiento de calidad.....	74
4.2.3.1.	Condiciones del equipo	75
4.2.3.2.	Reducción de variabilidad.....	75
4.2.3.3.	Condiciones de los componentes	75
4.3.	Elaboración de formatos.....	76
4.3.1.	Formato de órdenes de trabajo.....	76
4.3.2.	Formato de órdenes de inconformidades	77
4.3.3.	Formato de control de visitas.....	78
4.4.	Capacitación y entrenamiento al personal del hospital.....	79
4.4.1.	Comprender la función de los equipos	79
4.4.2.	Habilidades para identificar y detectar problemas ..	79
4.5.	Seguridad industrial.....	80
4.5.1.	Equipo de trabajo.....	82

4.5.2.	Equipo de protección.....	82
4.6.	Proceso DMAMC para analizar problemas en los equipos	85
4.6.1.	Definir	85
4.6.2.	Medir	85
4.6.3.	Analizar	85
4.6.4.	Mejorar	86
4.6.5.	Controlar.....	86
5.	IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	87
5.1.	Formulación de la planificación para el desarrollo del TPM	87
5.1.1.	Políticas.....	87
5.1.2.	Metas.....	88
5.2.	Organizar el comité de dirección	88
5.2.1.	Entidades responsables	88
5.2.1.1.	Gerencia.....	88
5.2.1.2.	Departamento de Mantenimiento	89
5.3.	Planificación de las reuniones para el seguimiento del TPM ...	89
5.4.	Inspección de condiciones ambientales	89
5.5.	Herramientas visuales para monitorear indicadores	90
5.6.	Capacitación técnica al personal del área de mantenimiento para su adaptación al nuevo sistema TPM	95
5.7.	Plan de seguimiento en los controles.....	97
5.8.	Costos	99
	CONCLUSIONES.....	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107
	APÉNDICES.....	109

ANEXOS..... 115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Departamento de Mantenimiento del Hospital Central.....	4
2.	Ubicación del hospital central.....	8
3.	Diagrama de flujo	36
4.	Planta nivel 1.....	37
5.	Planta nivel 2.....	37
6.	Planta nivel 3.....	38
7.	Planta nivel 4.....	38
8.	Ingreso al hospital	41
9.	Área de servicios médicos	41
10.	Área de urología.....	42
11.	FODA	45
12.	Formulario de recepción de equipos nuevos	58
13.	Formulario de recopilación de datos para el inventario	59
14.	Hoja de vida del equipo.....	60
15.	Etiqueta para equipos	60
16.	Verificación de NIBP o niveles de presión arterial.....	69
17.	Orden de trabajo	76
18.	Informe de inconformidades.....	77
19.	Informe de control de visitas	78

TABLAS

I.	Inventario de equipo hospitalario	23
II.	Aprobación del proceso de mantenimiento de equipo médico	34
III.	Funciones del jefe de mantenimiento	39
IV.	Funciones del conserje	39
V.	Funciones del personal de seguridad	40
VI.	Funciones del técnico de mantenimiento	40
VII.	Análisis FODA de la institución	46
VIII.	Perspectivas de análisis, objetivos estratégicos y objetivos específicos	47
IX.	Perspectivas de análisis, estrategias de cooperación.....	48
X.	Área de gases.....	62
XI.	Área de gases mantenimiento preventivo.....	63
XII.	Rutina semanal de mantenimiento preventivo monitor signos vitales...	63
XIII.	Rutinas de mantenimiento ventilador pulmonar	65
XIV.	Rutinas de mantenimiento para lámparas de sala de operaciones	66
XV.	Área de gases mantenimiento predictivo	67
XVI.	Rutina de mantenimiento predictivo monitor signos vitales	68
XVII.	Rutina mantenimiento predictivo ventilador pulmonar	69
XVIII.	Rutina de mantenimiento predictivo para lámparas de sala de operaciones	70
XIX.	Seguridad con los cilindros de gases médicos	71
XX.	Utilización y funcionamiento de monitores de signos vitales	71
XXI.	Actividades antes de utilizar el ventilador pulmonar	72
XXII.	Actividades antes de utilizar lámparas de sala de operaciones.....	72
XXIII.	Inspección área de gases	73
XXIV.	Inspección de monitores de signos vitales.....	73
XXV.	Actividades por inspeccionar en el ventilador pulmonar	74

XXVI.	Mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas	83
XXVII.	Grados de incapacidad y jornada de trabajo perdidas	91
XXVIII.	Plan de capacitaciones	97
XXIX.	Hoja de control para auditoría	98
XXX.	Flujo de efectivo	100
XXXI.	Cálculo del valor presente neto	101

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
Q	Quetzales
%	Porcentaje

GLOSARIO

Bitácora	Hoja de control de actividades diarias, reparaciones o mantenimiento realizados a equipos o sistemas.
Costo/beneficio	Cálculo de todos los costes y beneficios posibles asociados a un proyecto. También, se utiliza para analizar los efectos de seguir adelante con un proyecto o, por el contrario, anularlo.
Inventario	Cantidad de mercancías disponibles, existencias, provisión.

RESUMEN

En la actualidad el departamento central de mantenimiento del hospital, es el principal encargado de velar por el buen funcionamiento de los equipos. En ocasiones los paros por reparaciones de fallas inesperadas en algunos equipos médicos pueden perjudicar la planificación del departamento, podrían ocasionar retrasos en las fechas programadas para operaciones o consultas, ocasionando inconformidades en los clientes. Una buena planificación de mantenimiento preventivo, un buen control sobre el historial de las reparaciones efectuadas y el involucramiento del personal para mantener un eficiente funcionamiento, es de importancia. En general un buen sistema de mantenimiento productivo total se utiliza para prevenir posibles fallas posteriores, y reducir los costos.

Para eso es necesario documentar los mantenimientos correctivos y preventivos efectuados en años anteriores formando un historial de reparaciones, lo cual servirá para formar bitácoras actualizadas, tomando en cuenta por lo menos los dos años anteriores. La verificación del equipo físico y los inventarios actuales será de utilidad.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo total para el equipo médico hospitalario del hospital APROFAM central.

Específicos

1. Determinar los tipos de equipos médicos que existen en el hospital para su clasificación.
2. Evaluar el funcionamiento de los equipos médicos, para determinar su estado.
3. Realizar un estudio sobre los tipos de mantenimientos que utiliza cada uno de los equipos médicos.
4. Evaluar la capacidad del personal de mantenimiento del hospital, sobre la utilización del equipo médico y los mantenimientos que pueden realizar.
5. Determinar los costos para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total para el hospital.

INTRODUCCIÓN

En las áreas donde existe maquinaria o equipos para todo tipo de trabajo, suelen suceder desperfectos en los equipos en las distintas áreas, eso podría llevar a efectuar paros constantes en las operaciones por motivos de reparaciones. A esta disposición se le conoce como mantenimientos correctivos, ya sea por averías y efectuando reposiciones o reparaciones en los equipos.

En la actualidad el mantenimiento productivo total (TPM) es uno de los sistemas efectivos, porque mientras el equipo envejece, también sus componentes sufren desgastes, aumentando la frecuencia de falla y, como consecuencia, los gastos. Con el mantenimiento productivo total se logra un mejor control de los equipos en todas las áreas del hospital, ya que en el hospital existe personal que integra también parte del mantenimiento productivo total para hacer más eficiente el mantenimiento preventivo y promover una mejora continua.

El departamento de mantenimiento del hospital es el encargado de velar por los mantenimientos correctivos y preventivos y por lo tanto de la conservación de los equipos médicos hospitalarios e industriales así como del servicio en general de todo el hospital. Con ello logra equilibrar la calidad del servicio, la duración adecuada del equipo y los costos mínimos del mantenimiento.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Historia de la institución

En 1962 un grupo de profesionales de diferentes disciplinas, motivados por un sentimiento fraternal de ayuda para los guatemaltecos pensaron que un aporte valioso para mejorar de alguna manera la situación crítica familiar, era crear una asociación que asumiera el liderazgo, para poner al alcance de la población los servicios del espaciamiento de los embarazos. Fue así como en mayo de 1962, se realizó la primera reunión para dialogar sobre la importancia de organizar una institución con esta finalidad.

El 27 de agosto de 1964, obtiene su personería jurídica, nace entonces la Asociación Pro Bienestar de la Familia de Guatemala APROFAM, creándose a la vez el comité que tuvo a cargo elaborar los estatutos de la Asociación.

Actualmente, tiene 51 años de prestar servicio, cuenta con 28 clínicas, 5 unidades móviles y el componente de información, educación y capacitación en toda una estructura que favorece la salud preventiva, curativa, promoviendo el ejercicio de los derechos sexuales y reproductivos.¹

1.2. Estructura del hospital

El hospital de APROFAM, como toda una institución cuyo objetivo es prestar servicios de salud sexual a toda la república de Guatemala, se encuentra estructurado en regiones: región central, región sur, región occidente y región nororiente.

- Región central
 - Clínica y hospital Central
 - Clínica materno-infantil
 - Clínica de adolescentes

¹ APROFAM. *Centros de atención*. www.aprofram.org.gt Consulta: 4 de noviembre de 2016.

- Clínica zona 5
- Clínica zona 6
- Clínica zona 12
- Clínica zona 19
- Clínica Amatitlán
- Clínica Villa Nueva
- Clínica La Antigua
- Clínica Barberena
- Clínica Chimaltenango

- Región sur
 - Clínica y Hospital Coatepeque
 - Clínica y Hospital Escuintla
 - Clínica Malacatán
 - Clínica Mazatenango
 - Clínica Retalhuleu

- Región occidente
 - Clínica y hospital Huehuetenango
 - Clínica y hospital Quetzaltenango
 - Clínica Quiché
 - Clínica y hospital San Pedro, San Marcos
 - Clínica Totonicapán

- Región nororiente
 - Clínica y hospital Cobán

- Clínica y hospital Jutiapa
- Clínica y hospital Petén
- Clínica Puerto Barrios
- Clínica y hospital Zacapa

1.2.1. Departamentos del hospital

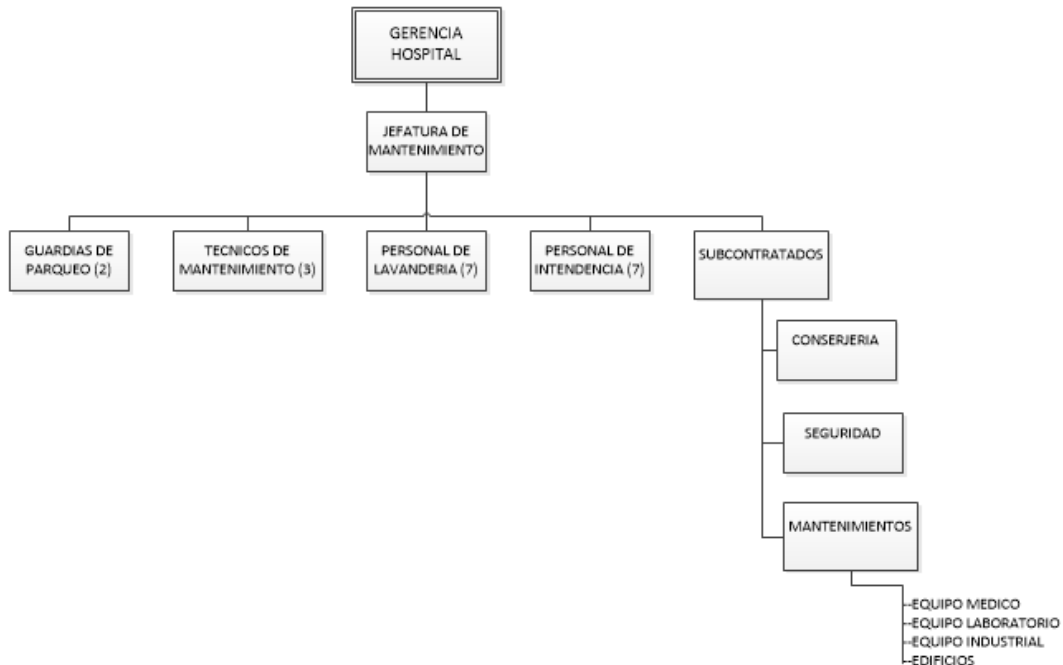
El hospital APROFAM central zona 1, se encuentra dividido en cuatro departamentos importantes, que sirven para atención del público.

- Nivel 1: cajas, información, archivo, laboratorio clínico
- Nivel 2: rayos X, mamografía, ultrasonido, consulta externa
- Nivel 3: encamamiento
- Nivel 4: quirófanos

1.2.2. Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama del Departamento de Mantenimiento del Hospital Central.

Figura 1. **Organigrama de Departamento de Mantenimiento del Hospital Central**



Fuente: APROFAM. *Organigrama*. www.aprofram.org.gt Consulta: 4 de noviembre de 2016.

1.3. Servicios hospitalarios

Los servicios hospitalarios, son el conjunto de servicios médicos especializados y reagrupados en un hospital, de los cuales APROFAM cuenta actualmente con:

- Cirugías programadas
- Exámenes y diagnósticos
- Laboratorio clínico

- Encamamiento hospitalario
- Emergencias
- Partos y cesáreas
- Consultas médicas
 - Obstetricia
 - Ginecología
 - Pediatría
 - Medicina para adultos
 - Especialidades
 - Planificación familiar
 - Salud sexual
 - Medicina general
 - Atención al adolescente

- Farmacia

1.4. Información general

Se describen los objetivos institucionales, valores centrales, visión, misión para identificar dónde están orientados los servicios de la entidad hospitalaria en estudio.

1.4.1. Objetivos institucionales

Los objetivos institucionales de la empresa en estudio se describen a continuación

- Fortalecer el bienestar de la familia guatemalteca haciendo énfasis en el mejoramiento de las condiciones de las mujeres a través de la

educación, distribución de productos y servicios integrales de salud, especialmente los de salud materno infantil, sexual y reproductiva VIH/SIDA/ITS y de planificación familiar, a efecto de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

- Estimular, promover y fortalecer el derecho básico de todos los segmentos de la población guatemalteca, a decidir de manera libre e informada respecto a su propia salud sexual y reproductiva, así como los medios que les permiten ejercer su derecho. La información y los servicios anticonceptivos serán ofrecidos estrictamente en base a la aceptación voluntaria y al consentimiento informado.
- Organizar y capacitar recursos humanos en los campos de educación, salud sexual y reproductiva y de planificación para extender la cobertura de dichos servicios a todo el país, particularmente a los grupos con menor acceso, por ubicación geográfica o por falta de recursos económicos.
- Asegurar el fácil acceso a información orientación sexual, educación y servicios de planificación familiar, obligándose respetar el derecho de los diferentes segmentos de la población a hacer elecciones voluntarias e informadas sobre los programas y servicios disponibles. No se permitirá restricción alguna y se tomarán las medidas necesarias para prevenir cualquier forma de coerción en los programas.²

1.4.2. Valores centrales

APROFAM trabaja al servicio de la comunidad guatemalteca, sin discriminación y como parte de su plan estratégico se basa en los siguientes valores:

- Administración racional y honesta de los recursos, los cuales son manejados con transparencia para lograr la credibilidad institucional y la optimización de los mismos.
- Equipo de trabajo con mística de servicio, responsable, dinámico, leal, y comprometido con las necesidades de la salud sexual y reproductiva de la familia guatemalteca.

² APROFAM. *Objetivos*. www.aprofram.org.gt Consulta: 4 de noviembre de 2016.

- Con una visión compartida, líder en la prestación de servicios de salud sexual y reproductiva, que aprende y afronta los retos con un enfoque sistémico.
- Respetuoso de los factores socioculturales de la población maya y mestiza que atiende.
- Compromiso con la búsqueda permanente de la excelencia en la entrega de los servicios de salud de la familia guatemalteca.
- Organización autónoma, guiada únicamente por su filosofía de trabajo, las políticas del cuerpo de gobierno y los principios y valores de IPPF (*International Planned Parenthood Federation*).

1.4.3. Valores institucionales

Adicional a los valores centrales, los valores institucionales de la empresa en estudio se describen a continuación

- Respeto
- Responsabilidad
- Espíritu de servicio
- Solidaridad
- Integridad
- Confidencialidad

1.4.4. Visión y misión

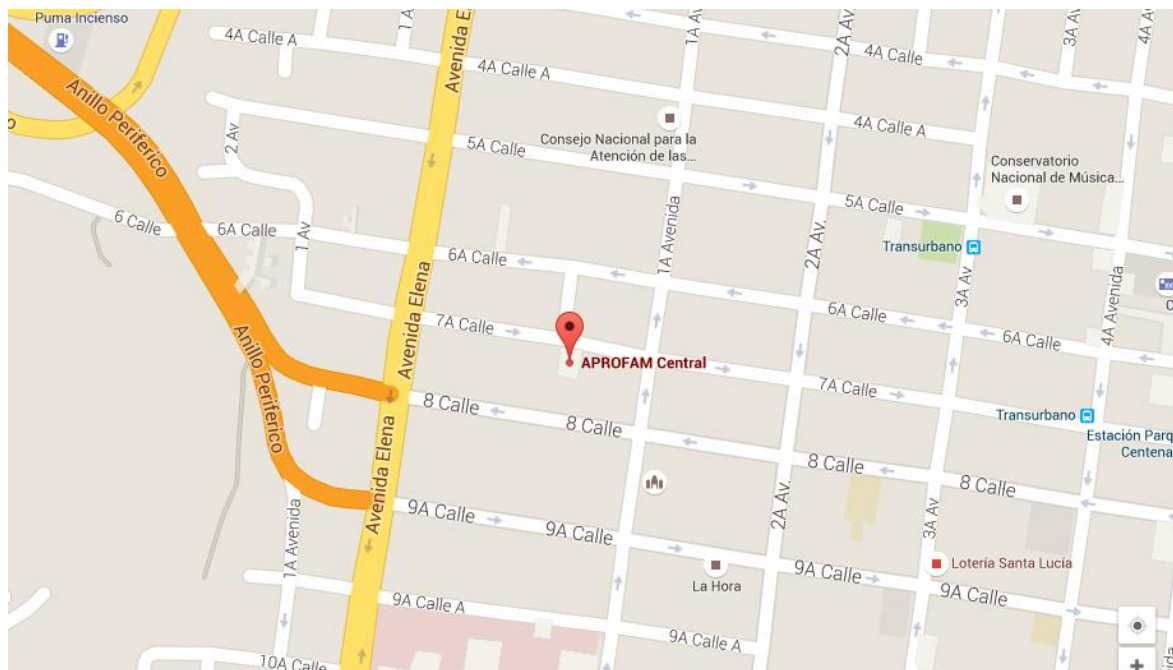
Misión: proveer servicios integrales de salud para el bienestar de las personas.

Visión: ser líderes a nivel nacional en la presentación de servicios integrales con calidad y proyección social.

1.4.5. Ubicación

El Hospital Central está ubicado en 8 calle 0-48 zona 1, ciudad de Guatemala. Teléfono servicio al cliente: (502) 2321-0101 Guatemala, C.A.

Figura 2. Ubicación del hospital central



Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es/earth/>. Consulta: 4 de noviembre de 2015.

1.5. Responsabilidad social

Los programas y proyectos sociales en APROFAM, tienen como fin prestar servicios integrales de salud, con calidad y equidad de género, con prioridad en la salud sexual y reproductiva en beneficio de muchas familias guatemaltecas de escasos recursos en toda Guatemala.

Cada vez que una persona acude a las clínicas y hospitales de APROFAM, un porcentaje del valor del servicio y/o producto es destinado para financiar los programas y proyectos sociales. Así también el valioso aporte de donaciones de organismos y personas individuales ayuda a brindar servicios en toda la república de Guatemala.

El desarrollo de programas y proyectos sociales, toma en cuenta las características y condiciones culturales y geográficas de las poblaciones y divide su campo de acción en dos estrategias principales:

- **Comunicación estratégica:** actividades de formación, educación y capacitación (IEC), utilizando medios alternativos que generen conocimiento en las familias y parejas en edad reproductiva, así como jóvenes, adolescentes. A través de la educación cara a cara por medio de la visita domiciliar y charlas educativas, permitiendo brindar la consejería de manera personal y confidencial.
- **Entrega de servicios de salud:** se brindan servicios integrales de salud con énfasis en salud sexual y reproductiva, metodológica anticonceptiva temporal y permanente y aspectos básicos de nutrición. APROFAM cuenta con la siguiente plataforma para el desarrollo de ambas estrategias:

- Clínicas y hospitales de APROFAM
- Red comunitaria de líderes (promotores voluntarios –PV-)
- Multiplicadores juveniles (MJ)
- Unidades móviles de salud (jornadas médicas)

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una metodología originaria de Japón, la cual está basada en mantener la efectividad total de los sistemas productivos por medio del TPM que se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes, cero paradas.

2.1.1. Objetivos del TPM

Para desarrollar un TPM efectivo es necesario tener objetivos claros, estos pueden resumirse en;

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con el objetivo de evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implantación y desarrollo.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección a los operarios de planta, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora.

2.1.2. Características del TPM

Las características que describen las etapas del ciclo de vida del equipo se describen a continuación.

- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto japonés de mantenimiento de plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- Dirección de operaciones de mantenimiento
- Dirección de tecnologías de mantenimiento

2.1.3. Relación entre TPM, mantenimiento productivo y mantenimiento preventivo

La palabra “total” tiene tres significados relacionados con tres características de TPM

- Eficacia total: perseguir la eficacia económica.
- Sistema total: establecer un plan de mantenimiento para la vida del equipo, incluyendo prevención del mantenimiento (técnicas de monitoreo para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y la inminente falla) y mantenimiento preventivo.
- Participación total: mantenimiento autónomo por operadores y actividades de grupos pequeños en cada nivel.

2.1.4. Tipos de mantenimiento

Existen diferentes tipos de mantenimiento, los cuales se describen a continuación.

- Mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades destinadas a impedir las fallas o la pérdida de capacidad.
- Mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades destinadas a realizar una reparación de un equipo que no estaba planificado. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas:

- Correctivo contingente: se refiere a las actividades que se realizan de forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y se tiene que actuar en forma emergente.
- Correctivo programable: se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y este, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención por cuestiones económicas.
- Desventajas del mantenimiento correctivo
 - Medidas que se toman hasta que se produce una falla (si no está roto no se arregla).
 - Son actividades de mantenimiento reactivas.
 - El promedio de las reparaciones es tres veces más caro.
 - Alto inventario de repuestos, debido a que se requieren cuando se producen fallas.
 - Se deja de producir, por causa de las reparaciones de las máquinas.

2.1.5. Actividades del TPM

Las actividades del TPM se describen a continuación:

- Mantenimiento autónomo: comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la

aplicación práctica de las cinco "S". Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

- Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos. Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.
- Mantenimiento planificado: implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores será ejecutado por personal especializado en mantenimiento.
- Prevención de mantenimiento. mediante el desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación

en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.

- Mantenimiento predictivo: consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el mantenimiento predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes. Los beneficios de su aplicación son: reducción de paros; ahorro en los costos de mantenimiento; alargamiento de vida de los equipos; reducción de daños provocados por averías; reducción en el número de accidentes; más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos. Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo están: análisis de vibraciones; análisis de muestras de lubricantes; termografía; y análisis de las respuestas acústicas.

2.1.6. Ventajas del TPM

Claramente el mantenimiento productivo total presenta ventajas sobre los demás tipos de mantenimiento, entre estas se pueden describir las siguientes:

- Planear con confianza a través de la cadena de valor, para proveer lo que los clientes quieren, cuando lo necesiten, justo a tiempo y bien a la primera.
- Flexibilidad, reaccionar rápidamente a los cambios en el mercado sin altos niveles de inventario.

- Mejora en OEE (eficiencia productiva de los equipos) como ruta medible para incrementar la rentabilidad.
- Mejoras en la calidad.
- Mejora el orden y limpieza.
- Mejora la autoestima del personal.
- Aumento en la seguridad.

2.1.7. Metas de mantenimiento preventivo

Con el control de un buen mantenimiento preventivo se buscan las siguientes metas:

- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- Reducción de las reparaciones de emergencia representará una disminución de costos de producción y un aumento de la disponibilidad de los equipos
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

2.2. Seis sigma

A continuación se describe la definición y metodología de seis sigma en los procesos productivos.

2.2.1. Definición seis sigma

Es una estrategia de mejora continua que busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de negocio, enfocándose en los aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia seis sigma se basa en métodos estadísticos rigurosos que emplean herramientas de calidad y análisis matemáticos, ya sea para diseñar productos y procesos o para mejorar los ya existentes. Esta estrategia requiere que se optimicen las salidas del proceso mediante un enfoque en las entradas y procesos involucrados.

2.2.2. Metodología del seis sigma

Es una metodología de trabajo para conseguir la máxima eficiencia de los procesos analizando su variabilidad y proponiendo soluciones basadas en datos. El proceso "seis sigma" es un método sistemático que utiliza datos, rigurosamente medidos y analizados, para identificar las fuentes de error (causas raíces de un problema) y las formas de eliminarlas generando mayor satisfacción del cliente y ahorros económicos sustanciales.

Se apoya en herramientas estadísticas y de análisis y propone el desarrollo de grupos de trabajo dinamizadores, trabajando con datos en su búsqueda de la causa raíz al problema estudiado y favoreciendo la toma de decisiones justificada numéricamente.

Las empresas que entran en la iniciativa seis sigma acaban integrando los principios de esta metodología en su cultura a la vista de los resultados obtenidos.

- Principios del seis sigma:
 - Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización.
 - Seis sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por seis sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.
 - Entrenamiento. Cada uno de los actores del programa de seis sigma requiere de un entrenamiento específico.
 - Acreditación.
 - Orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de seis sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. Con base en ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.
 - Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.
 - Se apoya en una metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos.

- Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas.
- El trabajo se reconoce.
- La metodología seis sigma plantea proyectos largos seis sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativa.
- Seis sigma se comunica. Los programas de seis sigma se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la organización. Con esto se adopta esta filosofía en toda la organización.

2.2.3. Mejora del seis sigma

Medir es necesario pero no suficiente, para estimular a las personas a que realicen cambios. El análisis de los defectos por millón y de sus correspondientes valores sigma dará una orientación acerca de cuáles son los procesos que tienen mayores potenciales de mejora, una vez se ha detectado dónde están los potenciales de mejora se ha de poner en práctica los instrumentos y capacidades para mejorar estos procesos.

2.2.4. Control del seis sigma

Seis sigma utiliza el parámetro estadístico de la dispersión, representado por sigma y expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto de su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos.

De tal forma que en la escala de calidad de seis sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de especificación, de modo que cuanto mayor sea el número de sigmas que caben

dentro de los límites de especificación menor sea el valor de sigma y, por tanto, menor el número de defectos.

La meta para un buen control de seis sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades, entendiéndose como defecto un producto o servicio que no logra cumplir con los requisitos del cliente.

2.2.5. Proceso DMAMC

DMAMC, es una metodología del seis sigma que consiste en la ejecución constante de proyectos de mejora siguiendo la metodología: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

- Definir, que consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.
- Medir, que consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- Analizar, que pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.
- Mejorar, que permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión por realizar.
- Controlar, que se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

3.1. Descripción del equipo

La institución cuenta con diferente equipo según el área de operaciones, existe el área de consulta externa para la atención de pacientes nuevos y/o con previa cita.

El área de laboratorio se encarga de la realización de todos los exámenes enviados por los médicos, así como salas de cirugías y área de maternidad.

3.1.1. Inventarios

Para el estudio de la empresa se realizaron visitas técnicas y reuniones con el gerente general del hospital y con los jefes de área para determinar los inventarios de equipo, los cuales se presentan a continuación.

Tabla I. **Inventario de equipo hospitalario**

Ubicación	Equipo
Consulta externa	Silla odontológica Autoclave eléctrico pequeño Autoclave Aspirador Monitor de colposcopia Aparato de criocirugía Equipo de proctología Electrocardiógrafo Fibroscopio

Continuación de la tabla I.

Clínicas	<p>Cama de recuperación Atril Mesa de puente Silla de ruedas Camilla de transporte Gradas Silla de ruedas Bacinetes Lámpara cuello de ganso Bombas de infusión Esfigmomanómetro Mesa de expedientes Desfibrilador Porta cilindro</p>
Quirófano	<p>Flujo metro doble/módulo térmico Mesa vestidor Oxímetro Estetoscopio peria Balanza digital Laringoscopio Mesa de mayo Electrocauterio Mesa de transporte Regulador de vacío Máquina de anestesia Monitor de signos vitales Laringoscopio adulto Atril Lámpara cielítica Toma de oxígeno cielítica Mesa quirúrgica Mesa media luna</p>
Central de equipos	<p>Autoclave eléctrico Autoclave óxido de etileno Carros de curación Carros Hamper Compresor de aire médico Balanza Lámpara cielítica móvil Lámpara germicidas móvil</p>

Continuación de la tabla I.

Laboratorio/bacteriología	<p>Lector de Elisa Rotador Agitador Vortex Pipetas Automáticas Cuabulometro Lavador Elisa Cámara de enfriamiento Refrigerador Agitador Vortex Mezclador de muestras Incinerador de asas bacteriológicas Olla esterilizadora Horno de secado Equipo de química Microscopio Micro centrífuga Centrifuga</p>
Imagenología RAYOS X	<p>Mesa rayos X Tubo rayos X Panel rayos X Ultrasonido completo Panel mamografía Kodak medical X Ray Monitor Huntleigh Monitor Baby Duplex</p>
Hospital central	<p>Monitor fetal marca Edan modelo Cadence Set de laringoscopio para adulto marca ADC con mango de uso para adulto con hojas miller no. 2,3,4 y 2 pilas tipo c Microscopio cx21 led (4x, 10x, 40x, 100x) cx21lfs2 " Microscopio cx21 led (4x, 10x, 40x, 100x) cx21lfs2 " "video-colposcopios marca Kernel modelo kn-2200. Computadora con monitor de 19" para (video-colposcopio marca Kernel</p>

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Equipos médicos

A continuación, se presenta el equipo médico del centro hospitalario en base a la información brindada por gerencia general.

- Equipos médico-quirúrgicos son los comúnmente llamados equipos de electromedicina, se detallan todos los equipos que actualmente se encuentran en funcionamiento.
- Equipos de laboratorio
 - Dos centrifugas de laboratorio una marca FISHER, modelo 04-978551 y otra marca HETTICH Rotofix 32.
 - Incubadoras de colonias: marca SANYO modelo MIR-262, marca BOEKEI modelo B2000 serie 04310, marca *THERMOLYNE* modelo DB17615 serie 82198115053 y VWR *SCIENTRIFIC* modelo M/1500E.
 - Refrigerador médico SANYO modelo MPER-161 serie 70403066. Refrigerador de banco de sangre, marca SANYO modelo MBR-506D serie 30707194. Refrigerador de banco de sangre, marca SANYO modelo SMI.
- Equipos de rayos X aparatos de rayos X fijos: uno marca ECONET modelo HF 525 serie núm. SMS 525 y otro marca *GENERAL ELECTRIC*, modelo 46-257889G serie 276665 WK7.
- Equipos de quirófanos mesas quirúrgicas: marca MIZUHO modelo SPL 331 serie 00900207, marca AMSCO modelo 2080 serie 431886049, marca CHOONGWAE modelo CHS-EX 820 serie 030236 y MIZUHO modelo SPL 331 serie 00900142. Cuatro máquinas de anestesia una marca OHMEDA modelo EXCEL 110 serie núm. AMDU00370; una marca EQUFLEX II modelo MG017-93; dos marca PLARE modelo 8095 series 2564 y 2565

- Equipos de intensivo
 - Ventiladores pulmonares: marca NEW PORT modelo E-100M serie 9911MB548, marca ACOMO modelo MOBILE 1000 serie 00270- 0313. Tres bombas de infusión marca JMS modelo OT-701 series 02921, 02923 y 02924.

3.1.3. Segmentación

En la segmentación para el estudio se describen los equipos médicos en los que la institución necesita tener mayor control.

- El oxímetro emplea los siguientes componentes eléctricos para determinar los valores de SpO₂ y la frecuencia cardiaca:
 - El funcionamiento del sensor óptico está determinado porque la absorción de la sangre a una cierta longitud de onda es dependiente de la saturación de oxihemoglobina. Al recibir la cantidad de luz que no fue absorbida en un receptor diametralmente opuesto al emisor, se puede conocer la cantidad de luz absorbida por el lugar donde se encuentra el sensor, que es en la mayor parte absorbida por la sangre.
 - Aquí se presenta un problema, la sangre y, por lo tanto, la SpO₂ es pulsátil, entonces no se puede determinar si la variación de la medida se debe a una variación de la variable misma o debido a la pulsatilidad del flujo sanguíneo. Es por esta razón que estos sensores contienen en realidad dos emisores a dos longitudes de onda diferentes y un receptor de manera que a una de las longitudes de onda la absorción es muy dependiente del SpO₂, y

a la otra longitud de onda la absorción teóricamente no varía con la SpO2 pero sí con la cantidad de sangre, es decir, varía con el pulso

Como era necesario tener información real del estado de dichos equipos, se hizo una revisión de la situación en que se encuentra actualmente el equipo. Entre las diferentes áreas se cuenta con oxímetros, de los cuales no todos funcionan actualmente, por lo que no se dan abasto los que se encuentran en funcionamiento. Solo en neonatología se ha llegado a tener hasta 45 niños al día, y hay más pacientes del área de cuidados intensivos, y post operatoria, en las cuales también se necesita de este tipo de monitores.

El tiempo que un oxímetro presta servicio al paciente es indefinido. Las condiciones del paciente son críticas y necesita ser monitoreado continuamente. Al estar encendido por días consecutivos este tipo de equipo, se deteriora, y esto sucede con más frecuencia cuando al equipo no se le da el debido mantenimiento.

- Área de gases
 - Los servicios que se prestan dentro del hospital se describen a continuación:
 - Gases médicos: entre los gases médicos o medicinales que existen, el que tiene mayor uso es el oxígeno, cuya aplicación es terapéutica, por el efecto tonificante que produce.

- Aire comprimido: el aire comprimido medicinal, se distribuye libre de partículas de aceite, y sus usos son variados, ya sea en instrumentos quirúrgicos como succionadores-inyectores, ventiladores, aspiradores, taladros sierras; o como aire para respirar, cuando la necesidad del paciente, dicte cierta mezcla de aire con oxígeno. Es más usado por la pediatría y por la maternidad, en el caso del hospital.
- Succión o vacío: el objetivo del sistema de vacío, es que el personal médico disponga de medios convenientes y adecuados que permitan el drenado a un paciente en el momento y lugar requerido, por ejemplo: salas de operaciones: para aspiraciones de tráquea, remoción de fluidos y sustancias indeseables del área de operación, implantación de tubos de drenaje gástrico, intestinal y pleural. Labor y partos: para remover los fluidos en conjunción con el nacimiento y aspiración del recién nacido. Encamamiento: para drenaje gástrico-intestinal y pleural o remoción de flemas.
- En las visitas efectuadas al hospital, se determinaron las condiciones en que los equipos del departamento de gases funcionan. Estas se realizaron a principios de agosto de 2015. Como los equipos deben prestar sus servicios a diferentes departamentos del hospital, estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera: área de adultos: aquí se encuentra el compresor de aire industrial, las bombas de vacío de adultos y una central de distribución de cilindros de oxígeno del tipo H con un manifold distribuidor de oxígeno. Área de pediatría: cuenta con un

banco compresores de aire médico, un banco de bombas de vacío, un manifold distribuidor de oxígeno y distribuye cilindros de oxígeno y otros gases médicos, tales como óxido nitroso (NO₂) y dióxido de carbono (CO₂). Área de maternidad: cuenta con dos compresores de aire médico y el otro con dos bombas de vacío y un manifold distribuidor de oxígeno.

- Área de quirófanos: los quirófanos llamados también salas de operaciones son lugares en donde se realizan procedimientos quirúrgicos. La seguridad eléctrica en hospitales y en especial en quirófanos son la base del éxito de la operación en todos los aspectos. Es necesario calificar y cuantificar los niveles de riesgo causados por problemas de seguridad eléctrica a través de normas estándares internacionales de seguridad eléctrica para que todo sea un éxito. Actualmente, cuenta con quirófanos para adultos, en los cuales se realizan un promedio de 15 operaciones diarias, por lo cual es de vital importancia tener en óptimas condiciones los equipos médicos, los quirófanos y el personal médico, para garantizar un buen funcionamiento y seguridad de todo lo concerniente al hospital para el paciente que utiliza los servicios de dicho hospital.
 - Las lámparas quirúrgicas son dispositivos que emiten una luz la cual ilumina un campo quirúrgico por un tiempo prolongado, para una visualización óptima de objetos pequeños y de bajo contraste en profundidades variables o a través de incisiones pequeñas. Además de proporcionar suficiente iluminación, este tipo de luz reduce las sombras y produce una mínima distorsión del color. Debido a que estos dispositivos son utilizados por períodos prolongados, es necesario el uso de dispositivos que limiten la

cantidad de calor radiante que pudiera causar molestias y daños al tejido que se encuentra en el campo quirúrgico.

- Monitores de signos vitales
 - Equipo médico clasificado en los equipos médicos activos de diagnóstico, utilizado especialmente en áreas de salas de operaciones, para monitorizar los signos vitales de los pacientes, y detectar anomalías en los mismos. Los signos vitales constituyen una herramienta valiosa como indicadores que muestran el estado funcional del paciente. El fin principal del monitor es:
 - Observar las curvas del comportamiento de las medidas básicas del cuerpo humano.
 - Permitir que se conozca de forma permanentemente el tipo de comportamiento del paciente para registrarlo en un historial.
- Ventilador pulmonar: aparato electromecánico que substituye la respiración, función natural del ser humano. Genera una presión que debe estar: por debajo de la presión barométrica (PB) o negativa alrededor del tórax (pulmón de acero o coraza), o bien por encima de la PB o positiva dentro de la vía aérea (ventilador). En ambos casos se produce un gradiente de presión entre dos puntos (boca / vía aérea-alveolo) que origina un desplazamiento de un volumen de gas.

3.2. Tipos de mantenimientos que se aplican al equipo médico del hospital

La institución en estudio realiza a sus equipos médicos un mantenimiento correctivo y preventivo.

3.2.1. Correctivo

El empleo único de mantenimiento correctivo origina descontrol debido a que se puede tener en uso un equipo que no cumple con las funciones específicas y puede causar daños en la salud del paciente sin que muchas veces la enfermera se percate de que el equipo está en mal estado.

En resumen, son muchos los estragos que trae consigo este sistema, por lo que solo debe emplearse como emergencia. Las fallas se pueden presentar debido a defectos de fabricación e instalación, en un hospital este tipo de falla debería ser cubierta con la garantía de la empresa proveedora.

Normalmente se presentan también fallas de tipo ocasional por razones de estadística. También se producen fallas debidas a la edad del equipo, causadas por desgaste de los componentes del equipo, este porcentaje aumenta hasta cierto nivel, cuando todos los componentes son reemplazados.

3.2.2. Preventivo

Para organizar adecuadamente el mantenimiento se debe tener una rutina bien diseñada. Las rutinas de mantenimiento son esenciales para prolongar la vida del equipo. Según el tiempo que transcurra se le dará diferente mantenimiento al equipo, mientras el lapso es mayor, así será profundo el

mantenimiento. La rutina más pronta en darle mantenimiento al equipo es diaria, continuando con la semanal, mensual y terminando con la trimestral.

3.3. Diagramas actuales

A continuación, se presentan los diagramas de los procedimientos actuales referentes a los mantenimientos de equipo médico.

3.3.1. Diagramas de flujo

El procedimiento tiene como objetivo: detallar las actividades mantenimiento de equipo médico.

- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal de mantenimiento, de acuerdo con su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.

- Glosario
 - Procedimiento: consiste en una serie de pasos realizados cronológicamente, para efectuar un trámite administrativo. Describe en forma clara y precisa quién, qué, cómo, cuándo, dónde y con qué se realiza cada uno de los pasos.

 - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin evitar o reducir la aplicación de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.

- Referencias: propietario del proceso, departamento de bodega.
- Políticas: el jefe de mantenimiento es el responsable del cuidado de los equipos.

Los procedimientos deben ser accesibles para todo el personal y debe tenerse control de los lugares de localización de los mismos y el control de las copias de dichos procedimiento.

El incumplimiento, por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la organización.

Toda modificación al presente procedimiento deberá ser aprobado por el gerente administrativo financiero.

Tabla II. **Aprobación del proceso de mantenimiento de equipo médico**

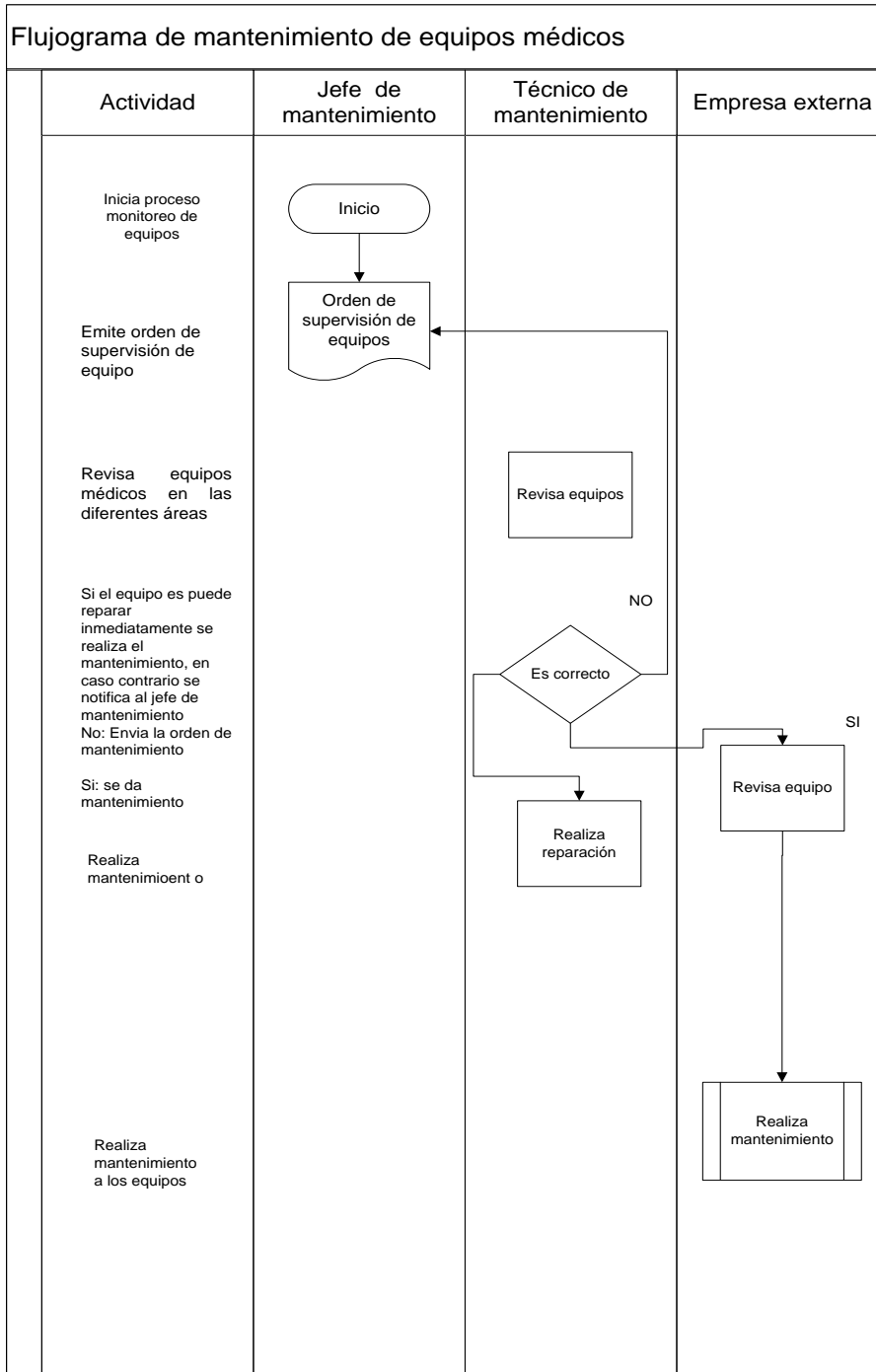
APROFAM			
Título del procedimiento: de mantenimiento	Departamento: mantenimiento		Procedimiento núm. MP.1.0
Aprobaciones		Autorizaciones	
Función y/o cargo	Firma	Función y/o Cargo	Firma
Gerente General		Jefe de mantenimiento	
Jefe de bodega			

Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento se llevará a cabo de la forma en que se detalla a continuación:

- El Departamento de Mantenimiento realiza monitoreos continuos para la revisión del estado de los equipos médicos.
- El técnico encargado revisa los equipos médicos, si el daño es leve procede a realiza la reparación inmediatamente, si el daño es grave informa al jefe del Departamento.
- El jefe de mantenimiento al conocer del daño de un equipo, realiza el contacto con el proveedor del equipo para cubrir la garantía en caso de que aún se tenga o de lo contrario para realizar la orden de mantenimiento y traslada a Gerencia general el informe.

Figura 3. Diagrama de flujo

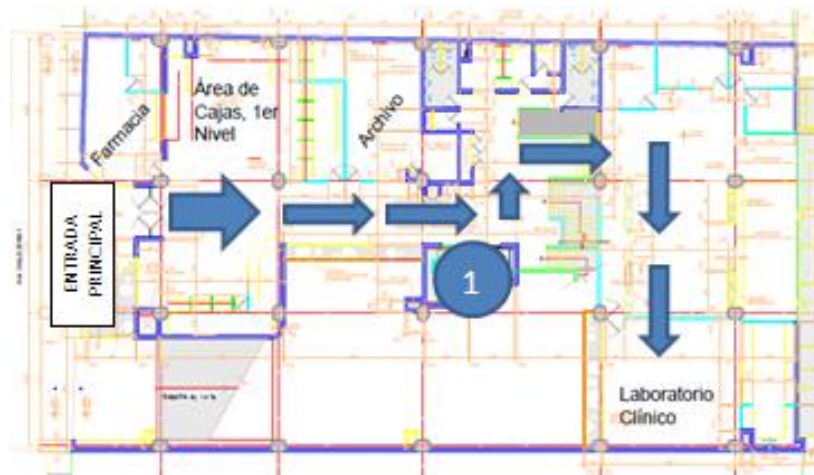


Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

3.3.2. Diagrama de recorrido

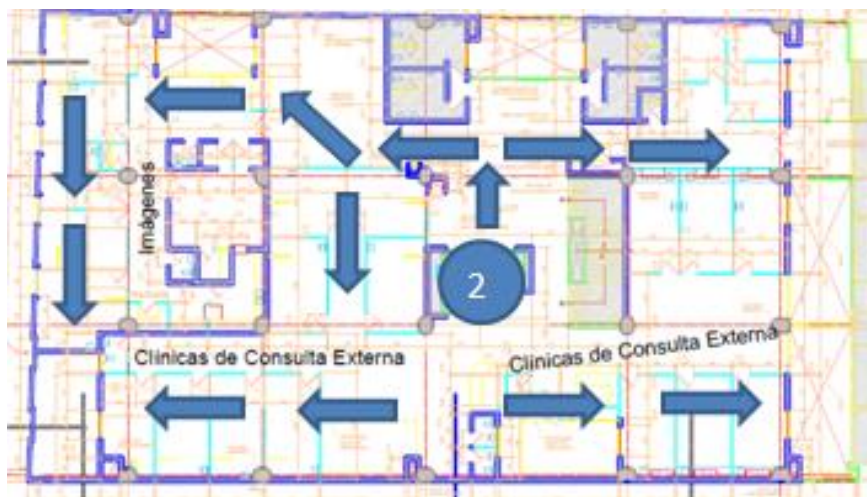
A continuación se presenta el diagrama completo del recorrido.

Figura 4. **Planta nivel 1**



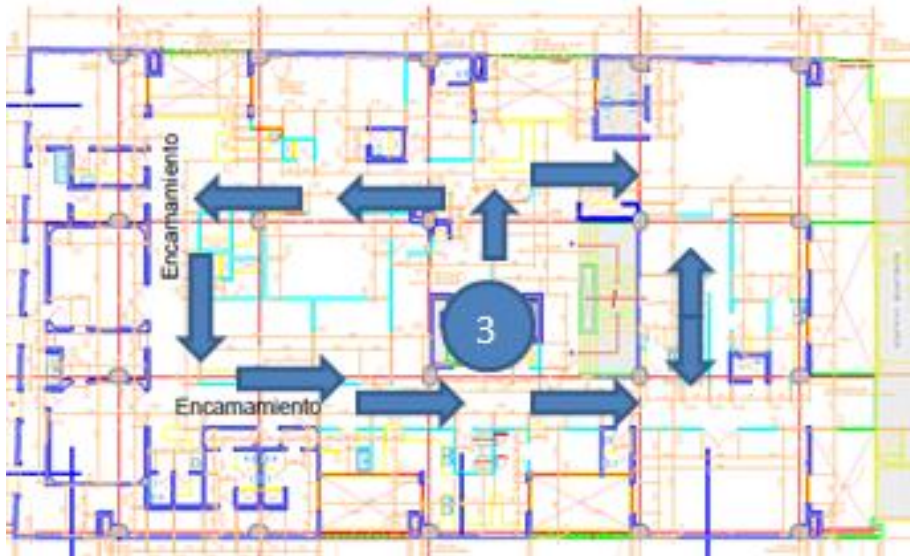
Fuente: APROFAM. www.aprofam.org.gt. Consulta: 29 de agosto de 2015.

Figura 5. **Planta nivel 2**



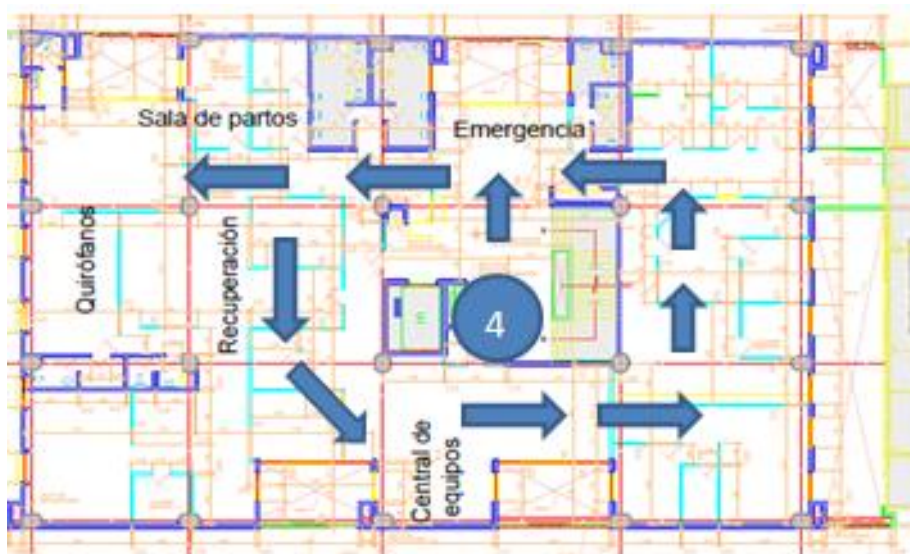
Fuente: APROFAM. www.aprofam.org.gt. Consulta: 29 de agosto de 2015.

Figura 6. **Planta nivel 3**



Fuente: APROFAM. www.aprofam.org.gt. Consulta: 29 de agosto de 2015.

Figura 7. **Planta nivel 4**



Fuente: APROFAM. www.aprofam.org.gt. Consulta: 29 de agosto de 2015.

3.4. Descripción de puestos del departamento de mantenimiento

A continuación, se describen los puestos del Departamento de Mantenimiento.

Tabla III. **Funciones del jefe de mantenimiento**

<ul style="list-style-type: none">• Jefe de mantenimiento, es el jefe directo del personal del Departamento de Mantenimiento.<ul style="list-style-type: none">○ Coordina las rutinas de mantenimiento de los diferentes equipos médicos de la institución○ Distribuye las órdenes de trabajo entre los técnicos y auxiliares de mantenimiento.○ Realiza la solicitud de materiales y repuestos al gerente general○ Apoya a los auxiliares de mantenimiento a realizar los trabajos○ Supervisa los trabajos realizados por los técnicos y auxiliares de mantenimiento○ Tiene autorización para llamar la atención y dar permisos de trabajo a todo el personal del Departamento de Mantenimiento.○ Reporta mensualmente al gerente general del funcionamiento de las instalaciones, equipo médico.
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Funciones del conserje**

<ul style="list-style-type: none">• Conserje<ul style="list-style-type: none">○ Es el encargado de realizar la limpieza de las instalaciones externas e internas de la institución.○ Si observa una anomalía en las instalaciones reporta a jefe de mantenimiento para su conocimiento○ Responsable del cuidado del equipo de limpieza
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Funciones del personal de seguridad

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Personal de seguridad<ul style="list-style-type: none">○ Son los encargados de velar por la seguridad dentro de las instalaciones de la institución.○ Si observa una anomalía procede a intervenir para tener el orden dentro de la institución○ Responsable del cuidado de los equipos, suministros que no sean robados.○ Vigilancia constante del ingreso egreso de pacientes, visitantes a la institución. |
|--|

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Funciones del técnico de mantenimiento

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Técnicos de mantenimiento<ul style="list-style-type: none">○ Son los encargados monitorear el equipo médico e instalaciones de la institución○ Responsables del cuidado de herramientas, equipo, uniformes del departamento○ Responsable del cuidado de los equipos○ Reportan diariamente al jefe de mantenimiento de las acciones realizadas durante el día de trabajo. |
|---|

Fuente: elaboración propia.

3.5. Análisis de la seguridad industrial en el hospital

Se realizaron varias visitas a la institución hospitalaria para determinar el estado de las condiciones físicas ante el tema de seguridad industrial.

En el área de ingreso de hospital no se cuenta con la señalización para identificar las salidas de emergencia, rutas de evacuación, puntos de reunión en caso de una evacuación.

Figura 8. **Ingreso al hospital**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Área de servicios médicos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Área de urología



Fuente: elaboración propia.

3.6. Análisis FODA

La herramienta de identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, FODA, permite establecer y analizar la situación actual competitiva de una organización. Esta herramienta es un marco conceptual para un análisis sistemático que facilita el ajuste entre amenazas y oportunidades externas con las debilidades y fortalezas internas de la organización; lo anterior referido en una matriz.³

³ RODRÍGUEZ VALENCIA, Joaquín. *Administración moderna de personal*. p. 12.

- Fortalezas: enmarcan los elementos positivos que el mantenimiento posee y que constituyen recursos muy importantes para alcanzar los objetivos de la planificación para un buen desempeño del mismo.
 - Adecuada organización de personal y recursos
 - Suficiente personal en el departamento de mantenimiento
 - Que el servicio de mantenimiento se realice las 24 horas del día
 - Conocimiento de los equipos
 - Área especial de mantenimiento

- Oportunidades: detección de las deficiencias de la competencia que constituyen opciones de aprovechamiento positivo.
 - Horarios por turno
 - Especialización en determinada área para los técnicos
 - Evaluación periódica del personal
 - Bajo costo de mantenimiento

- Debilidades: son todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que el mantenimiento ya tiene y que constituyen barreras para lograr la eficiente marcha del programa.
 - Capacitación irregular para el personal de mantenimiento.
 - Deficiencia en supervisión de los trabajos realizados en los equipos.
 - Falta de registros y documentación en prácticas de mantenimiento.
 - Los usuarios de los equipos en el hospital a veces no siguen de manera adecuada el procedimiento para operarlo.

- No se cuenta con un manual de equipo oficial para operar el equipo.
- Amenazas: contiene todos los aspectos del entorno que conforman un riesgo para el departamento de mantenimiento del hospital.
 - Los equipos tienen más demanda de uso del cual pueden prestar, por lo que el mantenimiento preventivo actual no es el adecuado.
 - Algunos equipos no tienen los manuales para operación y mantenimiento.

Figura 11. FODA

		OPORTUNIDADES			AMENAZAS		
		Horarios por turno	Especialización por área	Evaluación del personal	Aumento de la demanda por parte de los pacientes	Falta de inspección	Falta de manuales de los equipos
		O1	O2	O3	A1	A2	A3
FORTALEZAS							
Organización del personal	F1	<i>Mejorar el sistema de incentivos para la fuerza laboral (O1, F1, F2, F3)</i>			<i>Utilizar la imagen de calidad que posee la empresa ante los competidores (A2, F3)</i>		
Personal calificado	F2	<i>Manejar una buena estrategia de precio diferencial (O2, F1)</i>			<i>Personalizar el servicio y atención para los pacientes cliente (A3, F2)</i>		
Conocimiento de los equipos	F3	<i>Programas de capacitación y manejo de conflictos (O3, F3)</i>					
DEBILIDADES							
Falta de registros	D1	<i>Supervisar y evaluar el desempeño mediante sistemas de control definido. (O1, D3)</i>			<i>Crear negociaciones con los proveedores de servicios (A1, D3)</i>		
Alta resistencia del personal al realizar un nuevo proceso	D2	<i>Crear un sistema de motivación del personal (O1, D2)</i>			<i>Crear programas de mantenimiento (A3, D3)</i>		
Clima organizacional	D3	<i>Promover una cultura de servicio (O3, D2)</i>					

Fuente: elaboración propia.

3.7. Estrategias de FODA de la institución

El análisis FODA de la institución se realizó a través del resultado del trabajo de reuniones con la gerencia general y gerente de área

Tabla VII. **Análisis FODA de la institución**

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Personal comprometido con la institución y los usuarios/as • Tecnología, equipamiento y sistemas de información modernos • Personal calificado y de excelencia • Políticas de recursos humanos implementadas • Amplia cobertura 	<ul style="list-style-type: none"> • Número insuficiente, de profesionales médicos, en algunas especialidades • Falta de mecanismos de motivación, incentivos, y reconocimiento • Falta de un desarrollo adecuado de la salud ocupacional • Existencia de duplicidad de funciones con algunos puntos de la red asistencial
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de hospital auto gestionado en red • Se están produciendo acercamientos a nuevas redes • Evaluación periódica del personal • Bajo costo de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia con el sector privado por recursos humanos calificados • Cambio demográfico en transición acelerada al envejecimiento de la población • Los equipos tienen más demanda de uso del cual pueden prestar, por lo que el mantenimiento preventivo actual no es el adecuado. • Algunos equipos no tienen los manuales para operación y mantenimiento. •

Fuente: elaboración propia.

3.7.1. Estrategia competitiva

Se presentan perspectivas de análisis, objetivos estratégicos y objetivos específicos

Tabla VIII. **Perspectivas de análisis, objetivos estratégicos y objetivos específicos**

<p>Perspectiva usuario</p>	<p>Objetivo estratégico: mejorar los índices de satisfacción usuaria en el usuario externo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Conocer las expectativas del usuario externo en relación a las prestaciones recibidas de parte del hospital Las Higueras. ○ Responder a las demandas del usuario externo de acuerdo a los recursos existentes de la Institución. ○ Mejorar los índices de satisfacción en la atención
<p>En esta perspectiva, la institución identifica los segmentos de ciudadanos en los cuales ha decidido desplegar su acción</p>	<p>Objetivo estratégico mejorar la calidad de la atención al usuario externo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> ○ Asegurar un resultado favorable en la acreditación hospitalaria a fin de lograr un reconocimiento de nuestras acciones asistenciales seguras para el paciente. ○ Asegurar y mantener la condición de hospital auto gestionado en red ○ Monitoreo de gestión asistencial y/o administrativo financiero

Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Estrategia de cooperación

Las estrategias de cooperación se describen en la siguiente tabla.

Tabla IX. **Perspectivas de análisis, estrategias de cooperación**

<p>Analiza la adecuación de los procesos internos de la organización de cara a la obtención de la satisfacción del usuario externo e interno, consiguiendo altos niveles de rendimiento financiero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos <ul style="list-style-type: none"> ○ Optimizar el uso del recurso camas de hospitalización en el hospital ○ Optimizar utilización pabellón quirúrgico ○ Optimizar la calidad de los procesos de atención a pacientes hospitalizados
<p>Mejorar los procesos de apoyo clínico y administrativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos <ul style="list-style-type: none"> ○ Optimizar la gestión de las unidades de apoyo clínico ○ Fortalecer la calidad de los procesos internos de la institución. ○ Optimizar la gestión de las unidades de apoyo administrativo.

Fuente: elaboración propia.

4. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

4.1. Bases de información sobre los equipos

El Departamento de Mantenimiento debe tener los manuales de los diferentes equipos con los que cuenta cada una de las áreas del hospital, para consulta general y referencia a fin de realizar mantenimientos preventivos según las especificaciones del fabricante.

4.2. Plan general del mantenimiento

El plan de mantenimiento se enfoca en un mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo de los equipos médico quirúrgico.

- Objetivo general: garantizar el funcionamiento permanente y seguro del equipamiento existente en el hospital para una atención permanente, diagnóstico y seguimiento de pacientes, con criterios enfocados en la mejora continua de la calidad.

- Objetivos específicos
 - Disponer de un inventario exacto y actualizado de todos los equipos médicos que posee el hospital.
 - Diseñar un sistema de mantenimiento preventivo programado con la finalidad de prolongar la vida útil de los equipos médicos.

- Identificar las condiciones de los equipos médicos mediante la colocación de etiquetas que alerten al personal de salud que los manipula.
 - Diseñar un plan de capacitación continua del personal técnico del departamento de mantenimiento.
- Frecuencia del mantenimiento preventivo

Un equipo médico debe estar sujeto a un programa de inspecciones, mantenimiento o verificación de su funcionamiento, solo si existen varias razones que lo sustenten como:

- Prevenir fallas en el equipo o en las instalaciones eléctricas del establecimiento de salud.
- Mantener el buen estado del equipo, para que este pueda ser operado con normalidad durante su tiempo de vida útil.
- Minimizar el tiempo del equipo fuera de funcionamiento.
- Corregir problemas de operación menores, antes que ellos resulten en fallas mayores del sistema o resultados imprecisos.
- Evitar reparaciones excesivamente costosas al proveer mantenimiento a intervalos periódicos.
- Producir un ahorro, de modo que el gasto en mantenimiento de un equipo durante su vida útil sea muy inferior a la adquisición de uno nuevo.
- Reducir la cantidad de repuestos de reserva.
- Cumplir con códigos, estándares y regulaciones o las recomendaciones rigurosas de los fabricantes.
- Reducir los riesgos.

- Frecuencia de aplicación de rutinas de mantenimiento: los intervalos de inspección a equipos médicos son los siguientes.
 - Equipos en áreas sin pacientes: cada seis meses.
 - Equipos en áreas con pacientes: cada tres meses y cuando se reciban nuevos equipos antes de la aprobación para su compra.

- Documentación
 - Cada equipo médico debe contar con una hoja de vida y de especificaciones técnicas, donde se encuentre el documento inicial de aceptación del equipo (puesta en funcionamiento), su información básica y de las intervenciones hechas o mantenimiento realizado al mismo sea este preventivo o correctivo, y de los repuestos utilizados.
 - La documentación se debe llevar tanto en hojas físicas como en archivo digital.
 - Especificaciones técnicas (ficha). Se detallará lo siguiente:
 - Nombre del equipo.
 - Modelo.
 - Fabricante.
 - Número de serie.
 - Área de ubicación dentro del hospital
 - Código del equipo.
 - Tipo de manuales del equipo, los cuales pueden ser de operación, de diagramas y de listas de partes.
 - Requerimientos técnicos del equipo: voltaje de alimentación, corriente, potencia, características físicas.

- Especificaciones y requerimientos técnicos de componentes o accesorios de distinto fabricante.
 - Duración de la garantía.
 - Frecuencia con la cual se debe realizar el mantenimiento al equipo y a sus componentes o accesorios.
- Hoja de vida. se detallará lo siguiente:
- Nombre del equipo.
 - Código.
 - Fecha de la puesta en funcionamiento.
 - Fechas de las intervenciones realizadas al equipo.
 - Tipo de trabajo realizado.
 - Repuestos utilizados.
 - Nombre de la persona que realizó el trabajo.
 - La aprobación firmada por la persona que requirió el trabajo.
- **Procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo**

Usualmente, los equipos que abarca el programa son: equipos de apoyo vital, equipos del laboratorio, equipos de cirugía y cuidados intensivos, equipos de imaginología, dispositivos que pueden provocar lesiones o muerte si fallan, dispositivos a los que se debe realizar mantenimiento según la regulación, equipos incluidos en un programa de mantenimiento de un proveedor externo, equipos cedidos por un contrato de *leasing* que incluye el mantenimiento y equipos que están en garantía.

- Procedimiento

- Un mes antes de la fecha establecida para la inspección y el mantenimiento preventivo, se deben identificar los equipos en los que se realizará el trabajo.
- En este periodo se encargan y ponen a disposición los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo.
- Se asignarán las tareas de inspección y mantenimiento preventivo.
- Se generarán y distribuirán las órdenes de servicio a los técnicos asignados.
- Los procedimientos se llevarán a cabo según las recomendaciones del fabricante, las recomendaciones de la industria y la experiencia acumulada en el establecimiento.
- Los técnicos encargados del trabajo registrarán en la orden de servicio las tareas de inspección y mantenimiento realizadas y cualquier observación importante.
- Una vez completado satisfactoriamente el procedimiento de IMP, se pegará una etiqueta de IMP u otro medio de identificación que informe sobre la situación respecto del mantenimiento.
- Después de completar el procedimiento y la documentación, se actualizará la orden de servicio en los registros, en el sistema computarizado o en ambos.

- Si no es posible realizar el trabajo programado (por ejemplo porque faltan repuestos, el equipo está en uso o no es posible localizarlo), la razón se registra en una orden de servicio. El trabajo se completará en una fecha posterior.
- En el caso de los equipos de apoyo vital en uso en los que se han programado tareas de mantenimiento, estas tareas se pospondrán hasta después de que se retiren los equipos del paciente.
- Procedimiento si no se detectan problemas durante el mantenimiento preventivo de un dispositivo médico.
 - El técnico pegará en el dispositivo una etiqueta de mantenimiento actualizada, u otro medio de registro de inspección.
 - El técnico pondrá el dispositivo nuevamente en servicio.
- Si se detectan problemas durante el mantenimiento preventivo de un dispositivo médico.
 - Si se considera que el problema es menor, que el procedimiento de mantenimiento preventivo se puede completar pero el dispositivo no puede volver al servicio (por ejemplo, porque un cable de alimentación está dañado), el técnico debe seguir los siguientes pasos:
 - Realizar el mantenimiento preventivo.
 - Pegar una etiqueta actualizada en el dispositivo.

Nota: si el trabajo solicitado se realiza un mes después de programado, el técnico pondrá en la etiqueta la fecha real, es decir la del mes en que se completó el trabajo. La fecha para el siguiente procedimiento programado deberá establecerse tomando en cuenta el mes en que estaba programado el procedimiento anterior y el intervalo apropiado para el dispositivo.

- Iniciar una orden de servicio de mantenimiento correctivo, pegar en el dispositivo una etiqueta que indique que está fuera de servicio e informar al departamento usuario que el dispositivo demorará en regresar al servicio.

- Si se considera que el problema es menor, que el mantenimiento preventivo se puede realizar y el dispositivo puede volver al servicio (por ejemplo, se ha roto la placa de soporte de un tubo del equipo de anestesia o se ha caído una etiqueta decorativa), el técnico debe seguir los siguientes pasos:
 - Realizar los procedimientos de mantenimiento correctivo.
 - Pegar en el dispositivo una etiqueta de mantenimiento actualizada.

Nota: si el trabajo de MP solicitado se realiza un mes después de programado, el técnico pondrá en la etiqueta la fecha real, es decir, la del mes en que se completó el trabajo. La fecha para el siguiente procedimiento programado deberá establecerse tomando en cuenta el mes en que estaba programado el procedimiento anterior y

el intervalo apropiado para el dispositivo. Regresar la unidad al servicio.

- Si se considera que el problema no es menor y que no es posible completar el procedimiento de mantenimiento correctivo (por ejemplo, está dañado el módulo de control de flujo en un ventilador mecánico), el técnico debe seguir los siguientes pasos:
 - Iniciar una orden de servicio de mantenimiento correctivo que incluya la referencia del número de orden de servicio de mantenimiento preventivo, pegar en el dispositivo una etiqueta que indique que está fuera de servicio e informar al departamento usuario que el dispositivo demorará en regresar al servicio.
 - Reanudar el procedimiento de mantenimiento preventivo, luego de realizar el trabajo correctivo, documentar la finalización del procedimiento de mantenimiento correctivo y luego completar el pedido de trabajo correctivo.
 - Pegar en el dispositivo una etiqueta actualizada de mantenimiento.
 - Poner nuevamente en servicio el dispositivo.
- Procedimiento de mantenimiento correctivo

El departamento de mantenimiento adopta un sistema uniforme de órdenes de servicio para todos los departamentos que solicitan mantenimiento de equipos médicos.

- Propósito: proporcionar orientación para la recepción y el procesamiento de las solicitudes de cuando se recibe un pedido, se inicia una orden de servicio. Esto incluye establecer el orden de prioridad del trabajo y delegar la orden de servicio en un técnico.
 - Urgentes por emergencia. Se clasifica de esta manera a las situaciones de necesidad apremiante y peligro grave en términos de seguridad de los pacientes, los visitantes o el personal. La falta de acción inmediata podría tener consecuencias graves para el hospital o podría matar o incapacitar a un paciente.
 - Los pedidos de emergencia se realizan por teléfono o verbalmente y los gestiona el jefe de mantenimiento.
 - En estas circunstancias, la documentación se completará lo antes posible, cuando se presente la oportunidad.
 - Si se solicita a un proveedor externo la resolución del problema, el jefe de mantenimiento deberá probar y evaluar el equipo a su regreso al hospital y antes de que vuelva a estar en servicio.
 - Urgentes: esta categoría se usa para desperfectos que requieren atención inmediata porque afectan el funcionamiento del hospital/establecimiento.
 - La orden de servicio se puede llevar en mano al departamento de mantenimiento. La respuesta a la solicitud será lo más rápida posible; solamente un pedido por emergencia se podría responder antes que esta orden de servicio.

- Regulares
 - Situación en la que la acción es necesaria, pero la avería no afecta la función primordial del hospital/establecimiento.
 - Las órdenes de servicio regulares se pueden enviar a través del sistema de comunicación interdepartamental.
 - Se notificará al departamento solicitante la recepción de la orden y la programación del trabajo.

Figura 12. **Formulario de recepción de equipos nuevos**

Fecha: _____
 Nombre del técnico: _____
 Equipo: _____ Categoría: _____
 Servicio destino: _____

Información sobre la adquisición	
Fecha de recepción	/ /
Fecha de instalación	/ /
Fecha de la garantía	/ /
Precio de compra	
Costo del reemplazo	

Vida útil _____ años

Cronograma de MP: Mensual Trimestral Semestral Anual Otros _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Formulario de recopilación de datos para el inventario**

Núm. de inventario: _____
Tipo de equipo: _____
Fabricante: _____
Modelo: _____ Núm. de serie: _____
País de origen: _____ Año de fabricación: _____

Alimentación eléctrica: 220V 110V
Estado / situación actual:

- Operativo y en servicio
- Operativo y fuera de servicio
Motivo por el que está fuera de servicio: _____
- Necesita mantenimiento
- No reparable

¿Requiere un procedimiento de eliminación especial? Sí No
¿Hay refacciones disponibles? Sí No
En caso afirmativo, ¿cuáles son, cuántos hay, y dónde se encuentran?

Manuales existentes:

- Manual del usuario núm. de ejemplares _____ Ubicación _____
- Manual de mantenimiento núm. de ejemplares _____ Ubicación _____
- Otros (especificar) núm. de ejemplares _____ Ubicación _____

Usuarios del equipo: Médicos Residentes Personal de enfermería
Técnicos de laboratorio Estudiantes Otros (especificar) _____
Servicio: _____
Ubicación actual del equipo: _____
¿Va a trasladarse? No Sí En caso afirmativo, ¿A dónde? _____
Otras observaciones (utilice la parte posterior de la hoja si necesita más espacio): _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Hoja de vida del equipo

Nombre del equipo	Tipo de equipo	Modelo
Área	Referencia	Serie
Fecha de mantenimiento	Descripción de actividad realizadas	Código de equipo

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Etiqueta para equipos

Nombre del hospital		Departamento de mantenimiento	Área	Referencias
Fecha	Día	Mes	Año	Técnico responsable
Mantenimiento				
Próxima revisión				
Mantenimiento				
Próxima revisión				
Mantenimiento				
Próxima revisión				

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Mantenimiento planificado

El mantenimiento hospitalario, no se debe considerar como un esfuerzo que solo corresponde al departamento de mantenimiento. Es necesario que los usuarios se involucren al esfuerzo desempeñado por el departamento, haciendo un buen uso de los servicios que presta gases médicos.

Para lograr con el cumplimiento de los objetivos del programa, se requiere que tanto los usuarios como operadores y sus respectivos jefes, creen los lazos necesarios, que permitan el nacimiento de la colaboración. Por medio de la colaboración mutua e interdisciplinaria, se evita eliminar los esfuerzos que cada uno de los involucrados realiza para desempeñar su trabajo, si no se logra, el servicio se verá mermado, restándole la confiabilidad necesaria para prestarlo al paciente.

4.2.1.1. Mantenimiento correctivo

A continuación, se presenta el mantenimiento a realizar según en equipo médico.

Tabla X. Área de gases

El servicio que presta el área de gases médicos, podrá estar bien controlado, aplicando su rutina de mantenimiento, pero si en las áreas donde se encuentran la toma, los usuarios hacen mal uso de los servicios que presta gases médicos; anulan todo lo anterior.

Si esto no cambia, crece cada día la lista de deficiencias que poco a poco van haciendo mella en los equipos, hasta llegar al punto en que no rindan su vida útil como se esperaba, creando gastos innecesarios.

Es necesario hacer conciencia a los usuarios que el mal uso que se hace de los servicios que presta gases médicos no es beneficioso para nadie. Hay que cambiar la actitud, que disfraza el mal uso con el traje de la practicidad; no solo de las prácticas hospitalarias, sino de todos los aspectos de la vida.

Técnicos del hospital, señalan que los usuarios no saben montar o desmontar las tomas, los accesorios de conexión de los aparatos, disminuyendo de esta manera la vida útil de las tomas y creando focos de potenciales de fugas.

Otra mala práctica, es utilizar el aire médico de la toma, para hacer uso de él como aire comprimido industrial, para limpiar y secar mangueras y accesorios.

Esta acción causa arranques frecuentes en los compresores, debido a la caída de presión tan drástica que provocan, que no solo dañan al compresor, sino que provocan condensaciones en la tubería, que solo perjudican en lugar de ayudar.

Fuente: elaboración propia.

- El mantenimiento correcto para el monitor de signos vitales se dará cuando no funcione correctamente.

4.2.1.2. Mantenimiento preventivo

A continuación, se presenta el mantenimiento preventivo por realizar según el equipo médico.

Tabla XI. **Área de gases mantenimiento preventivo**

No se discute la importancia del mantenimiento preventivo, como factor necesario en el mantenimiento de las condiciones de servicio óptimo de los equipos de gases médicos. Por ello, de vital importancia, promover las rutinas y más aun, que los encargados de llevarlas a cabo, sean conscientes de su importancia.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Rutina semanal de mantenimiento preventivo monitor signos vitales**

<p>Rutinas semanales obligatorias a realizar totalmente para un monitor de signos vitales para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor: apagar y desconectar el cable de CA antes de realizar la limpieza de equipo y sensor, usar un paño suave con alcohol diluido en agua. • Sensor de oximetría: utilizar glutaraldehído al 2 %, para evitar que el sensor adquiera impurezas. • Brazaletes: utilizar alcohol al 70 % y autoclave de vapor o gas (óxido de etileno), para evitar que el brazaletes se deteriore y se pegue en la piel. • Sensor de temperatura: debe utilizarse detergente suave, agua templada, no autoclaves de vapor y gas, para evitar que el sensor adquiera impurezas.
--	--

Continuación de la tabla XII.

<p>Rutinas mensuales obligatorias a realizar totalmente para un monitor de signos vitales para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión e inspección visual de estructura física. • Revisión e inspección visual de componentes internos y externos, conectores y tarjetas. • Verificar cable de ECG en buen estado físico. • Trazo y lecturas de ECG. • Realizar cambios de amplitud de señal y velocidad del trazo de ECG. • Verificar despliegue de respiraciones en pantalla. • Verificar brazaletes y línea de NIBP en buen estado.
<p>Rutinas mensuales obligatorias a realizar totalmente para un monitor de signos vitales para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programar tiempo ciclado de NIBP y verificarlo. • Verificar sensor de temperatura en buen estado. • Verificar lecturas de temperatura con el sensor. • Verificar sensor de SPO2 en buen estado y funcionando. • Verificar cambios de amplitud de trazo SPO2. • Verificar cable de IBP (presión arterial) en buen estado. • Verificar activación de canales de IBP (presión arterial). • Comprobar lecturas de agentes anestésicos con gases de calibración. • Verificar lectura de celda de O2 (oxígeno) con gas de calibración. • Verificar flujos de gases. • Verificar funcionamiento de panel de membranas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Rutinas de mantenimiento preventivo ventilador pulmonar**

<p>Rutinas semanales obligatorias a realizar totalmente para un ventilador pulmonar para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico y consisten en verificar el buen funcionamiento de:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de presión y dilución. • Tubería. • Control de tiempo espiratorio. • Control de inspiración y espiración de nebulización. • Control de presión negativa espiratoria. • Control de sensibilidad y flujo terminal. • Control de flujo máximo y presión. • Marcador de sistema de presión. • Humedecedor / calentador.
<p>Rutinas mensuales obligatorias a realizar totalmente para un ventilador pulmonar para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p>	<p>Limpieza total de las partes principales del ventilador: para una buena limpieza debe ser completamente desarmado y cada componente lavado con solución con detergente médico y luego enjuagado con agua destilada, después se debe esterilizar con líquidos químicos u óxido de etileno (según recomiende el fabricante).</p> <p>Asegurarse que el agente químico sea compatible con superficies plásticas y que la mezcla con óxido de etileno se utilice a temperaturas menores que 60 grados centígrados. Debe tomarse en cuenta que el uso de óxido de etileno causa daños en los componentes plásticos y acortará su vida útil.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Rutinas de mantenimiento para lámparas de sala de operaciones**

<p>Rutinas diarias obligatorias de realizar totalmente para las lámparas de sala de operaciones para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de pintura de lámpara, debe estar en buenas condiciones ya que de lo contrario puede la pintura despostillarse o dañarse y caer en el campo estéril contaminándolo; también puede caer sobre el paciente en el momento de la operación. • Limpieza general de las lámparas de sala de operaciones.
<p>Rutinas de mantenimiento semanal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar buen funcionamiento de los filtros de protección de acumulación de calor. • Verificar los focos de iluminación. • Verificar la instalación eléctrica dependiendo del equipo puede ser de 120 o 220-240 VAC. • Verificar limpieza de la lámpara de sala de operaciones. • Verificar movilidad de la lámpara de sala de operaciones. • Verificar funcionamiento de la lámpara de sala de operaciones.

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Mantenimiento predictivo

A continuación, se presenta el mantenimiento predictivo por realizar según el equipo médico.

Tabla XV. **Área de gases mantenimiento predictivo**

Ya que estas concentran la totalidad de los servicios que presta el área de gases médicos, se deben considerar medidas generales para el desempeño de las labores dentro de las centrales, aparte de las específicas para cilindros y equipos.

Se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:

- No fumar dentro de las centrales ni en sus alrededores.
- Mantener las áreas interiores y exteriores de las centrales, libres de obstáculos, suciedad y de líquidos derramados.
- No jugar dentro de las áreas de la central.
- Identificar las tuberías de distribución, de acuerdo con el servicio que presta.
- Identificar y proteger las acometidas eléctricas.
- Identificar los controles y mandos eléctricos de cada equipo.
- Tomar las precauciones necesarias cuando se realicen trabajos en las líneas eléctricas, cajas de control y mandos eléctricos.
- Señalizar las áreas y procurar su mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Rutina de mantenimiento predictivo monitor signos vitales

<p>Verificación de NIBP o niveles de presión arterial</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar y/o calibrar el punto bajo de presión arterial mínima o diastólica. • Verificar y/o calibrar el punto alto de presión arterial máxima o sistólica. • Realizar pruebas de seguridad eléctrica Realizar pruebas de exactitud de medición de parámetros. • Realizar pruebas de velocidad de despliegue de información.
<p>Verificación de CO2 o bióxido de carbono Rutina de verificación de CO2 o bióxido de carbono del monitor de signos vitales, con el objetivo de mejorar el servicio dado por el equipo médico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar valores de CO2 en porcentajes. • Fluir gas y observar valores (calibrar). • Asegurarse en usar valores exactos de gas calibrador. • Comprobar lecturas. • Regresar a modo usuario.

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Verificación de NIBP o niveles de presión arterial



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Rutina mantenimiento predictivo ventilador pulmonar

Problema	Solución
Medidor de flujo no calibrado.	Limpiar completamente el tubo y bola del medidor.
Incapaz leer presión cero en manómetros o pérdida de su exactitud.	Reemplace el manómetro.
Fuga en el circuito del paciente.	<ul style="list-style-type: none"> • Revise fugas • Reemplace filtro • Revisión profesional
La luz del piloto no enciende y el ventilador funciona bien. Incapacidad de alcanzar el pico en presión.	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar por el apropiado LED. • Corrija fugas en circuito, humedecedor, trampas de agua. • Aumente el flujo o aumente el tiempo de inspiración.
Momentánea alta presión.	<ul style="list-style-type: none"> • Usar válvula <i>pop-off</i> como principal limitador de presión. • Drenar toda agua del circuito de respiración.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Rutina de mantenimiento predictivo para lámparas de sala de operaciones**

<p>Rutinas obligatorias: realizar totalmente para las lámparas de sala de operaciones para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la buena sujeción de la lámpara de sala de operaciones a su base, así como también la buena sujeción de partes mecánicas y todos sus movimientos. • Verificar el excelente funcionamiento eléctrico total de la lámpara de sala de operaciones. • Verificar el excelente funcionamiento eléctrico total del quirófano o sala de operaciones. • Verificar que la calidad de iluminación de la lámpara de sala de operaciones sea excelente.
---	---

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Mantenimiento autónomo

A continuación, se presenta los elementos para el mantenimiento autónomo de los equipos.

4.2.2.1. Conocimiento de los equipos

Es muy importante que tanto los operadores como usuarios, se encuentren conscientes de la responsabilidad que se adquiere al manejar el cilindro.

Tabla XIX. **Seguridad con los cilindros de gases médicos**

<ul style="list-style-type: none"> • Nunca permitir que aceite o grasa entren en contacto con cilindros, válvulas, reguladores, manómetros o acoples para oxígeno. • Almacenar los cilindros en los lugares asignados. Los llenos, separados de los vacíos, y protegidos en contra de golpes o caídas. • Los cilindros con gases oxidantes, debe ser almacenados en lugares separados de los cilindros llenos de gases inflamables o de materiales combustibles, por lo menos a 6,09 metros (20pies), por una barrera física de al menos 1,52 metros (5 pies) de alto que presente una resistencia al fuego de al menos hora y media. • Nunca utilice los cilindros como rodos, soportes, para cualquier otro propósito diferente al acarreo de gases. • No maniobrar de manera indebida, las válvulas o los cilindros. • Nunca intente reparar o alterar los cilindros o sus válvulas. Los cilindros defectuosos o con fugas deberán ponerse aparte, con una etiqueta indicando el defecto que presentan. • Nunca intente mezclar gases en los cilindros o rellenarlos, estas prácticas constituyen un peligro. • Verifique que el cilindro tenga su identificación o se esté bien seguro de su contenido. • Nunca se deben utilizar gases medicinales contenidos en un cilindro, sin reducir antes la presión por medio de un regulador específico para este propósito. Párese a un lado del regulador al abrir la válvula de un cilindro.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Utilización y funcionamiento de monitores de signos vitales**

<p>En la utilización y funcionamiento de monitores de signos vitales hay fallas y errores que pueden suceder debido a un mal mantenimiento preventivo y por errores humanos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento del uso y manejo. • Instalaciones inadecuadas. • Preparación inadecuada del paciente (electrodos de ECG). • Daños físicos en cables y sensores. • Descalibración de parámetros. • Fallas de <i>software</i>. • Desgaste mecánico de las bombas. • Fallas electrónicas en tarjetas, <i>display</i>, membranas • Entrada de señales extrañas (campos electromagnéticos).
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Actividades antes de utilizar el ventilador pulmonar

<p>Actividades obligatorias por realizar de una forma total antes de instalar y hacer funcionar el ventilador pulmonar ya sea en el quirófano o en cualquier lugar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar instalación, ajuste y no obstrucción de válvula de alivio. • No utilice instrumentos o equipo que puede o pudo estar expuesto a contaminación de aceites o grasas para evitar una explosión. • Siempre se debe monitorear la concentración del oxígeno, con un analizador del oxígeno confiable, de preferencia con alarma que asegure el apropiado FIO2 que se suministrará al paciente. • No permita que la presión leída en el manómetro aumente más allá del rango permisible, ya que el manómetro puede dañarse permanentemente. • Verificar buen estado de funcionamiento del manómetro. • No exponer el bloque plástico de la válvula de espiración a las temperaturas mayores de 60 grados centígrados (140 grados Fahrenheit).
---	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Actividades antes de utilizar lámparas de sala de operaciones

<p>Actividades obligatorias por realizar de una forma total y correcta antes de instalar y hacer funcionar las lámparas de sala de operaciones para que no existan fallas técnicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la instalación eléctrica dependiendo del equipo puede ser de 120 o 220-240 VAC. • Verificar limpieza de la lámpara de sala de operaciones. • Verificar movilidad de la lámpara de sala de operaciones. • Verificar funcionamiento de la lámpara de sala de operaciones.
---	--

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Operaciones de inspección

Es muy importante que tanto los operadores como usuarios, tengan conocimiento de las inspecciones por realizar a los equipos médicos.

Tabla XXIII. **Inspección área de gases**

<ul style="list-style-type: none">• Verificar que los pines de los acoples tipo yugo, son los mismos que aparecen en la válvula del cilindro, no fuerce las conexiones que no encajan.• Revisar que los cilindros no estén expuestos a una temperatura mayor que las del ambiente, y evite la presencia de llamas abiertas en su proximidad.• Verificar que las válvulas de los cilindros estén cerrados cuando estos estén vacíos, el cumplimiento de esta regla debe ser observada estrictamente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Inspección de monitores de signos vitales**

<p>Rutinas obligatorias por realizar totalmente para un monitor de signos vitales para mejorar el funcionamiento y el servicio dado por el equipo médico.</p> <ul style="list-style-type: none">• Pruebas anuales de seguridad NIBP, IBP, CO2, SPO2, ECG• Cambiar celda de O2• Cambiar Kanister• Verificar flujo de gas
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Actividades por inspeccionar en el ventilador pulmonar**

Rutinas de inspección	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que no exista ningún residuo de agua líquida en el suministro de aire comprimido, puede producir un mal funcionamiento en el equipo.• Verificar el suministro de gas, el cual debe estar limpio, seco, libre de aceite y tener la calidad de grado médico.• Verificar que la válvula de espiración sea nueva, ya que es desechable y se deberá reemplazar con cada paciente atendido• Verificar circuito de paciente, debe ser cambiado al menos cada 24horas.
-----------------------	---

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3. Operaciones por operarios

Todos los operarios sin distinguir el departamento que pertenezcan deben seguir las indicaciones del fabricante de cada equipo en base a las recomendaciones de uso, cuidado y mantenimiento, para prolongar la vida de los equipos médicos.

4.2.3. Mantenimiento de calidad

El mantenimiento de calidad pretende con la supervisión constante de algunas actividades de mantenimiento preventivo es verificar que se lleven a cabo las acciones requeridas en la orden de trabajo emitida por el jefe de departamento y en las rutinas de mantenimiento preventivo programadas de acuerdo con lo establecido. Sobre la base de esto, el supervisor de mantenimiento debe poner mucho interés en la supervisión de tareas de mantenimiento preventivo.

4.2.3.1. Condiciones del equipo

Se debe verificar constantemente que los auxiliares de mantenimiento lleven a cabo las rutinas de limpieza interna y externa en el equipo. La superficie del equipo deberá estar libre de polvo y cualquier vestigio de suciedad en la medida de lo posible.

4.2.3.2. Reducción de variabilidad

Es muy importante que después de realizado un mantenimiento preventivo que involucre el paro programado de un equipo se hagan las pruebas de rigor para verificar que este haya quedado en perfecto estado. El supervisor de mantenimiento deberá dar la aprobación acerca del trabajo efectuado una vez haya superado las pruebas de funcionamiento.

4.2.3.3. Condiciones de los componentes

Deberá verificarse que el personal encargado de mantenimiento de equipo industrial revise constantemente los niveles de lubricante en el equipo, lubrique en forma oportuna el equipo, la utilización del lubricante adecuado y los excesos de lubricación en los equipos.

El recambio de piezas en los equipos debe ser avalado por jefe de mantenimiento. Si él concluye que el cambio de una pieza es necesario, deberá verificar que el trabajo se efectuó en forma adecuada y que la pieza quede debidamente instalada.

4.3. Elaboración de formatos

A continuación, se presentan los diferentes formatos, para llevar control de las órdenes de trabajo, inconformidades, visitas a las diferentes áreas.

4.3.1. Formato de órdenes de trabajo

Se presenta el formato para realizar una orden de trabajo para el Departamento de Mantenimiento.

Figura 17. Orden de trabajo

Orden de trabajo para equipo médico				
Número de orden		Fecha		
Solicitante		Técnico responsable		
Equipo		Marca del equipo		
Modelo				
No de inventario técnico				
Descripción del trabajo				
Mano de obra				
Fecha	Código técnico	Cantidad (horas)	Costo(horas)	Información técnica
				Falla detectada
				Desgaste
				Operación indebida
				Medio ambiente
				Batería
				Mala instalación
				Accesorios
				Uso
				Desconocido
				Sin falla
Materiales				
Código	Descripción	Cantidad	Precio (Q)	
Informe y observaciones del técnico				
Firma del técnico		Firma del jefe de mantenimiento		Sello

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Formato de órdenes de inconformidades

Ahora se presenta el formato de informe de inconformidades al realizar la supervisión de un equipo a través de una orden de trabajo.

Figura 18. Informe de inconformidades

Informe de inconformidades			
Número de orden		Fecha	
Solicitante		Técnico responsable	
Equipo		Marca del equipo	
Modelo			
No de inventario técnico			
Descripción del trabajo			
Mano de obra			
Medidas aplicadas	Marca con una equis (X)	Información técnica	
Prueba de funcionamiento		Falla detectada marque con una equis (X)	
Supervisión		Desgaste	
Corto circuito		Operación indebida	
Descarga eléctrica		Medio ambiente	
Falta de protección		Batería	
Montaje		Mala instalación	
Desmontaje		Accesorios	
Calibración		Uso	
Lubricación		Desconocido	
Mal uso		Sin falla	
Informe y observaciones del técnico			
Firma del técnico	Firma del jefe de mantenimiento	Sello	

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Formato de control de visitas

Para visualizarlo mejor, se presenta el formato para el control de visitas en el monitoreo de equipo médico.

Figura 19. Informe de control de visitas

Informe de control de visitas		
Fecha		Técnico responsable
Áreas	Marca con una equis (X)	Falla detectada marque con una equis
Consulta externa		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Pediatría		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Maternidad		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Laboratorio		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Sala de operaciones		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Recepción		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Especialidades		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Baños		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Otros		Equipo en mal estado Falta de limpieza
Informe y observaciones del técnico		
Firma del técnico	Firma del jefe de mantenimiento	Sello

Fuente: elaboración propia.

4.4. Capacitación y entrenamiento al personal del hospital

Las actividades de mantenimiento requieren de personas capacitadas en los diferentes equipos. Para la toma de inventarios es necesario proporcionar un adiestramiento a las personas que lo realicen, con el fin de unificar criterios técnicos del equipo, partes constitutivas o repuestos.

4.4.1. Comprender la función de los equipos

Para facilitar la labor del departamento de mantenimiento, es conveniente agrupar los equipos de acuerdo con las especialidades y funciones asociadas que desempeñan, determinando el grado y desarrollo de tecnología por especialidad y en forma particular. Estos factores son importantes ya que la tecnología se ha desarrollado según las especialidades médicas.

Las actividades específicas del mantenimiento preventivo deben desarrollarse por grupos, esto permite ser más eficiente, si son realizadas en base a los programas de mantenimiento preventivo.

4.4.2. Habilidades para identificar y detectar problemas

El personal del Departamento de Mantenimiento, debe recibir curso de capacitación en temas de mecánica, electricidad, entrenamiento sistemático en el lugar de trabajo y fuera de él, para desarrollar sus capacidades, fortalecer la habilidad de identificar y detectar problemas.

4.5. Seguridad industrial

Para la clasificación de las actividades de trabajo se deben identificar los peligros y hacer una evaluación de riesgos, para lo cual se deben tener los siguientes objetivos:

- Identificar los peligros asociados a las actividades desarrolladas en el hospital.
- Establecer los niveles de riesgo de los peligros encontrados para determinar si estos han sido reducidos a niveles tolerables, cumpliendo con las obligaciones legales nacionales y la política de prevención de riesgos laborales y del ambiente de la empresa.
- Establecer medidas de control, que permitan eliminar, disminuir o llevar el riesgo evaluado a niveles tolerables.

A continuación, se presentan los términos y definiciones para la identificación de peligros y evaluación de riesgos.

- **Actividad rutinaria:** actividad realizada bajo condiciones controladas de la operación de procesos.
- **Actividad no rutinaria:** actividad realizada de forma eventual o imprevista.
- **Enfermedad:** condición física o mental identificada que presenta una situación adversa provocada por el trabajo y/o situación relacionada con el trabajo.

- Evaluación de riesgo: proceso de evaluar el riesgo o riesgos que surgen de uno o varios peligros teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes y decidir si el riesgo o riesgos son o no aceptables.
- Incidente: evento relacionado al trabajo que causa o puede causar lesión, enfermedad o la muerte.
 - Accidente: un tipo de incidente que ha ocasionada una lesión, enfermedad o la muerte.
 - Casi o cuasi incidente: un incidente donde no se presenta lesión, enfermedad o la muerte.
- Identificación de peligros: proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro.

Se describe los puestos sus funciones y sus responsabilidades.

- Gerente general: asegurar la implementación de los procedimientos de forma correcta, garantizar los recursos económicos para la implementación de forma correcta.
- Jefes y coordinadores de área.
 - Elaborar y mantener actualizadas las matrices de identificación y evaluación de peligro y riesgos.
 - Elaborar instructivos de trabajo seguro cuando sea requerido según los criterios del procedimiento.

- Asegurar que periódicamente se verifica la implementación de los controles establecidos.

Para la clasificación de las actividades de trabajo se debe identificar los peligros y hacer una evaluación de riesgos, para lo cual se deben tener los siguientes objetivos:

- Identificar los peligros asociados a las actividades desarrolladas en la obra.
- Establecer los niveles de riesgo de los peligros encontrados para determinar si estos han sido reducidos a niveles tolerables, cumpliendo con las obligaciones legales nacionales y la política de prevención de riesgos laborales y del ambiente de la empresa.
- Establecer medidas de control, que permitan eliminar, disminuir o llevar el riesgo evaluado a niveles tolerables.





4.5.1. Equipo de trabajo

Todo el equipo de trabajo debe estar adiestrado en seguridad industrial, así como un plan de emergencias


4.5.2. Equipo de protección

Los edificios deben tener un mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas. Para lo cual antes de iniciar las operaciones de revisión, el técnico debe tomar las medidas de precaución para evitar accidentes.

Tabla XXVI. **Mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas**

<p>Medidas de prevención</p>	<p>Antes de iniciar cualquier trabajo se debe cortar el suministro de energía eléctrica Revisar que no existan cables expuestos. Revisar que no existan toma corrientes con objetos extraños.</p>
<p>Equipo de protección</p>	
<p>Casco: el principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros, golpes, además es dieléctrico.</p>	
<p>Guantes aislantes de la electricidad: son guates dieléctricos para baja y alta tensión. La función es proteger al trabajador del contacto con líneas energizadas</p>	
<p>Equipo de protección</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Gafas protectoras: se utilizan para evitar la entrada de objetos pequeños y/o grandes al ojo del trabajador que puedan lastimarlo. • Camisa manga larga 	
<p>Arnés de seguridad con línea de vida: cuando se hacen trabajos en la altura, se debe de contar con protección antiácidas, esto es una medida de seguridad para evitar accidentes fatales.</p>	

Continuación de la tabla XXVI.

<p>Bota dieléctrica: calzado para aislar la corriente eléctrica, es de su importancia utilizarlo para prevenir accidentes</p>	
<p>Equipo de protección</p>	
<p>Escalera dieléctrica tipo tijera: para realizar trabajos de reparación, instalación, supervisión.</p>	
<p>Mantenimiento preventivo a realizar</p>	
<p>Contactos eléctricos</p>	<p>Revisar que el voltaje de los contactos, utilizando un probador de contactos.</p>
<p>Lámparas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se deber revisar cada semana, la iluminación interior, que el sistema de encendido y apagado funciones de forma correcta, limpieza de los difusores, si está deteriorado se debe de remplazar • Las luminarias exteriores se deben de limpiar cada semana, deben de ser libres de humedad, insectos. • Verificar que la conexión del poste que no presente deterioro. • Revisar las lámparas de emergencia cada semana, para comprobar su funcionamiento.
<p>Apagadores</p>	<p>Revisar que no tenga un falso contacto</p>
<p>Tableros electrónicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de los cables que no presenten deterioro. • Revisar el voltaje y amperaje de entrada y salida sea el correcto con un multímetro.

Fuente: elaboración propia.

4.6. Proceso DMAMC para analizar problemas en los equipos

DMAMC es un instrumento gerencial diseñado para proporcionar acciones sistemáticas de trabajo a los prestadores del servicio de mantenimiento, sean estos internos o externos a la institución. El sistema está basado en un ciclo de mejora continua.

4.6.1. Definir

El primer paso es definir las acciones por realizar para tener un sistema de calidad.

- Actualizar anualmente el inventario del equipo médico.
- Realizar un plan de sustitución e incorporación de tecnología e instalaciones.
- Revisar y actualizar anualmente los procedimientos para el mantenimiento preventivo para cada equipo médico e instalaciones.
- Determinar anualmente la asignación de recursos económicos para el área de mantenimiento.

4.6.2. Medir

Para determinar si el sistema está funcionando de buena forma se deben definir indicadores para el control de las operaciones

4.6.3. Analizar

Para el proceso de análisis se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Analizar los resultados obtenidos.
- Realizar un informe anual y balance de actividades.
- Documentar las actividades de mantenimiento realizadas para futuras consultas y análisis.
- Realizar los ajuste necesarios.
- Aplicar nuevas mejoras.

4.6.4. Mejorar

Para realizar las mejoras se deben ejecutar las actividades trazadas en el plan anual de mantenimiento.

- Registrar en las hojas de vida de los equipos e instalaciones las respectivas actividades de mantenimiento realizadas, sean estas preventivas o correctivas, internas o externas.
- Ejecutar el recambio del equipamiento propuesto, acorde con lo programado.

4.6.5. Controlar

Para el control se debe verificar que las actividades se realicen en forma apropiada y en el tiempo previsto. Controlar la ejecución de los recursos financieros presupuestados para mantenimiento

5. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

5.1. Formulación de la planificación para el desarrollo del TPM

La formulación de la planificación para el desarrollo del TPM, buscará tener la participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo. La creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la eficacia global.

5.1.1. Políticas

El TPM se debe basar en definir las siguientes políticas

- La descentralización de las decisiones mediante la creación de equipos de trabajo.
- Capacitar constantemente a los trabajadores.
- La medición del producto que permita conocer el grado de cumplimiento de los objetivos, costos, tiempos de operación, tiempos de mantenimiento.
- La visión del mantenimiento como un proceso y no solo como una función, lo que permite la utilización de técnicas de reingeniería para adaptarse a las nuevas necesidades del sector médico.

5.1.2. Metas

Al introducir los servicios de mantenimiento hospitalario se busca romper con las inercias que provoca la cultura de cliente cautivo y el que se busquen instrumentos que permitan conocer las expectativas de los clientes, tanto internos como externos, y fórmulas para satisfacerlas, centrar el trabajo en procesos y establecer mecanismos de re análisis que permitan corregir errores y vehicular las necesidad del usuario.

5.2. Organizar el comité de dirección

El comité para la realización del plan de TPM se debe llevar a cabo por parte de la dirección que lo conforma la Gerencia general y jefes de área.

5.2.1. Entidades responsables

Las entidades responsables de llevar a cabo la ejecución, control y evaluación del TPTM son la Gerencia General y del Departamento de Mantenimiento.

5.2.1.1. Gerencia

Será responsable de ejecutar, con los recursos asignados, las acciones integradas de salud que este deba cumplir en el ámbito de su competencia, en conformidad con las políticas, normas, planes y programas a que ellas deban sujetarse y con la supervisión y control del Departamento de Mantenimiento para cuidado de los equipos médicos. Le corresponderá, además, programar, dirigir, coordinar, supervisar, controlar y evaluar todas las actividades del hospital, para que ellas se desarrollen de modo regular y eficiente.

5.2.1.2. Departamento de Mantenimiento

Asesora y colabora con la gerencia general en la gestión administrativa, mantenimiento de los equipos médicos, instalaciones del establecimiento para su uso correcto y resguardo. Transmite sus directrices a servicios en regulación de sus actividades basado en metas de eficiencia y de cumplimiento para el mantenimiento de toda la institución.

5.3. Planificación de las reuniones para el seguimiento del TPM

Las reuniones para el seguimiento del TPM se realizarán de forma mensual, a fin de conocer el hallazgo de eventos que demoren las actividades de la institución, así como la evaluación de los indicadores.

5.4. Inspección de condiciones ambientales

El Departamento de Mantenimiento deberá detectar agentes perturbadores al ambiente, su deterioro, condiciones de riesgo y fuentes de contaminación, ejecutando funciones de análisis, investigación, evaluación del mismo y promover su protección. Realizar actividades de concientización para garantizar un adecuado tratamiento de los agentes de perturbación y la conservación de los recursos naturales, físicos y materiales de la institución

Tareas por realizar:

- Detectar mediante inspección de las áreas físicas de la institución y su ambiente, los riesgos que puedan existir o presentarse.
- Inspeccionar y controlar el buen uso y mantenimiento de las instalaciones.

- Inspeccionar centros de trabajo, en los cuales se detectaron condiciones de contaminación y constatar si estos han sido corregidos.
- Elaborar un cronograma de las inspecciones por realizar en las dependencias de la Institución.
- Operar equipos de medición para identificar y evaluar las condiciones de riesgos en el ambiente.
- Resguardar los equipos que se utilizan para las inspecciones.
- Determinar los riesgos que sustancias químicas y/o materiales puedan ocasionar, detectando su intensidad.
- Investigar las causas que originaron fuegos y derrames.
- Participar en el diseño y adecuación de planes y programas en materia de protección ambiental.
- Analizar las condiciones de riesgo y determina los agentes perturbadores del ambiente.
- Realizar evaluación toxicológica de materiales y sustancias químicas y sus efectos en el ambiente de trabajo.
- Coordinar eventualmente trabajos de mantenimiento del ambiente.
- Inspeccionar el buen funcionamiento de alarmas y dispositivos de seguridad, presentes en la institución.
- Llevar registro e inventario de sustancias tóxicas o peligrosas usadas en la Institución.
- Dictar charlas y orienta para el logro de una actitud preventiva, en resguardo del medio.

5.5. Herramientas visuales para monitorear indicadores

Los indicadores son herramientas que permiten medir y controlar la efectividad en el uso de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos de un sistema de producción más limpia.

- Índice de gravedad

Representa el número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas. Se calcula mediante la expresión:

$$I.G = \frac{\text{Núm. de jornadas perdidas} \times 10^3}{\text{Núm. de horas trabajadas}}$$

Las jornadas perdidas son las correspondientes a incapacidades temporales, más las que se fijan según la Organización Internacional del Trabajo OIT, correspondientes a los diferentes tipos de incapacidades permanentes

Tabla XXVII. **Grados de incapacidad y jornadas de trabajo perdidas**

NATURALEZA DE LA LESIÓN	PORCENTAJE DE INCAPACIDAD	JORNADAS DE TRABAJO PERDIDAS
Muerte	100	6 000
Incapacidad permanente absoluta (I.P.A.)	100	6 000
Incapacidad permanente total (I.P.T.)	75	4 500
Pérdida del brazo por encima del codo	75	4 500
Pérdida del brazo por el codo o debajo	60	3 600
Pérdida de la mano	50	3 000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	10	600
Pérdida o invalidez de un dedo cualquiera	5	300
Pérdida o invalidez de dos dedos	12,5	750

Continuación de la tabla XXVII.

Pérdida o invalidez de tres dedos	20	1 200
Pérdida o invalidez de cuatro dedos	30	1 800
Pérdida o invalidez del pulgar y de un dedo	20	1 200
Pérdida o invalidez del pulgar y de un dedo	25	1 500
Pérdida o invalidez del pulgar y de dos dedos	25	1 500
Pérdida o invalidez del pulgar y de tres dedos	33,5	2 000
Pérdida o invalidez del pulgar y de cuatro dedos	40	2 400
Pérdida de la pierna por encima de la rodilla	75	4 500
Pérdida de pierna por la rodilla o debajo	50	3 000
Pérdida del pie	40	2 400
Pérdida o invalidez permanente del dedo gordo o de dos o más dedos del pie	5	300
Pérdida de la vista (un ojo)	30	1 800
Ceguera total	100	6 000
Pérdida del oído (uno sólo)	10	600
Sordera total	50	3 000

Fuente: *Seguridad industrial*. www.seguridadindustrialapuntes.blogspot.com Gravedad según la OIT. Consulta: 4 de noviembre de 2013.

- Índice de accidentalidad

Es el porcentaje de accidentes ocurridos en relación con el número de trabajadores de la empresa. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{I.A.} = \frac{(\text{Núm. de accidentes} \times 100)}{(\text{Núm. de trabajadores})}$$

Ejemplo: una empresa que cuenta con 300 trabajadores reporta 10 accidentes durante un período de producción. ¿Cuál es su I.A.?

$$\text{Índice de accidentalidad} = (10 \times 100)/300 = 3,33 \%$$

El índice de accidentalidad se puede evaluar según las acciones preventivas e inversión que se deban realizar para reducirlo a cero:

- $0 \leq \text{I.A.} \leq 5 \%$, acciones preventivas a largo plazo e inversión pequeña.
- $5 < \text{I.A.} \leq 10 \%$, acciones correctivas a corto plazo, preventivas a mediano plazo y una inversión significativa.
- $\text{I.A.} \geq 11 \%$ en adelante, acciones correctivas y preventivas a corto plazo, inversión elevada.
- Porcentaje de inactividad causada por accidentes

Se determina el tiempo total de inactividad de cada máquina y qué parte de este tiempo ha sido causado por averías ocurridas.

$$\text{Porcentaje I.A.} = \frac{(\text{tiempo de inactividad causado por averías})}{(\text{tiempo total de inactividad})}$$

El valor aceptable de este índice está entre 0 a 25 %; valores superiores al 25 % están relacionados a la deficiencia en la planificación de mantenimiento preventivo y costos elevados. Cuanto más cerca esté de cero, se reducirá la carga de trabajo del equipo y operarios.

- Índice de frecuencia

Expresa el número de accidentes de trabajo que se producen por cada millón de horas trabajadas.

La fórmula de cálculo es, pues:

$$\text{Índice de frecuencia I.F.} = \frac{\text{Núm. de accidentes} \times 10^6}{\text{Núm. de horas trabajadas}}$$

En empresas de gran tamaño, se recomienda calcular este índice para las distintas secciones de la empresa, así como ampliar el seguimiento a todos los accidentes, tanto los que han producido baja como los que no, evaluando el índice de frecuencia global.

- Tiempo promedio de reparación del equipo

Es el valor promedio obtenido de dividir el tiempo total utilizado para reparaciones sobre el número total de reparaciones realizadas.

Una desventaja de este índice es que no permite conocer a detalle las fallas que ocasionaron impactos significativos en la producción, lo cual se soluciona con el principio de Pareto al clasificar las fallas. A medida que este valor se reduzca, las actividades de mantenimiento serán más eficientes en función de tiempo y recursos utilizados.

$$\text{Tiempo promedio de reparación} = \frac{(\text{tiempo total de reparaciones})}{(\text{Núm. de reparaciones realizadas})}$$

De acuerdo con el personal de mantenimiento y producción, el tiempo promedio de una reparación debe estar entre 25 y 30 minutos, lo que en una jornada de trabajo de nueve horas significa un 5,56 %.

5.6. Capacitación técnica al personal del área de mantenimiento para su adaptación al nuevo sistema TPM

Las capacitaciones son métodos que proporcionan al personal de las empresas, los conocimientos básicos de técnicas adecuadas, herramientas y los medios por utilizar, para que logren un desempeño eficiente en sus labores y amplíen los conocimientos que poseen.

Las capacitaciones que se le brindarían a la fuerza laboral dentro de la empresa, serían parte de los métodos que se utilizan para el crecimiento y la motivación del personal.

- Acciones que se van a tomar:
 - En dos pasos sencillos se mantendrá al personal capacitado para afrontar la problemática actual así como futuros problemas que se pueden presentar. En primer lugar se requiere que la empresa pueda reconocer las necesidades de capacitación en un momento dado y en segundo lugar, implementar un plan de capacitaciones que ayude a disminuir los desperdicios.
 - Necesidades de capacitación: la empresa, al enfrentarse con una nueva problemática atribuible al desempeño de sus trabajadores, debe inmediatamente debe capacitarlos a fin de frenar los efectos que el problema pueda generar.

Para implementar una capacitación efectiva se deben establecer inicialmente las necesidades de capacitación realizando dos pasos básicos:

- Análisis de las tareas, para determinar si la capacitación será proporcionada por especialistas de la empresa o por terceros.
- Una evaluación del desempeño, ayudará a identificar las deficiencias a las cuales la capacitación irá enfocada.

En diferentes áreas se pueden aplicar las capacitaciones, así las necesidades de capacitación abarcan niveles profesionales hasta niveles operativos. En general, dependiendo en el área donde se genere una problemática, existen variables utilizadas para la determinación de necesidades de capacitación, las cuales son:

- Evaluación de desempeño
- Observación
- Cuestionarios
- Solicitud de supervisores y gerentes
- Entrevistas con supervisores y gerentes
- Reuniones interdepartamentales
- Examen de empleados
- Modificación de trabajo
- Entrevista de salida
- Análisis de cargos
- Talleres

Los talleres y capacitaciones de personal deben llevarse a cabo algunas veces en forma de conferencias donde se le manifiesta al personal la forma de

solucionar problemas, el trato al material, la importancia de respetar las especificaciones del producto, brindándoles conocimientos de almacenaje y sus responsabilidades, de una forma rápida, directa, concisa, haciéndoles ver cómo influyen sus acciones con la calidad y los cumplimientos de producción en las diversas líneas. A continuación, se describen los talleres propuestos para la empresa

Tabla XXVIII. **Plan de capacitaciones**

Mantenimiento productivo total		
Duración: 8 horas	Dirigido : Departamento de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
Mejores prácticas de manufactura		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento	Impartido por: INTECAP
Seguridad e higiene industrial		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Sistema de sugerencias		
Duración: 4 horas	Dirigido: Grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Delegación de autoridad y liderazgo		
Duración: 3 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Reducción de desperdicio		
Duración: 4 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia

Fuente: elaboración propia.

5.7. Plan de seguimiento en los controles

Se debe realizar auditoría interna para verificar el cumplimiento de las políticas de TPM para determinar si la Gerencia y los jefes de área realizan las actividades para preservar el equipo médico.

Tabla XXIX. Hoja de control para auditoría

Departamento de mantenimiento FECHA:	AUDITOR HORA
<p>FORMATO DE AUDITORÍA INTERNA</p> <p>1. EXCELENTE 100 2. MUY BIEN 80 3. BIEN 60 4. REGULAR 40 5. MAL 20</p> <p>INSTRUCCIONES: Colocar el número que corresponde a la puntuación deseada en el cuadro, y luego coloque sus observaciones.</p>	
1. ¿Cómo se encuentra el orden en el hospital? Observaciones	<input type="text"/>
2. Las instalaciones se encuentran limpias y desinfectadas Observaciones	<input type="text"/>
3. Los productos para limpieza se encuentran identificados con nombre y código según los estándares establecidos Observaciones	<input type="text"/>
4. Se están utilizando los formatos de entrada y salida de productos para mantener todo movimiento del inventario registrado Observaciones	<input type="text"/>
5. Se realizar rutinas de mantenimiento Observaciones	
6. Se ha cambiado equipo médico Observaciones	<input type="text"/>

Continuación de la tabla XXIX.

7. El inventario físico del Departamento de Mantenimiento cuadra con el inventario del sistema	
Observaciones	<input type="checkbox"/>
Puntuación promedio	<input type="checkbox"/>
Recomendaciones	
Hora finalización	Firma de auditor

Fuente: elaboración propia.

5.8. Costos

En la teoría del análisis se hace la identificación de las actividades que se tiene previsto ejecutar, identificación de las consecuencias predecibles de cada actividad, asignación de valores a cada consecuencia, reducción de todos estos valores a un común denominador (normalmente económicos), suma de todos los valores para obtener un valor neto. Si se obtiene un valor positivo neto entonces se podrá concluir que el proyecto genera un bienestar económico para la empresa.

Se realizó una entrevista con el gerente general para determinar el monto de la inversión inicial, así se estableció que el monto inicial es de Q 75 000. Para 5 años, para lo cual se realiza los siguientes cálculos:

Se realizó el análisis para determinar la factibilidad de la propuesta.

Ingresos: los ingresos esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales el cual se determina por: Q 300 000, dato proporcionado por la empresa.

Costos

Inversión Inicial = Q 75 000

Costos anuales= Q 145 000

Tasa al 8 %

Flujo de efectivo: se calcula restando las entradas y salidas de efectivo que representan las actividades de operativas de la empresa. En términos contables el flujo de caja es la diferencia en la cantidad de efectivo disponible al comienzo de un período (saldo inicial) y el importe al final de ese período (saldo final).

Tabla XXX. **Flujo de efectivo**

	1	2	3	4	5
VENTAS	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00
Total de ingresos	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00
Planilla	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Materia prima					
Tinta	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
Papel	15 000,00	15 000,00	15 000,00	15 000,00	15 000,00
Solvente	14 000,00	14 000,00	14 000,00	14 000,00	14 000,00
Empaque	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00
Mantenimiento	20 000,00	20 000,00	20 000,00	20 000,00	20 000,00
Total de egresos	145 000,00	145 000,00	145 000,00	145 000,00	145 000,00
Flujo de efectivo	155 000,00	155 000,00	155 000,00	155 000,00	155 000,00

o

Fuente: elaboración propia.

Para la generación del VPN (valor presente neto) se debe considerar lo siguiente:

- Tasa de descuento: es un valor que indica la proyección de la tasa de inflación del año 1 al 5, tomando como base el TREMA, el comportamiento de las principales variables de la política del Banco de Guatemala.
- Factor de descuento: donde $n \frac{1}{(1+n)^t}$ es el flujo de efectivo.

Tabla XXXI. **Cálculo del valor presente neto**

	Inversión inicial	1 2015	2 2016	3 2017	4 2018	5 2019	Tasa de descuento
Flujo de efectivo		155 000	155 000	155 000	155 000	155 000	8 %
Factor de descuento		93 %	86 %	79 %	74 %	68 %	
VAN	-75 000	134 519	132 888	123 044	113 930	105 490	
VAN	543 870 056						

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno se calculó de la siguiente manera:

$$TIR = \left[\frac{(tasa1 - tasa2) - (0 - VPN(-))}{(VPN +) - (VPN (-))} \right] + tasa2$$

$$TIR = \left[\frac{(10 - 20) - (0 - 388541,24)}{(512558,5) - (388541,24)} \right] + 20$$

$$= 23,7 \%$$

Para determinar la relación beneficio costo de la propuesta con base en los datos de la inversión inicial se procede a calcular el valor presente neto cada los ingresos, como los costos.

Σ Valor presente 618 870,06

Costos: 145 000 + 75 000

Relación beneficio costo= 618 870,06/ 475 577= 1,30 por lo cual el beneficio es alto, dado que sus ingresos es más alto que sus costos. Por lo cual el proyecto es factible.

CONCLUSIONES

1. Un programa de sistema de administración es de vital importancia dentro de un hospital, ya que, por medio de este se pueden desarrollar actividades que comprenden cada una de las áreas del hospital y, con ello, se lleva un control de metas, por medio de las fechas establecidas.
2. Los equipos y aparatos con que se cuentan en cada uno de los departamentos o servicios del hospital, son los adecuados, pero se ve la necesidad de que estén bajo supervisión y mantenimiento, ya que, solo algunos de ellos reciben este servicio.
3. En cada uno de los departamentos o servicios, se cuenta con toda una serie de equipos adecuados para cada una de las necesidades; ya que, el hospital es uno de los más completos y complejos. Sin embargo, todos aquellos equipos o instrumentos o accesorios que necesitan reparación, son clasificados de acuerdo con su utilización, pues, dependiendo de ello es así como se les da la reparación o mantenimiento
4. No se tiene un plan de mantenimiento adecuado donde se incluya cada uno de los equipos del mismo, el que actualmente existe solo incluye parte de ellos. Se debe tener un plan de mantenimiento a equipos industriales, médicos y de laboratorio. Es indispensable que este plan pueda ser revisado y modificado, a partir del primer día hábil de cada año laboral, para implementarlo y que con ello se puedan alcanzar los objetivos deseados y cumplirlos por medio de una calendarización.

5. Los ambientes actualmente cuentan con identificación, pero las áreas de riesgo están carentes de rótulos de advertencia e identificación. El equipo de combate de incendios no recibe un adecuado mantenimiento y se encuentran fuera de alcance y visualización.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario capacitar al personal con la visión de que cada trabajador que realiza una operación, es cliente del trabajador que realiza la operación que le antecede, y es proveedor del trabajador que realiza la operación que le sigue, de tal manera que se pueda llegar al mejoramiento continuo de cada operación que se realiza en la empresa.
2. El Departamento de Mantenimiento tiene a su cargo una serie de actividades, entre las cuales algunas de ellas no le corresponden, por ejemplo, las compras de repuestos y accesorios que las realice la unidad de compras. Con esto se elimina el problema de que el personal técnico salga de las instalaciones constantemente y descuide sus atribuciones. Es urgente y necesario que dicho departamento se reorganice y lleve a cabo únicamente aquellas tareas que le competen, esto llevará a alcanzar un mejor trabajo y alto rendimiento en las actividades propias de dicho departamento
3. Es aconsejable llevar a cabo la realización de la bodega de inventario mínimo, pues en ella podrán almacenarse por lo menos los repuestos básicos y de mayor uso en la institución. Con ello, la respuesta a la atención de las solicitudes será efectiva y eficiente, pues, el Departamento de Mantenimiento recibe una serie de equipos o instrumentos en mal estado constantemente, pero, únicamente, se le da prioridad a los de mayor uso. Esto requiere de un determinado tiempo, pues la reparación no es inmediata, debido a que no se cuenta con repuestos dentro del hospital, además de que requiere de un proceso de

espera, y si se llegara a implementar la bodega esto facilitaría y agilizaría los trámites de reparación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BCI Equipment. *Clinician operation manual*. Version 6. USA. 1997.
2. Duffuaa, S.O. Raouf A., Campbell J.D. (2006) *Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control*. México: Limusa Wiley.
3. EVERETT, E. Adam; EBERT, Ronald J. *Administración de la producción y las operaciones*. México: Prentice Hall, 1988. 198 p.
4. GARZA QUIROZ, Fernando. *Enciclopedia de mantenimiento industrial*. Tomo 1. México Editorial L.C. Morrow, CECSA, 1986.
5. GRIMALDI, John V.; ROLLIN, H. Simonds. *La seguridad industrial, su administración*. 3a ed. México: Representaciones y servicios de ingeniería, 1979. 185 p.
6. LÓPEZ LÓPEZ, Walter Arcadio *Programa de mantenimiento preventivo para los equipos de lavandería y cocina del Hospital Roosevelt*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1992. 134 p
7. MORENO GONZÁLEZ, Ronald Fernando. *Sistemas y procedimientos operativos para la implantación de rutinas básicas en la solución de problemas de mantenimiento en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial.

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.1985. 55p

8. RODRÍGUEZ E. *Conceptos básicos sobre mantenimiento industrial*. Guatemala, s.e. 1971

APÉNDICES

Apéndice 1. Sala de operaciones



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Rayos X**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Área de ultrasonido**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Laboratorio**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 4.



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Sistema de identificación de riesgos químicos



Fuente: *Identificación de materiales peligrosos*. www.diverseylever.com Sistema de identificación de los materiales peligrosos. Consulta: 26 de febrero de 2015.

Anexo 2. **Normas de seguridad**

La seguridad de las instalaciones, se debe regir con base en las normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público. Según el Acuerdo Número 04-2011, por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED, La cual tiene como objetivo: establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en edificaciones e instalaciones para resguardar a las personas en caso de eventos de origen natural o provocado que puedan poner en riesgo su integridad física. Las normas mínimas de seguridad constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público para alcanzar el objetivo descrito

A continuación, se citan varios artículos referentes al Acuerdo Número 04-2011.

- Artículo 3. Edificaciones e instalaciones comprendidas. La presente norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, así como para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones, sin importar el titular del derecho de propiedad, a las que se permita el acceso, con o sin restricciones, de personal (como empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros) y/o usuarios (como clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros).
- Son edificaciones de uso público, entre otras comprendidas en la descripción contenida en el párrafo que antecede, las siguientes:

Continuación del anexo 2.

- Los edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas
 - Las edificaciones destinadas al establecimiento de locales comerciales, incluyendo mercados, supermercados, centros de mayoreo, expendios, centros comerciales y otros similares.
 - Las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos.
 - Los centros educativos, públicos y privados, incluyendo escuelas, colegios, institutos, centros universitarios y sus extensiones, centros de formación o capacitación, y otros similares.
 - Los centros de salud, hospitales, clínicas, sanatorios, sean públicos o privados.
 - Centros recreativos, parques de diversiones, incluso al aire libre, campos de juegos, cines, teatros, iglesias, discotecas y similares.
 - Otras edificaciones.
- Artículo 13. número de salidas de emergencia requeridas. cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar con, por lo menos, una salida de emergencia, no menos de dos (2) salidas cuando sea requerido y salidas adicionales cuando:
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de quinientos uno (501) a un mil (1 000) personas no tendrá menos de tres (3) salidas de emergencia.
 - Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de más de un mil (1,000) personas, no tendrá menos de cuatro (4) salidas de emergencia.

Continuación del anexo 2.

- El número de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel de un edificio deberá ser determinado utilizando su propia carga de ocupación, más los siguientes porcentajes de la carga de ocupación de otros niveles que tengan salida al nivel en consideración:
 - Cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel arriba y cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel abajo, cuando este último salga a través del nivel en consideración.
 - Veinticinco por ciento de la carga de ocupación del nivel inmediatamente arriba.
- El número máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido hasta que se llegue a la salida del edificio.
- Artículo 14. ancho de las salidas de emergencia. El ancho total de las salidas de emergencia, expresado en centímetros, no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0,76 para gradas, y por 0,50 para otras salidas de emergencia, ni menor de 90 centímetros. El ancho total de las salidas de emergencia deberá ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las salidas de emergencia. el ancho máximo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido para todo el edificio.

Continuación del anexo 2.

- Artículo 15. Ubicación de las salidas de emergencia. en el caso de que únicamente se requiera de dos (2) salidas de emergencia, estas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área por ser evacuada. Cuando se requieran tres (3) o más salidas de emergencia, por lo menos dos (2) de ellas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área por ser evacuada.

Las salidas adicionales deberán tener una separación adecuada entre sí, de manera que si una de ellas quedase bloqueada, las otras sigan estando disponibles para una evacuación.

- Artículo 17. Salidas a través de otros salones: los salones podrán tener una salida de emergencia a través de otro salón adyacente, siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.
- Artículo 24. Rampas de emergencia: las rampas utilizadas en las salidas de emergencia deberán cumplir con los requerimientos de esta norma. El ancho mínimo de las rampas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50) o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.

Continuación del anexo 2.

La pendiente máxima de las rampas será del 8,33 % cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12,5 % cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas.

Las rampas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta (150) centímetros de elevación. Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta (150) centímetros. Los descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres (183) centímetros.

Las puertas ubicadas en cualquier posición adyacente a una rampa no reducirán las dimensiones mínimas de un descanso a menos de 106 centímetros. Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los mismos requerimientos que para gradas. La superficie de las rampas deberá ser antideslizante

- Señalización

Será obligatorio rotular las salidas de emergencia cuando se tengan dos (2) o más salidas de emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos, o ser de un tipo auto luminiscente. Los rótulos deberán estar iluminados con una intensidad mínima de 53,82 lux de cada foco. La energía de uno de los focos será de la fuente principal de energía y la energía del segundo foco será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Continuación del anexo 2.

Las señales que se localizarán en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón, o piedra, deben estar de forma segura y bien conectada por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión, No podrán utilizarse paredes de madera, tabla yeso o fibrocemento para fijar señales de información de emergencia.

No se debe instalar señales en el techo ni colgando de él. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero estas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes.

- Señalización de salida de emergencia: señal de carácter informativo, la cual se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles tales como sobre o inmediatamente adyacente a una puerta de salida que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: vía de evacuación derecha, vía de evacuación izquierda, salida superior y salida inferior.
- Señalización de vía de evacuación derecha: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha. Instalación: en muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha, teniendo presente que terminada la orientación hacia la derecha, se encontrara una vía de evacuación.

Continuación del anexo 2.

- Señalización de vía de evacuación izquierda: señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la izquierda. Instalación: en muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal salida de emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la izquierda, teniendo presente que terminada la orientación hacia la izquierda, se encontrará una vía de evacuación.
- Señalización de salida hacia arriba: señal de carácter informativo que indica una salida hacia arriba, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso superior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios, y trabajara íntimamente relacionada con la señal salida de emergencia.
- Señalización de salida hacia abajo: señal de carácter informativo que indica una salida hacia abajo, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. Instalación: sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso inferior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios y trabajará íntimamente relacionada con la señal salida de emergencia.
- Punto de reunión: localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. Instalación: en lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo.

Continuación del anexo 2.

- Señalización de cuidado al bajar: señal de carácter informativo que indica la existencia de un desnivel, por tal razón, en las zonas en que se advierta esta señal, se deberá tener cuidado al transitar. Instalación: en lugares visibles tales como cajas escalera, desniveles de piso, etcétera. Esta señal se instalará tanto en edificios públicos como en privados; su instalación es directamente en muros u otras estructuras.
- Señalización de empujar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, y otros. La señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas. Esta señal trabajará en directa relación con la señal tirar para abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo con la orientación que esta tenga.
- Señalización de tirar para abrir: señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. Instalación: en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, y otros. Esta señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar todas las salidas. Esta señal trabajará en directa relación con la señal “empujar para abrir”, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo con la orientación que esta tenga.

Continuación del anexo 2.








- Señalización de romper para tener acceso en caso de emergencia: señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para lo cual es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. Instalación: directamente en panel de vidrio.
- Señalización de no corra por las escaleras: se utiliza para indicar la prohibición de correr por las escaleras, sean estas principales o de emergencia. Tanto al subir como al bajar de estas, dicha prohibición deberá ser acatada tanto en circunstancias habituales como en caso de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (Cajas escaleras principales o de emergencia de hospitales, bibliotecas, etc.). La instalación de esta señal deberá realizarse tanto al inicio como al final de las escaleras.
- Señalización de no correr en los pasillos: se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para trabajadores como público en general, siendo aplicable en situaciones habituales como en los casos de emergencia. Instalación: lugares visibles de edificios públicos y privados (pasillos de hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en muros u otras estructuras, de tal manera que advierta claramente sobre esta prohibición.

Continuación del anexo 2.

- Señalización sobre la localización del extintor: se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. Instalación: la señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso.

Fuente: Acuerdo Número 04-2011. *Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público*. p. 7.

Anexo 3. **Señales de ruta de evacuación**

SEÑAL	SIGNIFICADO
	RUTA DE EVACUACIÓN
	
	
	
	
	
	

Continuación del anexo 3.

SEÑAL	SIGNIFICADO
	
	<p>RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES</p>
	
	
	
	
	
	
	<p>RUTA DE EVACUACIÓN</p>

Continuación del anexo 3.

	SALIDA DE EMERGENCIA
	SALIDA DE EMERGENCIA
	PRIMEROS AUXILIOS
	
	
	DUCHA DE EMERGENCIA
	LAVA OJOS DE EMERGENCIA
	SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA

Continuación del anexo 3.

	PUNTO DE REUNIÓN
	ÁREA SUCIA O CONTAMINADA
	ÁREA LIMPIA DE CONTAMINANTES
	CUIDADO AL BAJAR
	EMPUJAR PARA ABRIR
	TIRAR PARA ABRIR
	ROMPER PARA TENER ACCESO EN CASO DE EMERGENCIA
	TELÉFONO DE EMERGENCIA

Continuación del anexo 3.

	NO CORRA POR LAS ESCALERAS
	NO USE EL ASCENSOR EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA O INCENDIO
	NO CORRER EN LOS PASILLOS
	INGRESAR SOLO PERSONAS AUTORIZADAS
	NO OBSTRUIR PASILLOS
	VÍA SIN SALIDA
	NO APAGUE EL FUEGO CON AGUA
	LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR

Continuación del anexo 3.

	RED HÚMEDA
	RED SECA
	ALARMA DE INCENDIO
	CONJUNTO DE EQUIPOS CONTRA FUEGO
	PUERTA CORTA FUEGO
	RED ELÉCTRICA INERTE
	ACTIVACIÓN MANUAL DE LA ALARMA
	ROTULACIÓN DE LA CARGA DE OCUPACIÓN MÁXIMA

Fuente: CONRED. *Norma de reducción de desastres número do-NRD2*. p. 28.

