



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE
HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO
VILLAGÓMEZ ROMÁN DE LA CIUDAD DE
RIOBAMBA”**

**HEREDIA SÁNCHEZ, JOSÉ LUIS;
ORTIZ CABEZAS, MARCELO EFRAÍN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTOS TÉCNICOS**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

2016-11-25

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

ORTIZ CABEZAS MARCELO EFRAIN

Titulado:

**“IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BASADO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL
HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMEZ ROMAN DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Alex Giovanni Tenicota García
DIRECTOR

Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

2016-11-25

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

HEREDIA SANCHEZ JOSE LUIS

Titulado:

**“IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BASADO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL
HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMEZ ROMAN DE LA
CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Alex Giovanni Tenicota García
DIRECTOR

Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco
ASESOR

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ORTIZ CABEZAS MARCELO EFRAIN

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Fecha de Examinación: 2017-08-17

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Alex Giovanni Tenicota García DIRECTOR			
Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: HEREDIA SÁNCHEZ JOSÉ LUIS

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Fecha de Examinación: 2017-08-17

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Alex Giovanni Tenicota García DIRECTOR			
Ing. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Ortiz Cabezas Marcelo Efraín y Heredia Sánchez José Luis, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Ortiz Cabezas Marcelo Efraín

Cédula de Identidad: 150091431-0

Heredia Sánchez José Luis

Cédula de Identidad: 060426257-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis Padres por estar siempre a mi lado y darme fuerzas de culminar mis estudios en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento misma que me abrirá puertas en el campo laboral y ser parte productiva de la sociedad.

Ortiz Cabezas Marcelo Efraín

Primero a Dios por ser quien me concedió la vida y la bendición de una hermosa familia, por rodearme de gente buena, por escuchar mis oraciones y cuidar de las personas que aprecio.

A mis padres por su apoyo firme durante esta dura carrera. Hoy estoy seguro de que no los defraudé.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas y permitirme formar parte de la familia politécnica.

A la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y a sus profesores, que con su exigencia, su profesionalismo y dedicación, me impartieron sus amplios conocimientos sobre esta bella carrera.

Heredia Sánchez José Luis

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Reseña Histórica.....	1
1.2 Problema de la Investigación	2
1.2.1 Planteamiento del Problema.	2
1.2.2 Formulación del problema.	2
1.2.3 Sistematización del problema.	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Introducción	5
2.2 Base legal	6
2.2.1 Art.8.- Estructura Orgánica Descriptiva	6
2.3 Metodología	6
2.3.1 Auditoría.....	7
2.3.2 Criterios de auditoría.	7
2.3.3 Evidencia de la auditoría.	7
2.4 Mantenimiento	9
2.4.1 Tipos de mantenimiento.	11
2.4.2 Plan de mantenimiento.	12
2.5 Mantenimiento hospitalario	12
2.5.1 Estructura del mantenimiento hospitalario.	13

2.6	Departamento de mantenimiento	16
2.6.1	Objetivo.	16
2.6.2	Descripción de las tareas.	16
2.6.3	Planeación y organización del mantenimiento	17
2.6.4	Personal operativo	18
2.6.5	Fuente de información de Fallos ocurrentes	19
2.6.6	El gerente de mantenimiento.	19
2.6.7	Asistente del Departamento.	20
2.7	Mantenimiento preventivo planificado	20
2.7.1	Inventarios	20
2.7.2	Implementación del plan de mantenimiento preventivo.....	23
2.7.3	Requerimientos para establecer el programa de mantenimiento preventivo. ...	24
2.7.4	Servicios a realizar en el plan de mantenimiento preventivo planificado.	25
2.8	Conceptos básicos	27
2.8.1	Infraestructura hospitalaria.	27
2.8.2	Equipo industrial de uso hospitalario.	27
2.8.3	Dotación hospitalaria.	27
2.8.4	Equipo Biomédico.	27
2.8.5	Mantenibilidad.....	27
2.8.6	Vida útil.	28
2.8.7	Gestión Tecnológica.	28
2.8.8	Avería.	28
2.8.9	Contratación externa del mantenimiento.	28
2.8.10	Revisión general (overhaul).....	28
2.8.11	Inspección.	29
2.8.12	Mejora.....	29
2.8.13	Historial de mantenimiento.	29

2.8.14	Accesorio.....	29
2.8.15	Repuesto.....	29
2.8.16	KPI(Key Perfomance Indiator).....	29
2.8.17	Disponibilidad.....	30
2.9	Estrategias de mantenimiento.....	30
2.10	Metodologías.....	32
2.11	Gestión de personal.....	33
2.11.1	Personal interno.....	33
2.11.2	Proveedor externo.....	33
2.11.3	Capacitación.....	34
2.12	Gestión operativa.....	34
2.12.1	Establecer procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo.....	34
2.12.1.1	Determinar la frecuencia de inspección y mantenimiento preventivo.....	35
2.12.1.2	Definir la forma para realizar la inspección y el mantenimiento preventivo. ..	35
2.12.1.3	Determinar prioridades.....	36
2.12.1.4	Sistema computarizado.....	36
2.12.1.5	Marcar o etiquetar.....	36
2.12.1.6	Comunicaciones.....	37
2.12.1.7	Gestión de los errores del usuario.....	37

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL.....	38
3.1	Características de la macro y micro localización.....	38
3.1.1	Macro localización.....	38
3.1.2	Micro localización.....	39
3.2	Información general del hospital.....	40
3.2.1	Filosofía institucional.....	40
3.2.2	Áreas que dispone el hospital.....	41

3.2.3	Organigrama estructural.	42
3.2.4	Organigrama del departamento de mantenimiento.	44
3.3	Análisis de la situación actual del mantenimiento del hospital.	44
3.3.1	Auditoria de mantenimiento	45
3.3.2	Descripción de la encuesta.	46
3.3.3	Resultado y descripción gráfica.	47
3.4	Comparación de resultados	49
3.5	Análisis de las fortalezas y debilidades.	50
3.5.1	Fortalezas	50
3.5.2	Debilidades	50
3.6	Equipos del hospital	51
3.6.1	Maquinaria y equipos.	51
3.7	Listado de equipos según el riesgo.	51
3.7.1	Mediano riesgo	52
3.7.2	Bajo riesgo.	53
3.8	Auditoría técnica	53
3.8.1	Estado técnico actual de los equipos.	53
3.9	Análisis de prioridad	55
3.10	Fichas técnicas empleadas actualmente	59
3.11	Plan de mantenimiento empleado actualmente	59

CAPÍTULO IV

4.	PROPUESTA METODOLÓGICA.....	60
4.1	Planificación.....	61
4.2	Inventario general de equipos.	62
4.2.1	Paso para realizar el inventario general de equipos.....	62
4.2.2	Cronograma de evaluación de la disponibilidad a priori.	66
4.2.3	Propuesta de Codificación	68

4.2.4	Estrategias de mantenimiento.....	70
4.2.5	Propuesta del Cronograma de mantenimiento.....	71
4.2.6	Metodología.....	72
4.2.7	Recursos.....	73
4.2.8	Resultados de la fase de planeación.	76
4.3	Gestión del mantenimiento preventivo de equipos biomédicos.....	77
4.3.1	Gestión del mantenimiento según la norma EN 13306.....	77
4.3.2	Gestión del personal.	78
4.3.3	Gestión operativa.....	78
4.3.4	Resultado de la fase gestión.....	79
4.4	Ejecución del mantenimiento de equipos biomédicos	80
4.4.1	Inspecciones y mantenimiento preventivo	81
4.4.2	Mantenimiento correctivo.....	82
4.4.3	Registros.	83
4.4.4	Ficha técnica	84
4.4.5	Seguridad.....	92
4.4.6	Resultados al finalizar la fase de Ejecución.	95
CAPÍTULO V		
5.	RESULTADOS DE LA PROPUESTA.....	96
5.1	Análisis y resultados de la variación de la disponibilidad	96
5.2	Evaluación de la disponibilidad	100
5.3	Bitácora de mantenimiento	101
CAPÍTULO VI		
6.	Conclusiones y recomendaciones	102
6.1	Conclusiones	102
6.2	Recomendaciones.....	102
BIBLIOGRAFÍA:		103
ANEXO.....		¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3.	Cuadro de referencia.....	42
Tabla 2-3.	Diagrama estructural departamento de mantenimiento	44
Tabla 3-3.	Funcionalidad del equipo	57
Tabla 4-3.	Nivel de riesgo.....	57
Tabla 5-3.	Grado de obsolescencia	57
Tabla 6-3.	Requisito histórico de mantenimiento	58
Tabla 7-3.	Estado	58
Tabla 8-3.	Taza de utilización.....	58
Tabla 9-3.	Nivel de prioridad.....	58
Tabla 1-4.	Formato de inventario de equipos para el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román	63
Tabla 2-4.	Formato de evaluación de la disponibilidad a prioridad	67
Tabla 3-4.	Código de identificación del Hospital Pediátrico	68
Tabla 4-4.	Clasificación y funciones del personal técnico	73
Tabla 5-4.	Formato de cronograma de actividades de mantenimiento	76
Tabla 6-4.	Formato de Ficha técnica para los equipos biomédicos	84
Tabla 7-4.	Hoja de procedimientos	85
Tabla 8-4.	(Continuación) Hoja de procedimientos.....	86
Tabla 9-4.	Formato del Chek List diario	87
Tabla 10-4.	(Continuación) Formato del Chek List diario	88
Tabla 11-4.	(Continuación) Formato del Chek List diario	89
Tabla 12-4.	Solicitud de trabajo de mantenimiento	90
Tabla 13-4.	Orden de trabajo	91
Tabla 14-4.	Formato de tareas de mantenimiento.....	93
Tabla 1-5.	Disponibilidad de los equipos	98
Tabla 2-5.	(Continuación) Disponibilidad de los equipos	99
Tabla 3-5.	Evaluación de la mejora de disponibilidad.....	99
Tabla 4-5.	(Continuación) Evaluación de la mejora de disponibilidad.	100
Tabla 5-5.	Bitácora de mantenimiento.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2. Calcificación del mantenimiento	10
Figura 2-2. Componentes del programa de mantenimiento hospitalario.....	11
Figura 3-2. Estructura orgánica de un servicio de mantenimiento para un hospital...	13
Figura 1-3. Organigrama estructural del Hospital Pediátrico Alfonso.....	43
Figura 2-3. Diagrama estructural del departamento de mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez.....	44
Figura 1-4. Componentes del mantenimiento de equipos médicos.....	60
Figura 2-4. Planeación del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.....	61
Figura 3-4. Gestión del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.....	78
Figura 4-4. Ejecución del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3.	Macro localización del hospital de niños Alfonso Villagómez Román .	38
Gráfico 2-3.	Ubicación de Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román	40
Gráfico 3-3.	Edificio Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román	41
Gráfico 4-3.	Evaluación de la encuestas al Jefe de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.	47
Gráfico 5-3.	Evaluación de la encuestas al técnico de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.	48
Gráfico 6-3.	Evaluación de la encuestas al técnico de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román	49
Gráfico 7-3.	Evaluación de resultados de las encuetas realizadas	49
Gráfico 1-4.	Análisis de la Información.....	64
Gráfico 2-4.	Análisis de la Información	66
Gráfico 1-5.	Evaluación de la disponibilidad.....	100

ÍNDICE DE ANEXOS

- A. *Preguntas para la encuesta de la auditoria de mantenimiento.*
- B. *Inventario general*
- C. *Análisis de Prioridad*
- D. *Historial de mantenimiento*
- E. *Plan de Mantenimiento*
- F. *Fichas técnicas*
- G. *Tareas de mantenimiento preventivo*
- H. *Ordenes de trabajo*
- I. *Toma de datos para la mejora de la disponibilidad*

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo basado en la disponibilidad de los equipos del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román dentro del plan de mantenimiento del periodo 2017. Se empleó el estudio bibliográfico, sintético y analítico de la documentación experimentada en gestión de mantenimiento hospitalario, organización y funcionamiento del objeto de estudio. Se identificó la situación actual del departamento de mantenimiento y el estado técnico de los equipos, mediante el desarrollo de una auditoría técnica con procedimientos estandarizados y encuestas al personal técnico y administrativo involucrado en el proceso de planificación de mantenimiento. Para determinar la categorización de los equipos biomédicos e instalaciones se realizó un análisis de criticidad en base a una metodología semi-cuantitativa. Para la implementación de las estrategias del plan de mantenimiento se utilizó un modelo de gestión basado en el modelo de mejora continua fundamentado en el ciclo de Deming el cual determina la forma de implementación considerando políticas de mantenimiento preventivas correctivas según la criticidad de los equipos. La aplicación de las estrategias dentro del plan de mantenimiento preventivo permitió reducir los mantenimientos correctivos en un 25%, reducir paros imprevistos mantener su disponibilidad y llevar un registro de evaluación del estado técnico de los equipos. Se concluye que las rutinas de mantenimiento realizadas acorde a lo planificado, las bitácoras de mantenimiento, proporcionaran un mejor rendimiento en su funcionalidad y de acuerdo a las estrategias implementadas en los equipos se logró una mejor participación inmediata por parte del personal de mantenimiento. El cumplimiento minucioso de las actividades recomendadas en la planificación para cada equipo ayudará a mejorar la disponibilidad en porcentaje adecuado permisible para implementar un mantenimiento preventivo de acuerdo a las normas de salud.

PALABRAS CLAVE: <MÁQUINA Y HERRAMIENTAS>, <EQUIPOS BIOMÉDICOS>, <INGENIERIA DE MANTENIMIENTO>, <REGISTRO DE DATOS>, <ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO>, <GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO>, <TECNOLOGIA DE DISEÑO>

ABSTRACT

This present paper aims to implement strategies of preventive maintenance according to the availability of equipment at Alfonso Villagómez Román pediatric hospital established in the maintenance plan 2017. We used the bibliographic, synthetic and analytic study of the documentation experimented in management of hospital maintenance, organization and functioning of the study object. Current situation of the maintenance department and the state of the equipment were identified by means of a technical audit with standardized procedures and surveys to technical and administrative staff involved in this plan. A critical analysis based on a semi-quantitative methodology was carried out to determine the categorization of the biomedical equipment and facilities. A management model based on the continuum improvement model on the Deming cycle was used to implement the strategies of the maintenance plan, which determines the way of implementing considering preventive-corrective maintenance policies according to the critique of the equipment. The strategy application in the preventive maintenance plan reduced the correctives in 25%, unexpected strikes, kept its availability and we could have an evaluation register of technical equipment state. We concluded that the maintenance tasks carried out with the plan and the maintenance logbook will give a better performance in its functionality and strategies implemented in the equipment reached an immediate participation of the maintenance staff. The good fulfillment of the activities recommended in the plan for each equipment Will help to improve the adequate percentage in order to implement a preventive maintenance according to the health standard.

KEY WORDS: < MACHINES AND TOOLS >, < BIOMEDICAL EQUIPMENT >, < MAINTENANCE ENGINEERING >, < DATA REGISTER >, < PREVENTIVE MAINTENANCE STRATEGIES >, < MAINTENANCE MANAGEMENT >, < DESIGN TECHNOLOGY >

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Reseña Histórica

El Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román, nace en el siglo XX, pues entre 1928 y 1929 los Dres. Miguel Ángel León Pontón y Alfonso Villagómez Román, apoyados por la iglesia, conjuntamente con la Junta Cívica y con la destacada labor femenina en beneficencia fundan el Centro General de Cultura Social, cuyo fin social era atender a la población infantil, con recursos humanos, económicos, siendo su primera Presidente la Señora Manuela Gallegos de León.

Con estos patrocinios El Ministerio de Previsión Social y Trabajo con oficio N° 361 del 21 de abril de 1929 expide el Acuerdo 326 en el que se aprueba los estatutos de Centro General de Cultura Social, mediante el cual se funda en la ciudad de Riobamba "La Gota de Leche" con características de Dispensario Médico y Casa Cuna.

El acto solemne de inauguración, lo hacen el 17 de Noviembre con la presencia de los personajes más connotados de la Sultana de los Andes. En 1938 se inaugura solemnemente el Hospital con su primer Director el Señor Doctor Alfonso Villagómez que fallece el 14 de febrero de 1939 a consecuencia de una peste bubónica, en honor a su memoria recibe el nombre de Hospital de Niños Alfonso Villagómez Román.

En el Gobierno del General Guillermo Rodríguez Lara, mediante Decreto Supremo 232 del 25 de Abril de 1972 en su Art. IV. Dispone que el Hospital de Niños Alfonso Villagómez Román, pase a depender del Ministerio de Salud.

El Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román (H.P.AV.R) se categoriza como hospital primario ya que cuenta con atención ambulatoria, con servicio de hospitalización de 15 a 30 camas como máximo para internamientos dependiendo de la población de los municipios de su área de influencia y cumple con los estándares de habilitación establecidos.

El Hospital, busca la forma de reducir paros imprevistos, optimización de recursos que contribuirá al mejoramiento continuo de la institución, esto se plasmará con el compromiso de los trabajadores en el área de mantenimiento, al llegar a ser capaces de prevenir averías y crear un ambiente de trabajo más agradable.

Por tal razón se propone la presente tesis que ofrece la oportunidad de conocer profundizar y aplicar conocimientos que permita aportar al desarrollo institucional del H.P.A.V.R y del departamento de mantenimiento de la presente institución

1.2 Problema de la Investigación

1.2.1 *Planteamiento del Problema.*

La dirección del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román requiere que los equipos sean inspeccionados con prontitud ya que en el área de mantenimiento se realizaba de manera continua la aplicación de actividades correctivas sin ningún tipo de programación e inspección adecuada, no contando también con programas, planes ni registros de mantenimiento.

1.2.2 *Formulación del problema.*

¿La ausencia de planificación de mantenimiento de los equipos que se presentan en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román reduce la disponibilidad al no tener en consideración las tareas de mantenimiento preventivas de manera que se eviten las fallas imprevistas?

1.2.3 *Sistematización del problema.*

¿La implantación de estrategias de mantenimiento preventivo en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román mejorara la disponibilidad a un nivel aceptable de los equipos biomédicos?

1.3 Justificación

El Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román, es una institución dedicada al cuidado de la salud de la población infantil de la ciudad de Riobamba. Por la característica del servicio que presta y las bondades que ofrece, requiere alta operatividad y disponibilidad; es así que, la elaboración del presente proyecto permitirá mantener bajo un programa de mantenimiento preventivo a los equipos hospitalarios, reduciendo fallos y a mediano plazo optimizando costos.

En la actualidad, la institución aplica mantenimiento correctivo, lo que genera gastos excesivos y pérdida de productividad, por los paros prolongados de los equipos, la propuesta se centra en la aplicación de una estrategia de mantenimiento preventivo que se enfoque en incrementar la disponibilidad operativa de los equipos, permitiendo reducir costos muertos e inoperativos, y a su vez direccionar estos recursos hacia el fortalecimiento del plano medico administrativo del centro de atención hospitalaria.

El proyecto centrará su objetivo en el desarrollo de la estrategia de mantenimiento preventivo para mejora de la disponibilidad, cuya finalidad es reducir averías, y se aplica en aquellas instalaciones donde se requiere que estén disponibles para producir un mayor número de horas al año. Una estrategia es un conjunto de herramientas, metodológicas e instrumentos alineados al cumplimiento efectivo de la gestión del mantenimiento, siendo que deben ser dichas estrategias estructuradas de forma lógica y ordenada.

El modelo estratégico exige una alta precisión en la definición de fechas para las paradas programadas, que supondrán una revisión general completa con una frecuencia generalmente amplia que incluye la sustitución de todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con alta probabilidad de fallo.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.*

Implementar estrategias de mantenimiento preventivo basado en la disponibilidad de los equipos del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román de la ciudad de Riobamba.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Determinar el sustento teórico del mantenimiento de los equipos hospitalarios y la disponibilidad.

Definir la situación actual del mantenimiento en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.

Proponer una metodología para la implementación de estrategias en el plan de mantenimiento.

Ejecutar estrategias de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El mantenimiento requiere de conocimiento técnico muy específico y experiencia personal que se ha desarrollado con la aplicación del conocimiento, desde un punto de vista de mejora esto puede ser un factor importante que influya positivamente en acciones que afecten a la empresa como la disponibilidad, operación y eficiencia energética.

Los Hospitales y clínicas que trabajan con equipos biomédicos y mecánicos para prestar los servicios de salud, necesitan asegurar que sus sistemas permanezcan en condiciones óptimas el mayor tiempo posible, por lo que resulta vital disponer de un servicio de mantenimiento que cuente con todas las medidas necesarias que garanticen el correcto funcionamiento de instalaciones y equipos.

La gerencia del departamento de mantenimiento debe realizar labores técnicas, administrativas y de manejo del personal, que será el elemento más importante en la toma de decisiones que le competen, decide y escoge entre uno o más elementos de acción.

El estudio del marco teórico está estructurado con información necesaria de conceptos, métodos, técnicas, extractos de normas, decretos o puntos de vista para el desarrollo de la gestión de las estrategias de mantenimiento enfocadas a preservar la disponibilidad, de modo que se evidencia buenas prácticas en todas las partes del diagnóstico de la situación actual, plan de mantenimiento, e indicadores de gestión que se orienten a ajustarse en el este caso práctico del hospital en estudio.

2.2 Base legal

2.2.1 Art.8.- Estructura Orgánica Descriptiva

Proceso Gobernante

Direccionamiento Estratégico del hospital

Los hospitales de especialidades, especializados y generales con más de 70 camas, gestionan el direccionamiento estratégico por medio de la gerencia de hospital, mientras que en los hospitales básicos y otros de menos de 70 camas, se gestiona el direccionamiento estratégico y asistencial desde una sola unidad de responsable, que se denomina dirección de Hospital

El sector salud en el Ecuador se basa en el siguiente cuerpo legal:

- Constitución Política del Estado
- Ley Orgánica de Salud 81
- Normas y Protocolos del Ministerio de Salud Pública
- Código de la Niñez y Adolescencia
- Ley de Maternidad Gratuita
- Ley de Contratación Pública
- Ley Orgánica del IESS
- Ley de Régimen Tributario
- Código de Trabajo
- LOSEP
- Reglamento Interno

2.3 Metodología

La metodología que se debe implementar para conocer cómo se lleva el mantenimiento en los hospitales o en cualquier área que se pretende realizar un estudio es una auditoria, a la vez se debe ver que norma o que parámetros se necesitan para realizar un

mantenimiento si lo requiere en base mantenimiento hospitalario para ello se tomó en consideración las OMS (Organización Mundial de la Salud).

2.3.1 Auditoría.

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría. (ISO19011, 2011)

2.3.2 Criterios de auditoría.

Grupo de políticas, procedimientos o requisitos usados como referencia y contra los cuales se compara la evidencia de auditoría. (ISO19011, 2011)

2.3.3 Evidencia de la auditoría.

Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables. (ISO19011, 2011)

2.3.3.1 Auditoría de sistemas de gestión.

Cuando se encuentra la necesidad de conocer en qué estado se encuentra o en qué nivel se cumplen ciertos parámetros de los sistemas de gestión en una organización es la oportunidad para realizar una auditoría. Una auditoría de gestión del mantenimiento sirve para verificar el estado de la gestión del proceso, el estado del mantenimiento de los equipos e instalaciones, ayuda a que los procedimientos sean entendidos y aplicados e induce a trabajar sistemáticamente según métodos establecidos.

El programa para realizar una auditoría deberá incluir la información y recursos necesarios para organizar y conducir las auditorías de manera eficiente dentro de los tiempos especificados; pueden tomarse en cuenta lo siguiente:

- Objetivos para el programa de auditoría.

- Alcance/número/tipos/duración/ubicación/cronograma de las auditorías
- Procedimientos del programa de auditoría
- Criterios de auditoría
- Métodos de auditoría
- Selección de equipos auditores
- Recursos necesarios, incluyendo viajes y hospedaje
- Procesos para manejo de confidencialidad, seguridad de la información, salud y seguridad y otros temas similares.

La implementación del programa de auditoría debería ser monitoreada y medida para asegurar que se han alcanzado los objetivos trazados. El programa de auditoría debería ser revisado para identificar posibles mejoras.

2.3.3.2 *Auditoria de gestión de mantenimiento.* En el momento en el que la dirección de una empresa o el responsable del departamento se plantea si la gestión que se hace del mantenimiento es el adecuado, la respuesta puede ser “si, no o regular”. Claro está que cualquiera de las tres respuestas es insatisfactoria, porque entre cada una de ellas hay muchos puntos intermedios de respuesta, y porque no informa sobre qué cosas se tiene que cambiar para que la gestión del departamento sea considerada excelente.

La mejor solución suele ser realizar una auditoría de mantenimiento, comparando el departamento con un departamento modélico, ideal, y determinar qué hace falta para llegar a ser como el modelo. Es viable contratar esta Auditoría a una empresa externa, y tener la opinión de alguien externo a la empresa, pero también es posible prepararla desde dentro.

Cuando se habla de calidad o de excelencia en mantenimiento, es conveniente definir con exactitud a que se refiere. Por calidad en mantenimiento se debe entender lo siguiente: máxima disponibilidad al mínimo coste.

Al analizar este objetivo en pequeñas metas, se puede detallar que máxima disponibilidad al mínimo coste significa, entre otras cosas (Auditorias de Mantenimiento, 2009):

- Disponer de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.
- Que la mano de obra esté suficientemente cualificada para acometer las tareas que sea necesario llevar a cabo
- Que el rendimiento de dicha mano de obra sea lo más alto posible
- Disponer de los útiles y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender
- Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan los requisitos necesarios
- Que el dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible
- Que se disponga de los métodos de trabajo más adecuados para acometer las tareas de mantenimiento
- Que las reparaciones que se efectúen sean fiables, es decir, no vuelvan a producirse en un largo periodo de tiempo
- Que las paradas que se produzcan en los equipos como consecuencia de averías o intervenciones programadas no afecten al Plan de Producción, y por tanto, no afecten a nuestros clientes (externos o internos)
- Disponer de información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que nos permita tomar decisiones.

2.4 Mantenimiento

La definición según la norma EN 13306 “el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida” (UNE - EN 13306, 2011, p. 6).

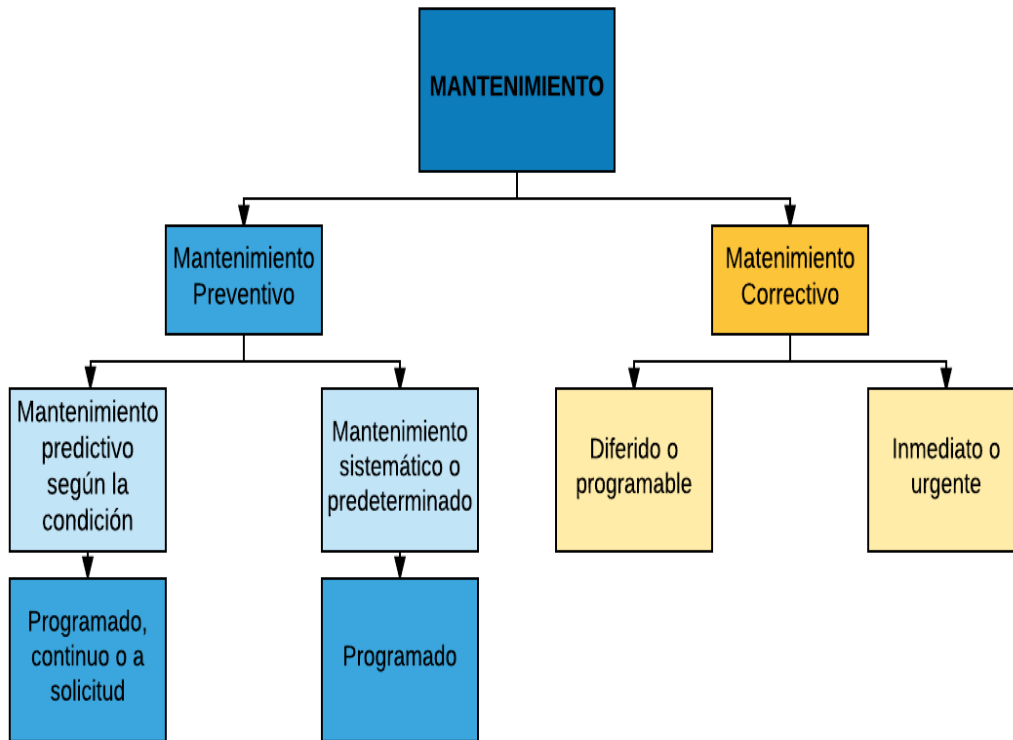


Figura 1-2. Clasificación del mantenimiento
Fuente: NORMA UNE EN 13306 (2011)

La transformación que el mantenimiento ha sufrido a través del tiempo con el avance tecnológico ha sido de gran importancia, porque inicialmente era visto como acciones correctivas realizadas por los operarios para solucionar fallas. con el desarrollo de las maquinas se ha organizado el mantenimiento por departamentos para solucionar las fallas y también prevenirlas, actuar antes de que se produzcan contando con personal que se dedica a estudiar periodos en los que se producen las fallas, garantizando la eficiencia y evitando costos elevados.

En la actualidad el mantenimiento busca aumentar y confiabilizar la producción; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la *gestión* de mantenimiento asistido por *computador* y el mantenimiento basado en la confiabilidad.

Por lo definido anteriormente se precisan los siguientes tipos de mantenimiento según (UNE - EN 13306, 2011, p.13)

2.4.1 Tipos de mantenimiento.

Según la Organización Mundial de la Salud y los documentos técnicos de la OMS 2012 actualizados se clasifica al mantenimiento descrito en la figura 2-2 de la siguiente manera:

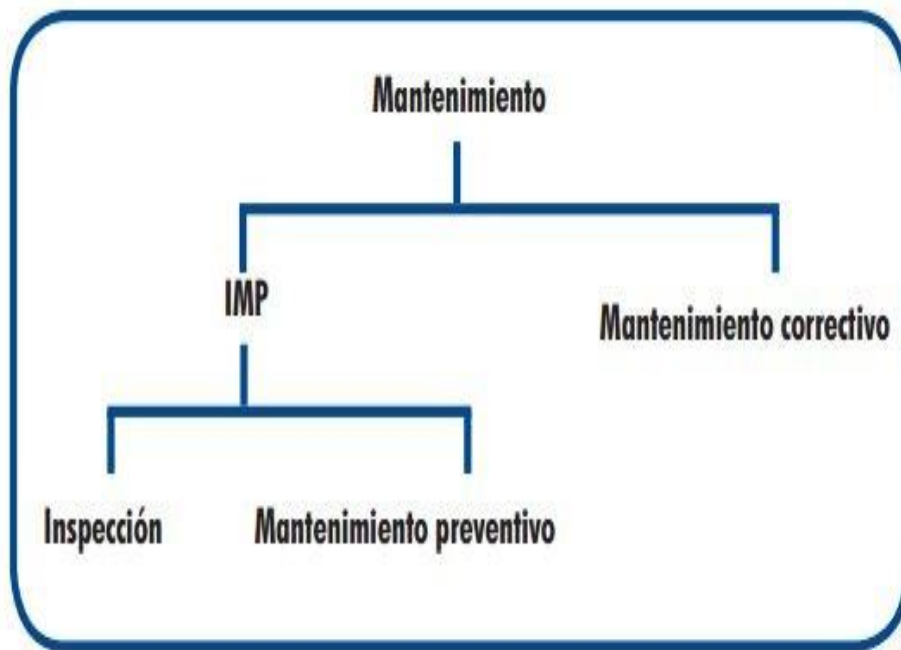


Figura 2-2. Componentes del programa de mantenimiento hospitalario.
Fuente: OMS, 2012, p. 10.

2.4.1.1 *Mantenimiento correctivo.*

Mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida. (UNE - EN 13306, 2011, p.13)

2.4.1.2 *Mantenimiento preventivo.*

Mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios establecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. (UNE - EN 13306, 2011, p.13)

2.4.1.3 Mantenimiento predictivo.

Mantenimiento basado en la condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento (UNE - EN 13306, 2011, p.13).

2.4.1.4 Mantenimiento sistemático.

Según la Norma AFNOR (X60-010), "el mantenimiento sistemático es aquel mantenimiento preventivo efectuado de acuerdo con un plan establecido, según el tiempo o el número de unidades fabricadas" (Afnor (X60 - 010)).

2.4.1.5 Mantenimiento basado en la condición.

Mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición y/o la inspección y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento (UNE - EN 13306, 2011, p.13).

2.4.2 Plan de mantenimiento.

Conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento (UNE - EN 13306, 2011, p.7).

2.5 Mantenimiento hospitalario

Por mantenimiento hospitalario se entiende la actividad técnico-administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo. (Decreto 1769, 1994, p.2)

2.5.1 Estructura del mantenimiento hospitalario.

El sistema de servicio de salud es un conjunto de elementos y mecanismos relacionados y organizados a través de los cuales la infraestructura de servicios, recursos humanos y financieros se ordenan y estratifican dando forma a los instrumentos operativos de la tecnología médica y sanitaria para realizar servicios de salud integrales.

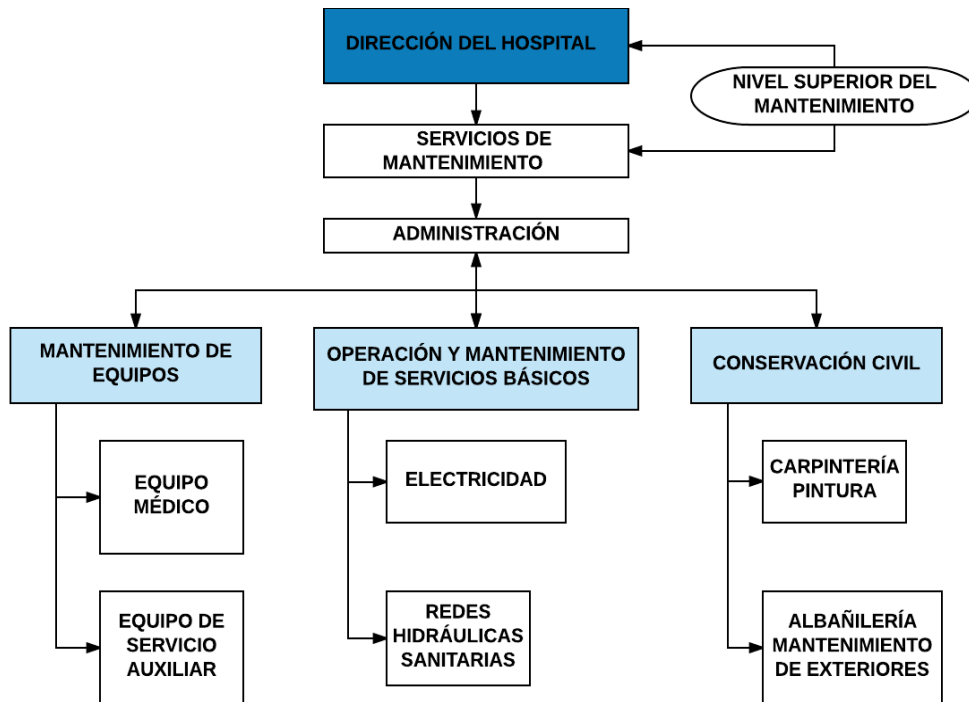


Figura 3-2. Estructura orgánica de un servicio de mantenimiento para un hospital

Fuente: Manual de mantenimiento de servicios de salud, Carlos A Gózaes silva 1996

Los sistemas locales de salud (SILOS), conforman el punto focal del sistema administrativo y se constituyen en uno de los componentes básicos de la extensión de cobertura, a través de sus efectores, que forman parte de la red de servicios de salud y garantizan el acceso de la población a los servicios médicos mediante el desarrollo de acciones oportunas, eficientes, eficaces y equitativas.

Sin embargo, a este nivel, es notoria la debilidad e incapacidad institucional para cumplir con las acciones básicas en materia de la conservación y el mantenimiento de la infraestructura física en salud, instalaciones, equipos y maquinaria en vista de que no aparece una definición clara y precisa de sus funciones, responsabilidades y líneas de acción.

En la gran mayoría de las instituciones no existen instalaciones y talleres adecuados y el "mantenimiento" se reduce a la aplicación de acciones correctivas básicas, efectuadas en forma elemental, por parte de personal "empírico" o con escasa preparación y sin ningún criterio u orientación de tipo técnico, ocasionando, en consecuencia, daños más serios y en muchos casos la inutilización parcial o total de los equipos.

El alto grado de obsolescencia físico- funcional alcanzado en la actualidad por este motivo, ha generado la necesidad de reinvertir, prematuramente, cuantiosas sumas de dinero en la adquisición de nuevos equipos, algunos de ellos producto de sofisticadas tecnologías desacordes con la capacidad del país de garantizar su operación y mantenimiento.

2.5.1.1 *Recursos humanos.* Establecer criterios para la contratación de personal especializado en el mantenimiento para que este cumpla con las necesidades del mismo y contar con programas de capacitación o especialización que ayuden a mejorar el nivel de entrenamiento del personal responsable en las labores de mantenimiento y conservación de los recursos físicos, instalaciones y equipos biomédicos y mecánicos.

2.5.1.2 *Recursos económicos y financieros.* La falta de recursos financieros para atender las necesidades de mantenimiento y conservación del establecimiento de salud y sus equipos hacen difícil el poder realizar un mantenimiento adecuado mucho menos con un pequeño porcentaje económico que se le es asignado para cada año que resulta insuficiente, también la importancia minoritaria que se le da a la función del mantenimiento.

Generalmente es atendido cuando se ocasiona una emergencia o cuando ocurre un imprevisto que paraliza a todo tipo de actividades

2.5.1.3 *Recursos tecnológicos.* El Hospital primario posee de 15 a 30 camas para su mantenimiento debe tomar en cuenta: el conocimiento disponible para la gestión del mantenimiento (técnicas de dirección, gestión de talento humano, gestión de compras públicas, métodos y técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros), como las herramientas para su ejecución. Su empleo ahorra tiempo, recursos y mejora la calidad del proceso de gestión del mantenimiento. Además se menciona el sistema

integrado de medios físicos (computadoras, impresoras, sistemas de comunicación, servidores de internet, etc.), y digitales (software, bases de datos, repositorios digitales, etc.), como también sistema de contratación pública.

2.5.1.4 *Instalaciones para almacenaje.* La instalación que debe tener un almacén con respecto a infraestructura y que pueda cumplir con sus condiciones requeridas son:

- Ventilación adecuada en el almacenaje.
- La cubierta de techo deberá ser de lámina de zinc corrugado o losa de concreto reforzada.
- La estructura de techo: estructura metálica o de madera.
- La cubierta de techo íntegra, sin filtraciones y sin huecos.
- Las paredes de mampostería confinada o reforzada, paredes con sistema Covintec acabado de repello y fino, o durock para exteriores.
- Particiones internas para división de ambientes, son de gypsum, plycem liso, durock o MR para ambientes húmedos.
- Las paredes tienen que ser de superficie lisa de material durable y fácil de limpiar, resistente a productos químicos, pintura en buen estado.
- Las vigas y columnas, deberán estar sin daños, fisuras o fracturas.
- El piso deberá ser de ladrillo de cemento, terrazo o cerámica antiderrapante, sin huecos, fisuras, fracturas o depresiones.
- El piso deberá ser de fácil limpieza y descontaminación, con superficies sin deterioro de las mismas.

- Las ventanas deberán ser íntegras y de fácil limpieza, de celosía o fijas con desplazamiento horizontal o vertical. Manual de Habilitación de Establecimientos Proveedores de Servicios de Salud Noviembre 2011 396.
- Las puertas deberán ser de 0.90 m de ancho como mínimo, fabricadas de madera sólida, o de aluminio con vidrio con todos sus herrajes.
- Servicio higiénico con lavamanos y dispensador integrado para el personal (accesorios en buen estado y funcionando adecuadamente).

2.6 Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento dentro de una institución de salud es el responsable directo encargado de mantener en buenas condiciones equipos e instalaciones proporcionando oportunidad y eficiencia previniendo accidentes y lesiones en el trabajador, también se encarga de la contratación externa para realizar el mantenimiento permitiendo un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando la presencia de riesgos en el área laboral.

2.6.1 Objetivo.

El objetivo del área de mantenimiento del Hospital Pediátrico es buscar mantener el rendimiento de los equipos siempre en condiciones admisibles para poder cumplir con una atención a sus pacientes de mejor conformidad

2.6.2 Descripción de las tareas.

Las responsabilidades que el departamento de mantenimiento debe cumplir son varias que serán:

- Planeación, organización y ejecución del mantenimiento
- El administrar y controlar el presupuesto necesario para el departamento
- Dirigir al personal técnico y contratistas

- Control del taller y depósito
- Control de repuestos y materiales
- Organizar las actividades de mantenimiento y verificar su cumplimiento
- Asegurarse de cumplir con las normativas y regulaciones respectivas de seguridad
- Apoyar en nuevos proyectos y mejoras
- La coordinación con otras áreas para realizar el mantenimiento.

2.6.3 Planeación y organización del mantenimiento

2.6.3.1 Planeación y financiamiento.

Para mantener adecuadamente los bienes con los fondos disponibles, es esencial planear, presupuestar y controlar los costos de trabajo. La planeación y el presupuesto del mantenimiento deben proceder simultáneamente.

El mantenimiento no puede planearse sin conocer los costos involucrados, los presupuestos no pueden prepararse sin definir un programa efectivo de trabajo. Los planes y los presupuestos son más fáciles de preparar cuando la política de mantenimiento ha sido acordada con la gerencia central (Gracey, 1996, p. 4).

2.6.3.2 Políticas de mantenimiento.

El establecer lineamientos y principio claros que deben seguir los integrantes del departamento de mantenimiento y todos los facilitadores de las funciones que interactúan con las actividades, para lograr el cumplimiento de los objetivos del sistema de mantenimiento, las políticas que generalmente se tomarán en cuenta serán:

- El propósito de la institución
- Obligaciones jurídicas y requisitos de seguridad para todo el personal.
- Normas apropiadas para las instalaciones
- La fuerza de trabajo, personal interno como externo.
- Métodos de financiamiento y costos

2.6.3.3 *Reglamentos, normas y procedimientos.*

La estructura organizacional del Servicio de Mantenimiento del hospital, requiere de un reglamento interno que, en sus partes fundamentales, conceptuales y metodológicas, se ajuste a la política y siga las pautas del "reglamento general adoptado por el hospital. El "Manual de Organización, Normas y Procedimientos deberá contener:

- La asignación de la misión básica;
- La determinación de las funciones y objetivos;
- El establecimiento de las capacidades y áreas de acción;
- La asignación de la planta de personal;
- Una estructura orgánica en la cual estén claramente delimitadas las líneas de autoridad y establecidas las relaciones y medios de coordinación intra e interinstitucional.

Las normas y procedimientos constituyen en toda organización un elemento de gran valor para garantizar el cumplimiento de cualquier actividad, evitando la presencia de situaciones anormales, tanto en el aspecto técnico como administrativo, con la consecuente presencia de traumatismos que dificultan, y en algunos casos entorpecen el normal funcionamiento del hospital (Hernandez, 1996, p.14).

2.6.4 *Personal operativo*

2.6.4.1 *Taller.* El personal requiere de una capacitación técnica básica, de preferencia bi o multivalente que cubra las necesidades propias de la industria en particular.

2.6.4.2 *Zonas.* En esta área no solo se requiere capacitación básica técnica sino que se disponga de conocimiento tecnológico así como un buen ejercicio de las relaciones humanas.

2.6.4.3 *Servicios.* El tener formación básica y conocimientos tecnológicos de los procesos es de suma importancia, en algunos países se deben superar pruebas de capacitación para su habilitación como operadores idóneos. En consecuencia, en caso de

corresponder, se incluirán en el manual los requisitos a satisfacer y los lineamientos de capacitación a tener en cuenta.

2.6.5 Fuente de información de Fallos ocurrentes

2.6.5.1 *Fallas Tempranas*: Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

2.6.5.2 *Fallas adultas*: Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

2.6.5.3 *Fallas tardías*: Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.

2.6.6 El gerente de mantenimiento.

El gerente de mantenimiento ideal es (Gracey, 1996):

- Un ingeniero calificado o un técnico experto que actúe bien en el trabajo requerido en varias funciones
- Una persona que sepa que la atención a los detalles es vital cuando se realiza un trabajo técnico, pero que puede ver el panorama cuando se hacen planes o se coopera con otros gerentes (especialmente aquellos a cargo de operaciones y finanzas).
- Consciente del costo y del tiempo. Pero resistente e impermeable a presiones comerciales o funcionales que podrían conllevar condiciones de trabajo peligrosas.
- Claro y capaz de trabajar con gente, de dirigir y organizar el personal; dispuesto a delegar y entrenar.

- Con seguridad en sí mismo para representar el departamento ante directores y visitantes.
- Interesado en el cambio y mejoramiento tecnológico, actualizado sobre los avances en el equipo, especialmente en los aspectos de mantenimiento.

2.6.7 Asistente del Departamento.

Controla y distribuye los trabajos del personal, verifica la aplicación del material, revisa los informes de control de operación de los equipos y colabora en la supervisión del control interno y del medio ambiente en las áreas de trabajo.

Procedimientos: identifica las áreas críticas mediante inspecciones periódicas. Elabora los programas de trabajo por prioridades. Aplica el control interno en cada una de las áreas de trabajo. Contribuye al mejoramiento del medio ambiente interno y de la comunidad mediante el cumplimiento de las normas al respecto (Londoño, 2000, p.227).

2.7 Mantenimiento preventivo planificado

2.7.1 Inventarios

2.7.1.1 Inventario definición

Son activos en forma de materiales o suministros, para ser consumidos en el proceso de producción, o en la prestación de servicios (Norma Internacional De Contabilidad, 1995, p.3).

2.7.1.2 Inventario general de equipo

Es un registro documental de los bienes y demás cosas pertenecientes a una empresa o entidad institucional realizada con orden y precisión, que sirve para ver de forma general con lo que dispone para desarrollar su actividad. Listado de activos que son herramientas que facilitan hacer los trabajos más rápido, que pertenecen a la empresa y le generan dinero (Maximiano, 2008, p.182).

El inventario de objetos constituye el punto de partida del sistema de información de mantenimiento, ya que aquí se listan los componentes (equipos, instalaciones u otros), objeto de mantenimiento y este instrumento consiste en una descripción muy superficial de cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento (Norma COVENIN 3049, 1993, p. 10).

2.7.1.3 *Inventario técnico.* Es la Hoja de identificación o ficha técnica de los equipos médicos que contiene la siguiente información:

- **Fecha.** Con información como: día, mes y año en el que se generó la hoja de vida del equipo
- **Ubicación.** Que contiene información como: área, servicio, operador, código y número de inventario.
- **Nombre y características.** Con información como: nombre, marca, modelo, serie, fecha de manufactura y código de manual.
- **Características técnicas.** Con información que contendrá: clase de tecnología predominante (eléctrico, mecánico, neumático, electromecánico, hidráulico, electrónico), Voltaje, Frecuencia, Potencia y Amperaje.
- **Accesorios.** Referenciar los accesorios del equipo, Nombre, Serial, Algún detalle técnico.
- **Mantenimiento:** Conocer si se le ha realizado mantenimiento al equipo y después el tipo de mantenimiento realizado.
- **Observaciones:** Se detalla algo importante que no se ha referenciado, por ejemplo la garantía hasta que fecha tiene vigencia.

2.7.1.4 *Historial.*

El sumario de todos los mantenimientos realizados al equipo se encuentran detallados en la hoja de vida hasta la última fecha de intervención y se encuentran de la siguiente forma:

- Fecha: día de la intervención de mantenimiento.

- Mantenimiento: tipo de mantenimiento realizado preventivo o correctivo.
- Repuestos: en la intervención de mantenimiento si se utilizó o no repuestos.
- Funcionamiento: el estado de funcionamiento en el que quedo después de la intervención bueno, malo o regular.
- Detalle: lo que se realizó al equipo.
- Empresa: nombre de la empresa que realizo la intervención de mantenimiento.

2.7.1.5 *Procedimientos para el mantenimiento.* Con la información inicial tomada de los equipos se procede a realizar las tareas y actividades que se van a ejecutar frecuentemente para cada equipo, es imprescindible correlacionar los códigos que se establecieron en el inventario técnico y los símbolos a utilizar para el control de frecuencias de mantenimiento.

2.7.1.6 *Control de frecuencias.* En el cronograma va especificado la semana del año en que se realizará el procedimiento de mantenimiento que se efectuará, necesariamente el encargado de mantenimiento organizará la programación para que en el momento indicado se disponga de los recursos humanos, técnicos, y materiales necesarios de la institución.

2.7.1.7 *Registro de reparaciones.* La disposición de datos confiables de las reparaciones efectuadas, repuestos utilizados, el costo anual y acumulado del mantenimiento realizado, ayuda a determinar el stock de repuestos mínimos, la factibilidad de reemplazo del bien por causa de un elevado costo de reparación, etc. Adicionalmente el contar con las inspecciones y supervisión trimestral denominados ciclos de inspección, con lo que se logrará actualizar constantemente las frecuencias de mantenimiento y eventualmente las condiciones de trabajo en los procedimientos del mantenimiento

2.7.1.8 *Términos económicos del mantenimiento.* Para una mejor atención en los servicios de salud es necesario que la infraestructura, equipamiento e instalaciones del hospital estén en buenas condiciones de funcionamiento, la aplicación del programa de mantenimiento da a entender que el hospital es una empresa y por tal razón debe ser

dirigida por principios administrativos, económicamente el mantenimiento influye mucho.

La falta de conocimiento que relaciona el costo de los equipos con los costos de mantenimiento puede ser un factor negativo, sin dejar de lado el costos de la rehabilitación de un equipo e instalación a infraestructura hospitalaria, así se pretende comparar el costo de mantenimiento anual como un porcentaje del presupuesto anual de operaciones, sin contemplar la pretensión de conservar el capital invertido, o sea el costo de la inversión hospitalaria.

2.7.1.9 Factores que influyen en el mal uso de los recursos. Los factores que más influyen son los siguientes:

- La adquisición de equipo tecnológicamente sofisticado, el cual es subutilizado, por personal que desconoce su funcionamiento, instalación y mantenimiento a realizar. Factores que influyen en su vida útil.
- La compra de repuestos y accesorios para realizar modificaciones por deficiente selección del equipo
- La falta de estandarización, se refleja en un alto costo de adquisición de repuestos o compras adicionales.
- Tiempo de funcionamiento bajo por la falta de mantenimiento
- La inexperiencia o desconocimiento de las reparaciones y repuestos a utilizar
- El cambio de modelo por parte del fabricante. Estimado en 10-30% de costo para repuestos.

2.7.2 Implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Para realizar la implementación de un plan de mantenimiento preventivo será necesario seguir los siguientes pasos, aunque pueden variar de acuerdo a la organización y de cómo este estructurada.

2.7.2.1 Determinar metas y objetivos: El determinar qué resultados se quieren obtener al implementar un programa de mantenimiento preventivo dentro de la institución es el

primer paso para diseñarlo. El trabajar sobre una base limitada y la expansión después de obtener resultados positivos es un buen inicio.

2.7.2.2 Requerimiento para el plan: Conocer los equipos que se requieren mantenerlos en buen estado y si contribuyen en la producción o no.

2.7.2.3 Maquinaria y equipo a incluir Determinar cuál es la maquinaria y equipo crítico dentro de la planta es una buena forma de iniciar con esta actividad

2.7.2.4 Áreas de operación a incluir El seleccionar un departamento o sección de la planta facilitará el inicio y ayudará en una mejor toma de datos para realizar la medición del progreso, una vez aprobada y con buenos resultados se podrá expandir a otras áreas.

2.7.2.5 Disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo planificado. Determinar si se implementará mantenimiento preventivo tradicional: como lubricación, inspecciones, hacer ajustes, calibraciones o cambio de partes dependiendo del uso o frecuencia. O si se implementará mantenimiento predictivo: como inspecciones periódicas de monitoreo y análisis de aceite.

2.7.2.6 Medición del mantenimiento preventivo. La medición del progreso del programa de mantenimiento preventivo planificado es muy importante ya que este determina si se falló o se tuvo éxito.

El no contar con una medida del progreso causará efectos que se verán reflejados en la disminución del presupuesto de mantenimiento, por tanto no se podrá expandir el programa hacia otras áreas ya que no se obtiene resultados positivos, si no mide los resultados no podrá afinar el programa; en concreto, si no hace del sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir al programa.

2.7.3 Requerimientos para establecer el programa de mantenimiento preventivo.

Conocer los equipos que se incluirán en el plan de mantenimiento y su funcionamiento es:

- El adiestrar a los operarios en optar por una cultura preventiva
- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo), la misma que indicará en que tiempo se repetirá la tarea de mantenimiento programada.
- Un adecuado inventario de repuestos, materiales y herramientas para cumplir con las actividades planificadas

2.7.4 Servicios a realizar en el plan de mantenimiento preventivo planificado.

2.7.4.1 *Servicio diario del equipo.* El objetivo es comprobar el estado del equipo o máquina, los mecanismos de transmisión, elementos de lubricación y comprobar parámetros de trabajo

2.7.4.2 *Trabajos periódicos.* Trabajos que se efectúan cada determinado tiempo por los operadores, actividades como:

- Limpieza general de los equipos.
- En los sistemas de lubricación de algunos equipos cambios de aceite.
- Control de parámetros.

2.7.4.3 *Revisión.* Esta actividad se realiza en una reparación o según como este especificado en el plan del equipo. El objetivo de la revisión es comprobar el estado del equipo y determinar los requerimientos necesarios para la próxima reparación, los trabajos a realizar son:

- Comprobación de mecanismos.
- Comprobación de funcionamiento de sistemas de lubricación.
- Comprobación del calentamiento no excesivo de partes giratorias del equipo.
- La separación parcial y limpieza de mecanismos se da en ciertos casos.

2.7.4.4 *Reparación pequeña.* Reparación preventiva que sirve como prevención de defectos en los equipos. La sustitución de piezas pequeñas y regulación de algunos

mecanismos se garantizará la explotación normal del equipo hasta la próxima reparación. Durante la reparación se realizan trabajos como:

- Desmontaje del equipo
- Desmontaje de dos o más mecanismos
- Limpieza del equipo, piezas desmontadas
- Desmontaje parcial, rectificación de superficies de trabajo
- Comprobar holguras entre árboles y cojinetes
- Sustitución de ruedas dentadas por dientes rotos o reparación de las mismas.
- Sustitución de elementos de fijación rotos o desgastados
- Sustitución de tuercas desgastadas y reparación
- Comprobar ruidos, vibraciones y calentamiento fuera de lo normal
- Comprobar y reparar sistemas de lubricación

2.7.4.5 Reparación mediana: El desmontaje parcial del equipo para la respectiva reparación o sustitución de piezas en mal estado que garantizará la precisión y potencia necesaria, las reparaciones que se realizarán serán los siguientes:

- Desmontaje de mecanismos
- Comprobación de holguras
- Los previstos en una reparación pequeña

2.7.4.6 Reparación general: Es la reparación de mayor escala en los trabajos en el cual se desmonta todo el equipo, la reparación de todas las piezas y mecanismos defectuosos y desgastados, para recuperar las condiciones de funcionamiento, mediante esta reparación se busca garantizar la fiabilidad, potencia y productividad del equipo. Durante la reparación general el equipo no trabaja, los siguientes trabajos son los que se realizan:

- Los previstos para la reparación general
- Desmontaje total de todo el equipo
- Reparación de sistemas de lubricación e hidráulico
- Comprobación y corrección de defectos en el equipo

- Rectificación de todas las superficies
- Comprobación de holguras y alineamiento

2.8 Conceptos básicos

2.8.1 *Infraestructura hospitalaria.*

Para los efectos del mantenimiento, se entiende por infraestructura hospitalaria los edificios, las instalaciones físicas, las redes eléctricas, de sistemas y comunicaciones, telefónicas, hidráulicas y de vapor, redes locales, redes de conducción de gases medicinales y las áreas adyacentes a las edificaciones (Decreto 1769, 1994, p.1).

2.8.2 *Equipo industrial de uso hospitalario.*

Hacen parte del equipo industrial de uso hospitalario, las plantas eléctricas, los equipos de lavandería y de cocina, las calderas, las bombas de agua, las autoclaves, el equipo de seguridad, el de refrigeración y aquellos equipos relacionados con servicios de apoyo hospitalario (Decreto 1769, 1994, p.1).

2.8.3 *Dotación hospitalaria.*

Para los efectos de la actividad de mantenimiento, la dotación hospitalaria comprende: el equipo industrial de uso hospitalario, el equipo biomédico, los muebles para uso administrativo y para usos asistenciales, y los equipos de comunicaciones e informática (Decreto 1769, 1994).

2.8.4 *Equipo Biomédico.*

Se entiende por equipo biomédico todo aparato o máquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, mecánicas y/o híbridas; desarrollado para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud (Decreto 1769, 1994, p.1).

2.8.5 *Mantenibilidad.*

Capacidad de un elemento bajo condiciones de utilización dadas, de ser preservado, o ser devuelto a un estado en el que pueda realizar una función requerida, cuando el mantenimiento se ejecuta bajo condiciones dadas y utilizando procedimientos y recursos establecidos. (UNE - EN 13306, 2011)

2.8.6 *Vida útil.*

Intervalo de tiempo que comienza en un instante dado y termina en el instante en que se alcanza el estado límite. (UNE - EN 13306, 2011 pág. 9)

2.8.7 *Gestión Tecnológica.*

Es el conjunto de procedimientos encaminados al control de la adquisición, instalación de equipo biomédico garantizando así al máximo las prestaciones de calidad y seguridad a costos efectivos (Labastidas, 2013, p.14).

2.8.8 *Avería.*

Estado de un elemento caracterizado por la inaptitud para realizar una función requerida, excluyendo la incapacidad durante el mantenimiento preventivo o por otras acciones planificadas, o debido a la falta de recursos externos (UNE - EN 13306, 2011, p.12).

2.8.9 *Contratación externa del mantenimiento.*

Contratación externa de todas o de parte de las actividades de mantenimiento de una organización durante un periodo de tiempo establecido (UNE - EN 13306, 2011, p.14).

2.8.10 *Revisión general (overhaul).*

Conjunto exhaustivo de acciones de mantenimiento preventivo que se realizan con objeto de mantener el nivel requerido de desempeño de un elemento (UNE - EN 13306, 2011, p.15).

2.8.11 Inspección.

Examen de la conformidad mediante medición, observación o ensayos de las características relevantes de un elemento (UNE - EN 13306, 2011, p.14).

2.8.12 Mejora.

Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, destinada a mejorar la fiabilidad y/o la mantenibilidad y/o la seguridad (para las personas) de un elemento, sin que se produzca ningún cambio de su función original (UNE - EN 13306, 2011, p.16).

2.8.13 Historial de mantenimiento.

Parte de la documentación de mantenimiento que contiene el historial de todos los datos relativos al mantenimiento de un elemento (UNE - EN 13306, 2011, p.19).

2.8.14 Accesorio.

Implemento que trabaja en conjunto con el equipo médico destinado por el fabricante.

2.8.15 Repuesto.

Elemento destinado a sustituir a un elemento análogo, con objeto de conservar o mantener la función original requerida del elemento. (UNE - EN 13306, 2011, p.8)

2.8.16 KPI(Key Perfomance Indiator)

Según la norma INEN-EN 15341:2010 son un conjunto de indicadores claves que proporcionan los cimientos sobre lo que se sustentan los procesos, sistemas y prácticas de la empresa de la institución.

Ayudan a evaluar e nivel de desempeño y la eficiencia de cada uno de ellos en la organización, es la respuesta que encontramos al profundizar en los procesos y prácticas que nos orientan a determinar si estamos en lo correcto.

2.8.17 Disponibilidad.

Aptitud de un elemento para encontrarse en un estado en que pueda realizar su función, cuándo y cómo se requiera, bajo condiciones dadas, asumiendo que se dispone de los recursos externos necesarios (UNE - EN 13306, 2011, p.8).

2.9 Estrategias de mantenimiento

2.9.1.1 *Mantenimiento basado en intervalos.* Estrategia que establece realizar actividades de mantenimiento en un horario regular, por calendario en periodos de tiempo como semanal, mensual, trimestral o semestral independientemente de la condición del equipo. Se recomienda aplicar esta estrategia a equipos con componentes que tienden a desgastarse de forma rutinaria (Decreto 4725, 2005).

Para definir intervalos de mantenimiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Practicas aceptadas de la industria
- Instrucciones del fabricante
- Cumplimiento de normativas.
- Experiencias pasadas con los equipos.

Estrategia compatible con los sistemas de gestión de información, Anexo B se encuentra el cronograma de mantenimiento que se realizó tomando en cuenta la estrategia de mantenimiento basado en intervalos.

2.9.1.2 *Mantenimiento predictivo.* Estrategia que establece realizar algunas medidas para determinar si u mantenimiento es requerido por presencia de fallas inminentes en el equipo como vibraciones, aumento de temperatura, entre otros (Decreto 4725, 2005).

El mantenimiento predictivo es utilizado en aparatos que sufren desgaste mecánico, tales como cepillos en una centrifuga, fluctuación de energía en un tubo de rayos x o vibraciones en un motor. Pero para sistemas electrónicos no se aplica de una manera adecuada esta estrategia, equipos con mayor presencia en el inventario de equipos médicos.

2.9.1.3 *Mantenimiento centrado en la confiabilidad.* Estrategia basada en el análisis del histórico de confiabilidad de los equipos. Organización de actividades de mantenimiento que ayuden a extender la confiabilidad de los equipos, es utilizada en aerolíneas para el mantenimiento de aviones y equipos que requieren un alto grado de confiabilidad (Decreto 4725, 2005).

2.9.1.4 *Mantenimiento por tiempo de uso.* Este mantenimiento se basa en el tiempo de uso del equipo, el número de arranques y paradas.

Algún equipo médico cuenta con un contador del número de usos para controlar el funcionamiento y así establecer en el programa de mantenimiento que por ejemplo cada 500 ciclos o 1000 horas de servicio se realizaran actividades preventivas al equipo. Este método aunque eficaz es más complejo su manejo por medio de sistemas de programación informático (Decreto 4725, 2005).

2.9.1.5 *Mantenimiento a modo de falla.* El equipo en funcionamiento presenta alguna anomalía en su función y este no presenta ningún riesgo para el paciente se lo puede sustituir por otro, este mantenimiento se aplica a equipo que se mantienen en modo de fallo, es una estrategia muy eficaz aplicada a equipos de bajo riesgo (Decreto 4725, 2005).

2.9.1.6 *Mantenimiento correctivo.* Considerada una estrategia, pero también es un requisito para los equipos biomédicos como complemento y debería existir independientemente de las otras, pero no considerarla como única estrategia aplicable.

Este mantenimiento es requerido por el usuario mas no está contenida en modelos de prevención, funcionando hasta cuando requiera una reparación que identifique la falla se dé solución y se ponga en funcionamiento inmediatamente.

El reducir al máximo los eventos inesperados de correctivos que se presentan en los equipo es el objetivo de las organizaciones. La evaluación de estos eventos y determinar otras estrategias que se puedan aplicar podría ayudar a reducir su frecuencia (Decreto 4725, 2005).

2.10 Metodologías

2.10.1.1 *Tercerización.* El realizar una contratación externa para realizar el mantenimiento trae grandes beneficios para la institución como la reducción de costos, ya que contrata a una empresa que cuenta con personal especializado en la ejecución de alguna actividad y sabe cómo distribuir de mejor manera los recursos disponibles. El método se desarrolla con dos tipos de proveedores (Decreto 4725, 2005):

2.10.1.1.1 *Fabricante, importadores o representantes autorizados:* El fabricante persona natural o jurídica es el mejor actor para realizar las actividades de mantenimiento. Si los equipos son importados se considera a los importadores o responsables de los registros sanitarios o los permisos de comercialización.

2.10.1.1.2 *Otras organizaciones (terceros):* Personal natural o jurídico que se dedica a la realización de las actividades de mantenimiento de los equipos biomédicos y que cuenta con un nivel de experiencia o capacitación acreditadas. Si el propietaria requiere de los servicio de tercerización es de suma importancia definir la forma adecuada para la supervisión o intervención de los contratos y determinar las capacidades del personal responsable (Decreto 4725, 2005) .

2.10.1.2 *Internos.* La ejecución de las actividades de mantenimiento a través del departamento de mantenimiento que cuente con personal técnico capacitado y con experiencia en el campo (Decreto 4725, 2005).

2.11 Gestión de personal

2.11.1 Personal interno. Por la normatividad nacional hay diferentes formas de asegurar la existencia de personal para el programa de mantenimiento; se debe tener en cuenta los procesos contractuales necesarios para que este recurso humano interno esté disponible. Cuando se trata de técnicos individuales propios de la institución, el control de la productividad permite identificar a los técnicos que necesitan apoyo o capacitación adicional. (Decreto 4725, 2005)

2.11.2 Proveedor externo. La definición del personal externo requerido por institución y que este contemplado dentro de la planeación se clasifica o gestiona por:

- **Categorías.** El fabricante: es el mejor actor para realizar las actividades de mantenimiento por ser el que fabrica de los equipos biomédicos y conoce el funcionamiento de cada parte.
- **Otras organizaciones:** cuentan con personal de alto nivel de experiencia o capacitación debidamente acreditada para realizar las actividades y se encuentra ejerciendo el mantenimiento.

Tipos de contratos. Servicio completo: respuesta del servicio de mantenimiento en todo momento con tarifas fijas establecidas.

- **Servicio por requerimiento:** respuesta del servicio de mantenimiento con tiempos variables según la necesidad y tarifas establecidas por horas más costos.
- **Responsabilidad compartida:** responsabilidad compartida entre el personal interno de la institución que se encarga en responder y realizar la reparación inicial y el personal externos que interviene después, como y cuando sea necesario.

Repuestos e insumos. Se debe definir si se incluyen los repuestos e insumos de los equipos biomédicos.

Supervisión de contrato. Establecer al personal con la capacidad suficiente para supervisar los contratos que se vayan a realizar con el proveedor externo.

Equipos externos. Establecer personal externo que se responsabilice de los equipos que no sean de la propiedad del proveedor.

2.11.3 Capacitación. Un punto importante es el contemplar la capacitación dentro de la gestión del personal para así poder asegurar mejores prácticas con beneficios importantes en el mantenimiento de equipos médicos. Con formas de capacitación como:

- El estudio individual
- La persona con más experiencia encargada de la capacitación personalizada.
- La presencia del técnico de mantenimiento en las capacitaciones a enfermeras u otros usuarios sobre el funcionamiento de los equipos biomédicos.
- Invitar a un instructor externo especializado
- Invitar a un instructor del fabricante
- Programas de capacitación de terceros
- Programas de capacitación formulados para técnicos por parte del fabricante.

Para garantizar que el personal técnico esté en condiciones se requiere la capacitación en equipos nuevos y el repaso del conocimiento de los equipos existentes. Establecer un cronograma de capacitación con contenido y personal objetivo que impacte en la operación de los equipos biomédicos se considera como una estrategia institucional, el detectar la falta de conocimiento en el personal técnico de mantenimiento es responsabilidad del encargado de la gestión de personal con el fin de mejorar los conocimientos y la confiabilidad del mantenimiento.

2.12 Gestión operativa

2.12.1 Establecer procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo.

Procedimientos o protocolos de mantenimiento para los equipos biomédicos establecidos por el fabricante tanto para el mantenimiento preventivo como para las

inspecciones de funcionamiento u seguridad, cuyo fin es el de reducir la probabilidad del falla.

Dentro de los protocolos deben estar contenido las actividades a realizar, equipo de medición necesarios, límites inferiores y superiores para las mediciones y otros aspectos considerados relevantes. Experiencias previas y evidencias documentales por parte del prestador en la gestión de equipos podrían modificar los protocolos de mantenimiento definidos por el fabricante.

2.12.1.1 *Determinar la frecuencia de inspección y mantenimiento preventivo.* El fabricante es el que establece las frecuencias recomendadas para cada equipo, también se pueden modificar al igual que los protocolos dependiendo de factores como el entorno, experiencias, evidencias documentación con sus respectivos soportes en cada hoja de vida de los equipo biomédicos.

2.12.1.2 *Definir la forma para realizar la inspección y el mantenimiento preventivo.* Los cambios que incidirían en el prestador de servicios de salud dependerán de la elección de la estrategia para realizar el mantenimiento preventivo. La estratificación por nivel de riesgo, la complejidad del servicio y frecuencias de uso tomados como insumo para la elección. La estrategia seleccionada para realizar el mantenimiento preventivo incide directamente en el impacto de las actividades, para realizar el mantenimiento tenemos diferentes formas como:

- Servicios
- Áreas funcionales
- Grupos de equipos
- Periodicidad establecida o por las horas de uso
- Otros

Inspecciones de funcionamiento: Para determinar el desempeño de los equipos biomédicos dependiendo de sus especificaciones, se realizan las inspecciones de funcionamiento, definir el momento adecuado de mantenimiento preventivo si dejar por fuera las del programa. Determinar el periodo de tiempo y quien se responsabilice

dependiendo de las recomendaciones del fabricante y que algunas inspecciones son realizadas por personal asistencial cuando se lo requiera.

Inspecciones de seguridad: el objetivo principal es determinar la seguridad de los equipos antes de la intervención de mantenimiento, definir el momento adecuado para realizar el mantenimiento preventivo o correctivo adicionalmente el periodo de tiempo y responsable de estas actividades, el personal de servicio técnico es con quien se cuenta.

2.12.1.3 *Determinar prioridades.* Establecer un proceso escalonado para el mantenimiento, por medio de una matriz de priorización tomando en cuenta variables como:

- Riesgo
- Misión del prestador
- Necesidades de mantenimiento
- Recursos disponibles

Con la obtención de esta matriz, se puede establecer el universo de equipo biomédicos donde el mantenimiento va a incidir, y definir grupos de equipos prioritarios a intervenir.

2.12.1.4 *Sistema computarizado.* Para realizar la gestión de mantenimiento existen diversos tipos de software disponibles para esto, dependiendo de la complejidad de la institución de salud, se puede contar con información en hojas de cálculo sencillas, con garantía de la confiabilidad del dato, la seguridad de la información y la coherencia para poder generar los informes e indicadores. En este sistemas se debe contar con el inventario actualizado de los equipos biomédicos, almacenamiento y programación de inspecciones y mantenimiento preventivo, eventos controlados.

2.12.1.5 *Marcar o etiquetar.* Etiquetar a los equipos que se han realizado el mantenimiento es recomendable, con el objetivo de contar con información sobre fechas realizadas y próximas programadas, el etiquetado es realizado tanto por el área técnica y personal asistencial o administrativo. El contenido de las etiquetas es:

- Código único de información
- Numero de inventario
- Fecha
- Tipo de mantenimiento
- Programación

Datos adicionales que se puedan agregar al etiquetado y codificación los debe considerar la institución si son necesarios o no. el marcado o etiquetado no es obligatorio ya depende del criterio y necesidades de cada uno

2.12.1.6 *Comunicaciones.* Para la correcta ejecución del mantenimiento la comunicación es un factor importante, como actividad concertada entre las áreas asistenciales y administrativas

1. Dar a conocer el cronograma de mantenimiento a todo el personal asistencial, para que en coordinación con las otras áreas realizar las actividades. Otra opción de comunicación del programa de mantenimiento es un sistema de información institucional como páginas web, carteleras, etc.
2. Comunicar los resultados después de ejecutar las actividades de mantenimiento y procedimiento que surjan para cada hallazgo.
3. La entrevista al personal asistencial sobre el funcionamiento de los equipos biomédicos y su documentación es un instrumento definido por la institución. Los usuarios de los equipos también son una fuente de información y cambios que generan los equipos.

2.12.1.7 *Gestión de los errores del usuario.* Un error causado por el usuario del equipo biomédico representa un problema en alcanzar el objetivo clínico particularmente para el que está diseñado. En la investigación se toma en cuenta el usuario, el paciente, el dispositivo, el entorno y otros factores que obstaculicen lograr el objetivo clínico. La causa de un error por el usuario es más sencillo de identificar, la capacitación en el uso del equipo biomédico y trabajar con los usuarios ayudara en la detección de los errores. Es importante detectar la frecuencia de falla para poder gestionarlos correctamente.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN.

3.1 Características de la macro y micro localización

3.1.1 *Macro localización.*

El Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román se encuentra localizado en Ecuador, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, en la parroquia Lizarzaburu, como se observa en la Gráfico 1-3.

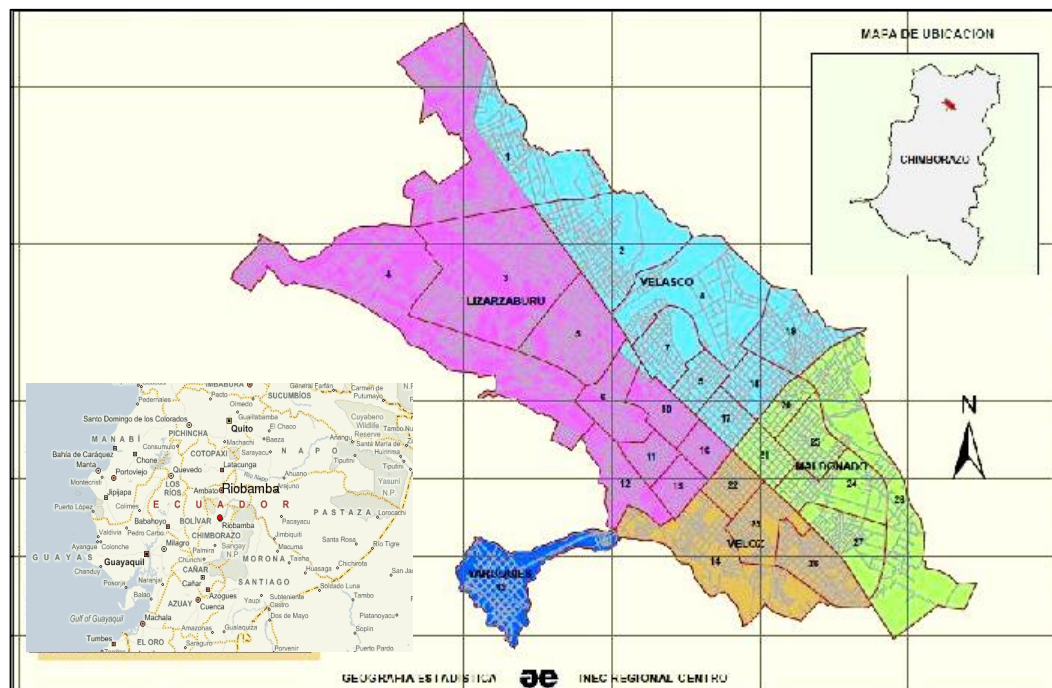


Gráfico 1-3. Macro localización del hospital de niños Alfonso Villagómez Román
Fuente: INEC 2015

3.1.2 *Micro localización.* Se encuentra ubicado entre las calles José Veloz y España, como se puede observar en la gráfico 2-3 donde actualmente cuenta con instalaciones adecuadas para los servicios de atención de salud.



Gráfico 2-3. Ubicación de Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román
Fuente: Google Maps

3.2 Información general del hospital

Nombre:	Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román
Directora	Patricia Trujillo
Rama:	Empresa de servicio hospitalario
Localización:	Ecuador/Sierra/Chimborazo/Riobamba
Altitud:	2.754 msnm
Temperatura:	Promedio de 8°C, al medio día 22°C.
Coordenadas:	1° 40' 6.94" S, 78° 39' 2" W
Dirección:	Av. Jose Veloz y calle España 24-34
Teléfonos:	032-2941-198
Tipo de Empresa:	Servicio (Salud)

3.2.1 Filosofía institucional

3.2.1.1 *Misión.* El hospital trabaja en equipo brindando atención gratuita integral y oportuna con calidad, calidez, eficiencia y eficacia con personal en capacitación continua, fomentando el compañerismo, dando confianza al usuario y a la familia, utilizando equipos de última generación, promocionando los servicios que oferta en satisfacción del usuario pediátrico y adolescente.

3.2.1.2 *Visión.* Para el 2013 el HPAVR, contará con una Gerencia Técnica Administrativa, eficiente y eficaz brindando una atención de calidad y calidez permanente a la población pediátrica con personal suficiente y capacitado, equipos e infraestructura funcional dando un elevado nivel de imagen institucional en la provincia y región del país para satisfacción del usuario.



Gráfico 3-3. Edificio Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román
Fuente: Google Maps

3.2.1.3 *Objetivo del hospital.* Mejorar la organización técnica administrativa de todos los servicios para brindar una atención integral que satisfaga al usuario.

3.2.2 *Áreas que dispone el hospital.*

- Casa de máquinas
- Cirugía 1
- Cirugía 2
- Cirugía
- Clínica digestiva
- Clínica respiratoria
- Clínica
- Cocina
- Emergencia
- Estación de enfermería
- Fisioterapia
- Gases medicinales
- Generador
- Hospitalización
- Infectología 1 y 2
- Laboratorio
- Lactancia digestiva
- Lactancia respiratoria
- Lavandería
- Mantenimiento
- Neonatología
- Odontología 2

- Odontopediatría

- Quirófano

3.2.3 *Organigrama estructural.*

En la figura 7 se detallan los niveles gerárquicos desde el nivel directivo que es la autoridad que autoriza y verifica que se cumplan con las responsabilidades en este nivel se encuentra la dirección del hospital, el nivel administrativo abarca todas las áreas de actividades de la institución y un nivel operativo.

El área de mantenimiento dispone de un lugar propio de trabajo con todos los servicios requeridos.

Tabla 1-3. Cuadro de referencia

NIVEL JERÁRQUICO	REFERENCIA
Directivo	
Administrativo	
Operativo	

Fuente: Archivo del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román

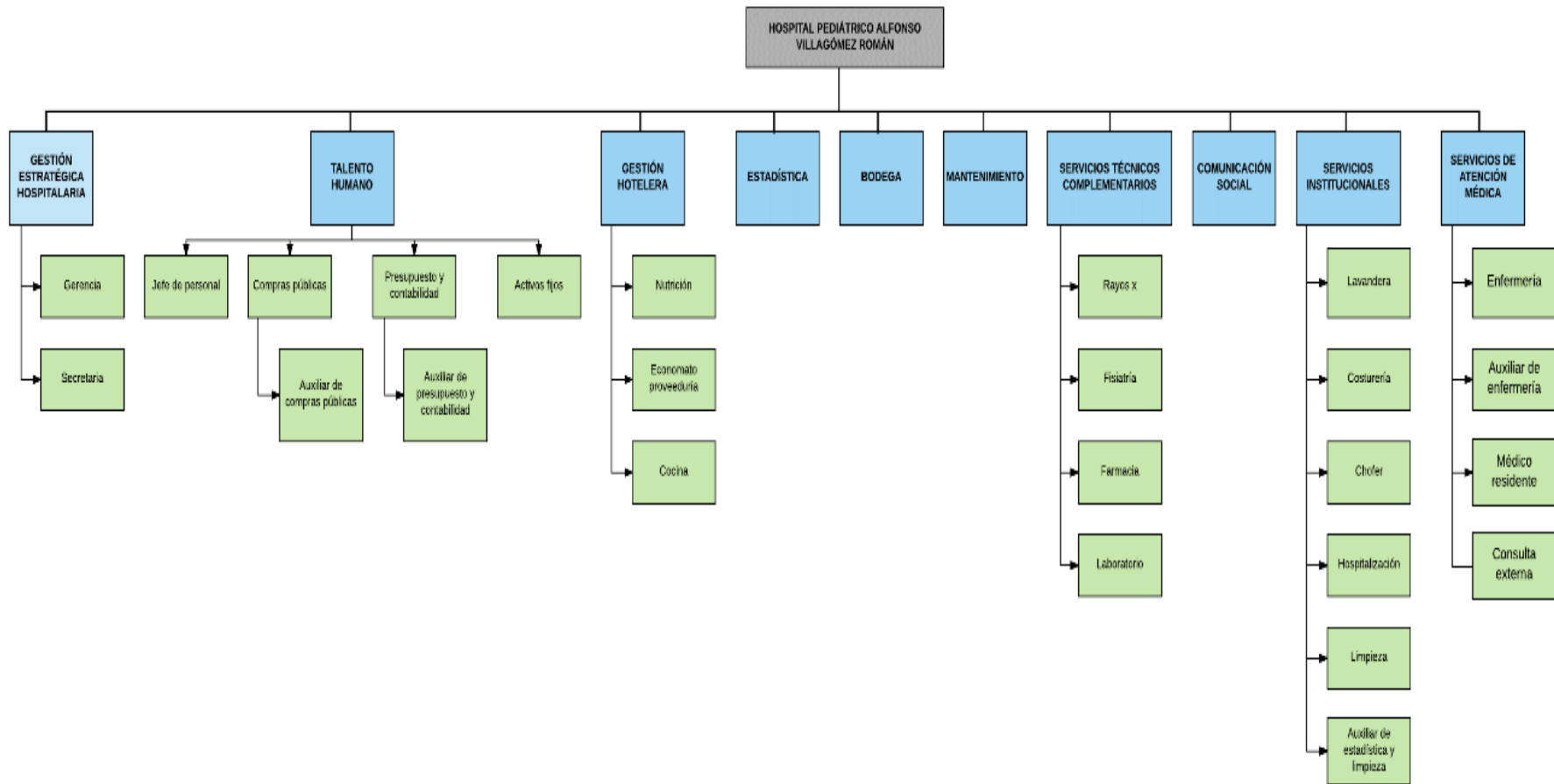


Figura 1-3. Organigrama estructural del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román
 Fuente: Archivo del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román

3.2.4 Organigrama del departamento de mantenimiento.

Dentro del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román la estructura administrativa del departamento de mantenimiento está formada por el un responsable de mantenimiento y un técnico de mantenimiento, quienes son responsables de realizar las actividades de mantenimiento para mantener la función requerida de los activos físicos.

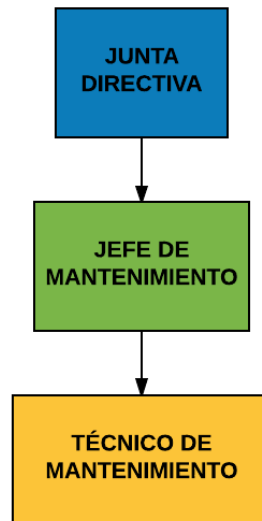


Figura 2-3. Diagrama estructural del departamento de mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

Tabla 2-3. Diagrama estructural departamento de mantenimiento

Cuadro de referencia	
Nivel jerárquico	Referencia
Directivo	Blue box
Administrativo	Green box
Operativo	Yellow box

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

3.3 Análisis de la situación actual del mantenimiento del hospital.

El Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román, institución encargada de la Atención de los Servicios de Salud con el objetivo fundamental de preservar la salud de la niñez trabaja las 24 horas. Pero debido a que se presentan situaciones de emergencia frecuentemente será necesario responder de forma inmediata con soluciones que faciliten resolver situaciones críticas.

Los recursos físicos para la salud sufren un progresivo proceso de deterioro, he aquí la importancia del mantenimiento cuyo objetivo es la de asegurar la correcta operación y conservación de los sistemas básicos de ingeniería, instalaciones y equipos del hospital. El no contar con un plan de mantenimiento adecuado de una forma u otra va a deteriorar los equipos provocando fallas en los mismos lo cual causa paradas imprevistas, en el hospital las paradas se darían con la no atención al paciente lo cual genera molestias.

Para generar un plan de mantenimiento dentro del hospital debe tomarse en consideración el tamaño del hospital, la mecanización de sus servicios, la complejidad del equipo comprado, el personal técnico disponible y las condiciones de la comunidad.

Para la recolección de datos e información de cómo se gestiona el mantenimiento en el hospital, se obtendrá mediante entrevistas y observación directa, aplicando un cuestionario que contiene aspectos que se derivan de las normas de mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos y para el análisis se aplicará un modelo estadístico (NTE INEN-ISO 19011, 2012).

3.3.1 Auditoría de mantenimiento

3.3.1.1 *Objetivos de la auditoría.* Los objetivos al realizar la auditoría serán

- Analizar el modelo de gestión de mantenimiento que se está aplicando a los equipos biomédicos y mecánicos.
- Describir lo que se necesita para dar una buena planificación

3.3.1.2 *Programa de auditoría.* De lo analizado en el capítulo 2 se especifica lo siguiente:

3.3.1.3 *Involucrados en la auditoría.* *Audidores:* Ortiz M, y Heredia J. auditores que en calidad de egresados de la escuela superior politécnica de Chimborazo, en la carrera de ingeniería de mantenimiento industrial, con bases y conocimiento sobre gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos.

Auditados: Ing. Luis Jácome responsable del área de mantenimiento del hospital, Tnlgo. Luis Lema técnico de mantenimiento, Bodeguero responsable de bodega y de insumos necesarios para el hospital.

3.3.1.4 *Alcance de la auditoria.* Involucra la identificación y descripción del departamento de mantenimiento, hasta el uso de estrategias, políticas, proceso de gestión y sistemas de control, para poder tener bases sustentables y poder plantear posibles soluciones a los problemas de gestión de mantenimiento. El cuestionario consta de 29 preguntas con criterios de auditoría establecidos como:

- Gestión de personal
- La programación y planificación de las actividades
- Mantenimiento
- Documentación

El tiempo estimado para realizar la auditoria es de ocho horas laborables, divididas en una semana de labores, la auditoria debe tener preguntas puntuales que ayuden a analizar la gestión de mantenimiento y la facilidad que tiene para la adquisición de repuestos.

3.3.2 Descripción de la encuesta.

El cuestionario del anexo 1 que se ha realizado para las entrevistar al personal que está involucrado con el mantenimiento consta de 33 preguntas las cuales, 15 preguntas determinan el conocimiento sobre planificación, las 14 preguntas restantes se dividen en dos grupos que son necesarios y 4 preguntas para evidenciar la existencia de repuestos en el almacén o bodega como en el departamento de mantenimiento y el modo en el que opera el personal de mantenimiento frente a una falla o averías imprevistas en los equipos biomédicos, la encuesta consta de dos opciones y una sola respuesta ya sea “si” o “no” según sea el caso

3.3.3 Resultado y descripción gráfica.

La entrevista no busca responsables si se da o no una mala gestión de mantenimiento, sino que busca determinar falencias que se den al realizar el mantenimiento a los equipos biomédicos, ya sea por la falta de recurso, gestión de repuestos, falta de personal, conocimiento del equipo, etc. O no se le da la importancia necesaria que requiere el mantenimiento dentro del hospital que garantice un buen servicio de salud. En la interpretación de las encuestas realizadas se analizarán todos estos factores que serán determinantes.

3.3.3.1 Evaluación encuesta jefe de mantenimiento.

Por lo descrito anteriormente, como se observa en gráfico 1-3, la entrevista nos indica un porcentaje del 69% “no” en desconocimiento de una planificación del mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos con el cual ayudaríamos a mantener las condiciones de funcionamiento mientras que el 31% de “si” es lo que se conoce sobre la planificación de mantenimiento preventivo.

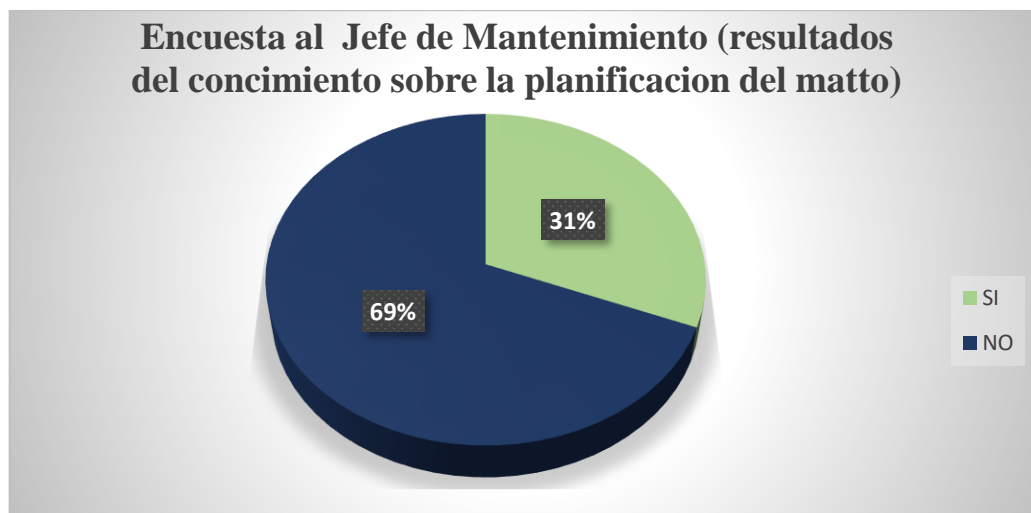


Gráfico 4-3. Evaluación de la encuestas al Jefe de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

3.3.3.2 Evaluación de la encuesta al técnico de mantenimiento. La gráfica de la encuesta indica un 28% “si” bajo porcentaje de conocimiento necesario para realizar

mantenimiento preventivo en los equipos médicos he industriales con una planificación adecuada de mantenimiento se ejecutaran los procesos de la mejor manera y el 72% “no” es la falta de conocimiento sobre una planificación de equipo biomédico.

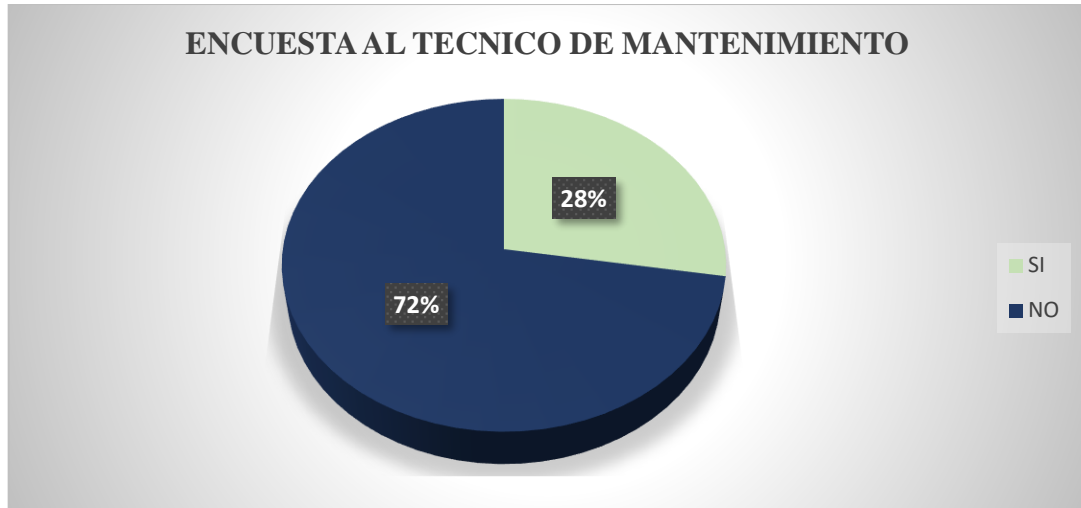


Gráfico 5-3. Evaluación de la encuestas al técnico de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

3.3.3.3 *Evaluación de la encuesta al responsable de bodega.* La interpretación correspondiente a esta grafica indica que existe 76% “no” de repuestos y material faltante en bodega para poder desarrollar correctamente el mantenimiento preventivo que se debe aplicar en cada equipo determinado a la vez el 24% “si” de repuestos existentes los cuales limitan el trabajo para mejorar el rendimiento y disponibilidad de los equipos biomédicos.

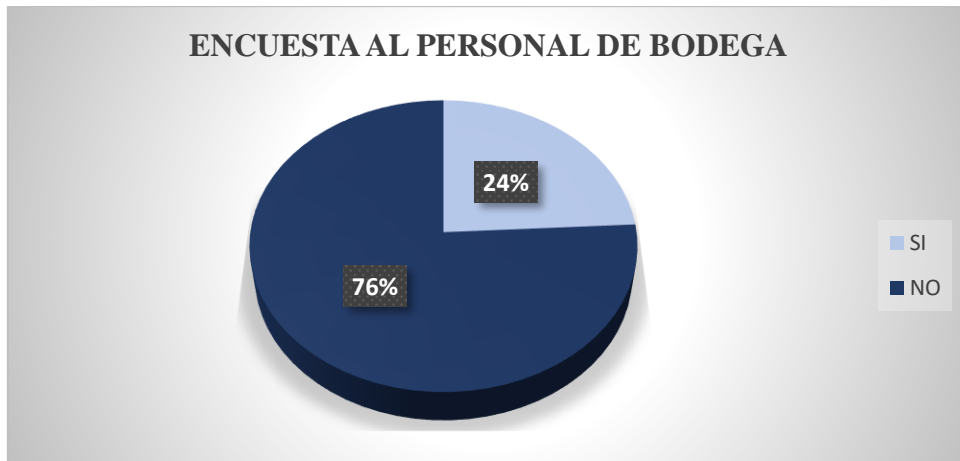


Gráfico 6-3. Evaluación de la encuestas al técnico de Mantenimiento del Hospital Pediátrico
Alfonso Villagómez Román

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

3.4 Comparación de resultados



Gráfico 7-3. Evaluación de resultados de las encuestas realizadas
Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

1-2.- indica un porcentaje conocimiento y desconocimiento referente a la planificación de mantenimiento por parte del Jefe de mantenimiento.

3-4.- indica el porcentaje de conocimiento y desconocimiento por parte del Técnico de mantenimiento.

5-6.- este es el resultado del análisis de almacén en el cual muestra el porcentaje existencia o no existencia de repuestos.

La evaluación final de las encuestas realizadas al personal involucrado en el mantenimiento que se muestra en la gráfico 4-3 demuestra un mayor desconocimiento de la gestión del mantenimiento que se realiza dentro de la institución, el modelo de gestión centrada al correctivo aplicada a los equipos médicos no es la recomendada en una institución de salud por el riesgo alto que presentan los equipos en la vida del paciente.

3.5 Análisis de las fortalezas y debilidades

Luego del estudio realizado en el hospital mediante observación e interacción con el personal de mantenimiento de la institución y según el análisis de las encuestas dirigidas exclusivamente hacia el personal de mantenimiento, se tomó en cuenta varios aspectos sobre el mantenimiento hospitalario, con la intención de determinar el grado de desarrollo del Departamento de Mantenimiento del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román y su forma de gestionar, se identifica las fortalezas y debilidades.

3.5.1 Fortalezas

- La dirección le da motivación al personal encargado de mantenimiento y del hospital.
- Inventario y codificación interna de los equipos hospitalarios.
- Conocen sobre mantenimiento y quiere mejorar la cultura al momento de realizarlo.
- Existe comunicación clara con proveedores.
- Cuenta con pocos insumos necesarios de equipos y repuestos.

3.5.2 Debilidades

- No cuenta con documentos de administración del mantenimiento para la organización del mismo.
- No se cuenta con una planificación propicia para el mantenimiento.
- No dispone con planes y programas de mantenimiento eficaces para los equipos.
- No existe una gestión de repuestos adecuada para los equipos hospitalarios.

- El personal de mantenimiento no dispone de las herramientas apropiadas para la ejecución de las tareas.

Al evaluar la información recolectada se conocen las fortalezas y debilidades con las que se debe trabajar, aprovechando las fortalezas y mejorando las debilidades que posee la institución.

Al concluir con el estudio y análisis de las encuestas realizadas para conocer el estado de la gestión de mantenimiento en el hospital, se puede establecer varios puntos de vista como son: el grado de conocimiento sobre mantenimiento preventivo, si tienen los repuestos necesarios para ejecutar un trabajo óptimo son los más significativos para que influyan directamente en la disponibilidad de los equipos biomédicos de la institución.

3.6 Equipos del hospital

El no contar con un inventario propio que describa todos los equipos biomédicos se propuso a obtener toda la información necesaria para la recopilación de datos y crear un inventario propio solo para equipo biomédico en el cual se pueda acceder fácilmente a los datos técnicos de los equipos biomédicos con cuales comprenden en: código, serie, modelo, marca y nombre del equipo

3.6.1 Maquinaria y equipos.

El Hospital Pediátrico cuenta con una variedad de equipos biomédicos y máquinas ubicadas en las diferentes áreas que se encuentran detalladas en el anexo B el inventario que cuenta con características recomendadas por la OMS para la de identificación de cada uno.

3.7 Listado de equipos según el riesgo

Alto riesgo. Dispositivos para el mantenimiento de la vida, equipos de resucitación y otra cuya falla o mal uso puede producir daños graves al paciente o al personal. (Gallego, 2007, pp.41-43):

- Unidades de anestesia y vaporizadores
- Ventiladores de anestesia
- Monitores neonatales
- Unidades de autotransfusión
- Desfibriladores
- Sistema de diagnóstico radiológico/ Medicina nuclear
- Unidades electro quirúrgicas
- Monitores fetales
- Unidades de bypass corazón/pulmón
- Unidades de hemodiálisis
- Humidificadores
- Unidades de hipotermia
- Incubadoras
- Bombas/controladores de infusión
- Bombas intra-aorta
- Láser
- Oxímetros
- Monitores y analizadores de oxígeno
- Monitores de signos vitales
- Calentadores
- Resucitadores cardiacos
- Esterilizadores

3.7.1 Mediano riesgo

Son dispositivos que por falta, mal uso o ausencia tendrían un impacto en el cuidado del paciente, pero no será causa directa de un perjuicio grave:

- Succionadores quirúrgicos.
- Refrigeradores de sangre
- Analizadores de sangre
- Unidades de presión de sangre
- Capnógrafos (Oxímetro de pulso)

- Electrocardiógrafo
- Reguladores de succión

3.7.2 *Bajo riesgo.*

Son los dispositivos cuya falla o mal uso difícilmente generan serias consecuencias.

- Aspiradores
- Cortadores
- Camas eléctricas

- Balanzas electrónicas
- Termómetros electrónicos
- Recursos de fibra óptica
- Bombas
- Estimuladores
- Mesas de cirugía
- Nebulizadores de ultrasonido

3.8 Auditoría técnica

La auditoría técnica de una instalación permitirá evaluar el estado de los equipos biomédicos del Hospital Pediátrico, la degradación que han sufrido por el paso del tiempo, el mal uso y otros factores que no permiten su buen funcionamiento. Y si estos factores afectaron de tal manera que el equipo necesite una reparación o sustitución completa por llegar al final de su vida útil

3.8.1 *Estado técnico actual de los equipos.*

La evaluación se empezó con una revisión previa de documentación referente al mantenimiento de equipos existente en el departamento de mantenimiento, que sirva de información técnica como los historiales de equipos tabla 17 permitirán determinar su disponibilidad.

Con la información obtenida del historial de los equipos se desarrolló el cálculo de la disponibilidad (ecuación 1) donde se tomó el total de horas trabajadas menos las horas de mantenimiento dividido para el total de horas trabajadas.

$$\%Disponibilidad = \frac{\text{HORAS TOTALES DE FUNCIONAMIENTO} - \text{HORAS DE PARADA}}{\text{HORAS TOTALES DE FUNCIONAMIENTO}}$$

Ecuación (1)

El desarrollo del cálculo de disponibilidad de los equipos que se encuentran en el historial de fallas se encuentra detallado, a la vez se estima un ejemplo de cálculo de la disponibilidad

Equipo de anestesia

Horas totales = Horas de trabajo* el número de días en un mes*el número de toma de datos

Horas de parada= El número de horas en un día * El número de días indispuestas

$$\%Disponibilidad = \frac{8 * 30 * 7 - 24 * 7}{8 * 30 * 7} = 90\%$$

Con los valores obtenidos de disponibilidad se establece estado de evaluación como bueno, malo y regular en conjunto con rango o valores que nos permitirá evaluar el estado en el que se encuentran.

3.9 Análisis de prioridad

El análisis de prioridad parte fundamental del RCM que busca una mejor gestión del mantenimiento de equipos médicos, ayuda en la aproximación o predicción periódica del mantenimiento preventivo y también en la evaluación del estado técnico de los equipos médicos.

El análisis resalta la importancia de la aplicación de una rutina de mantenimiento preventivo en los sistemas de salud y la deducción de la frecuencia de mantenimiento con el fin de preservar el funcionamiento de los equipos, en el anexo C se encuentra la tabla del análisis de prioridad que se realizó a los equipos médicos del Hospital Pediátrico aplicando criterio establecidos.

Análisis del nivel de prioridad

Los criterios escogidos para asignar el nivel de prioridad a un equipo médico del hospital son los siguientes (Rodríguez, 2001, p.2):

Función del Equipo- El papel del equipo en el cuidado del paciente.

Aplicación Clínica- Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.

Requisitos del Mantenimiento- Los requisitos del Mantenimiento varían con el tipo de equipo. Algunos equipos tales como ventiladores, máquinas de la diálisis y artículos similares requieren mantenimiento extensivo. Equipos mecánicos, neumáticos o hidráulicos requieren de alineación rutinaria o calibración por el personal de mantenimiento. Equipos como los monitores fisiológicos y las bombas de infusión necesitan solamente que sea comprobado su funcionamiento y su seguridad, por lo que tienen requisitos de mantenimiento promedio.

Incidentes del Equipo/ Historia de fallas- se evalúa por los usuarios del equipo, gerentes de la sección y personal del Departamento de Ingeniería Biomédica a partir de una programación a fin de suministrar una base de datos para determinar tendencias y requisitos. Hay equipos que se pueden eliminar del Inventario de Mantenimiento si su historia sugiere que no requieren de estos servicios. De igual manera equipos que no estén en el Inventario de Mantenimiento pero tienen una historia de reparación que lo aconseje se pueden incluir en el programa.

Fórmula del nivel de prioridad (NP):

$$\mathbf{NP = FE + NR + GO + HM + EC + TU} \qquad \mathbf{Ecuación (1)}$$

FE: funcionabilidad del equipo

NR: nivel de riesgo

GO: grado de obsolescencia

HM: histórico de mantenimiento

EC: estado de conservación

TU: tasa de utilidad

El nivel de prioridad NP, determina la estrategia de mantenimiento, así como la frecuencia a utilizar, pero hay que tomar en cuenta que para cada equipo varia. (Lobato, 2015)

Tabla 3-3. Funcionalidad del equipo

Categoría	Función del equipo	Puntos
Terapéutica	Soporte de vida	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Terapia física y equipos de tratamiento	8
Diagnostico	Monitoreo quirúrgico y de monitorización de cuidados intensivos.	7
	Equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y diagnósticos fisiológicos.	6
Analítica	Laboratorio analítico	5
	Accesorios de laboratorio.	4
	Sistema de cómputo y equipos asociados (Procesado de datos del paciente)	3
Varios	Equipos relacionados con el paciente.	2
	Equipos no relacionados con el paciente.	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 4-3. Nivel de riesgo

Descripción del riesgo de uso	Puntos
Posible muerte del paciente	10
Posible lesión del paciente o del usuario	7
Terapia inapropiada o falso diagnostico	5
Daños en el equipo	3
No se detectan riesgos significativos	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 5-3. Grado de obsolescencia

Años de funcionamiento	Puntos
Más de 10 años	5
6 a 10 años	3
Actual	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 6-3. Requisito histórico de mantenimiento

Requerimiento de mantenimiento	Puntos
Extensivo (cambio de componentes)	5
Avanzado (requiere calibraciones de rutina)	4
Medio (verificación de desempeño y pruebas de seguridad)	3
Bajo (requiere lubricación y limpieza interna)	2
Mínimo (inspección visual y tareas de rutina)	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 7-3. Estado

Estado	Puntos
Malo	5
Regular	3
Bueno	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 8-3. Taza de utilización

Porcentaje de utilización	Puntos
Más del 80%	5
entre el 40% y 79%	3
menor al 39%	1

Fuente: Recopilación de postulados de Fennigkoh & Smith y Lobato

Tabla 9-3. Nivel de prioridad

<i>Estrategia de mantenimiento</i>	Valoración del NP	Frecuencia de actividades
Preventivo	30 – 40	Sistemático c/4 meses o cambio de elemento
	24 – 29	Preventivo c/6 meses
	20 - 23	Preventivo c/12 meses
A Condición	11 - 19	Inspección c/3 meses
Correctivo	1 – 10	Correctivo a demanda

Fuente: Lobato (2015)

3.10 Fichas técnicas empleadas actualmente

Actualmente en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román no trabaja con datos técnicos y características de funcionamiento de los equipos biomédicos y equipos mecánicos. Los datos no han sido seleccionados ni ordenados en una ficha técnica que contenga la información necesaria para poder efectuar el procedimiento respectivo de mantenimiento el cual se busca efectuar en este trabajo.

3.11 Plan de mantenimiento empleado actualmente

Una vez que se realizó la auditoria de mantenimiento por medio de las entrevistas realizadas al personal de manteniendo que en un 69% reflejó el desconocer la programación del mantenimiento y al de bodega, se concluyó que el departamento de mantenimiento del hospital no tiene un plan de mantenimiento preventivo, los trabajos que se realizan son actividades correctivas, no cuenta con tareas programadas. La implementación de un plan de mantenimiento es el objetivo de este trabajo con el fin de disminuir las paradas imprevistas y que el personal de mantenimiento se pueda organizar.

CAPITULO IV

4. PROPUESTA METODOLÓGICA

El análisis del estado actual del mantenimiento a generado la necesidad de organizar el mantenimiento en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román para el cual se propone un plan de mantenimiento preventivo planificado con actividades y tareas que ayuden a conservar el funcionamiento de los equipos médicos y mecánicos que se utilizan para brindar el servicio de salud. En este capítulo se describen los procesos que se llevarán a cabo para la generación del plan de mantenimiento preventivo planificado de los equipos biomédicos analizados

Según el decreto 4725 de 2005 (Decreto Colombiano) existen cuatro componentes definidos para abordar el mantenimiento de equipos biomédicos como son: La planificación, la gestión, la ejecución y la vigilancia y control que se muestra en la figura 1-4. Que se encuentran enmarcado en el proceso de gestión y tecnología de salud.



Figura 1-4. Componentes del mantenimiento de equipos médicos
Fuente: Decreto4 725 de 2005

4.1 Planificación

El programa de mantenimiento requiere de una cuidadosa planificación responsable por parte de las autoridades y más que todo por el gerente de mantenimiento quien tiene autoridad y los conocimientos suficientes para la elaboración del mismo ejecutando acciones que se pondrán en práctica.

Aquí se planteará la planeación estratégica para el mantenimiento de los equipos biomédicos y mecánicos del Hospital Pediátrico tomando en cuenta factores como: el inventario, estrategias, metodología y la forma de control de la disponibilidad.

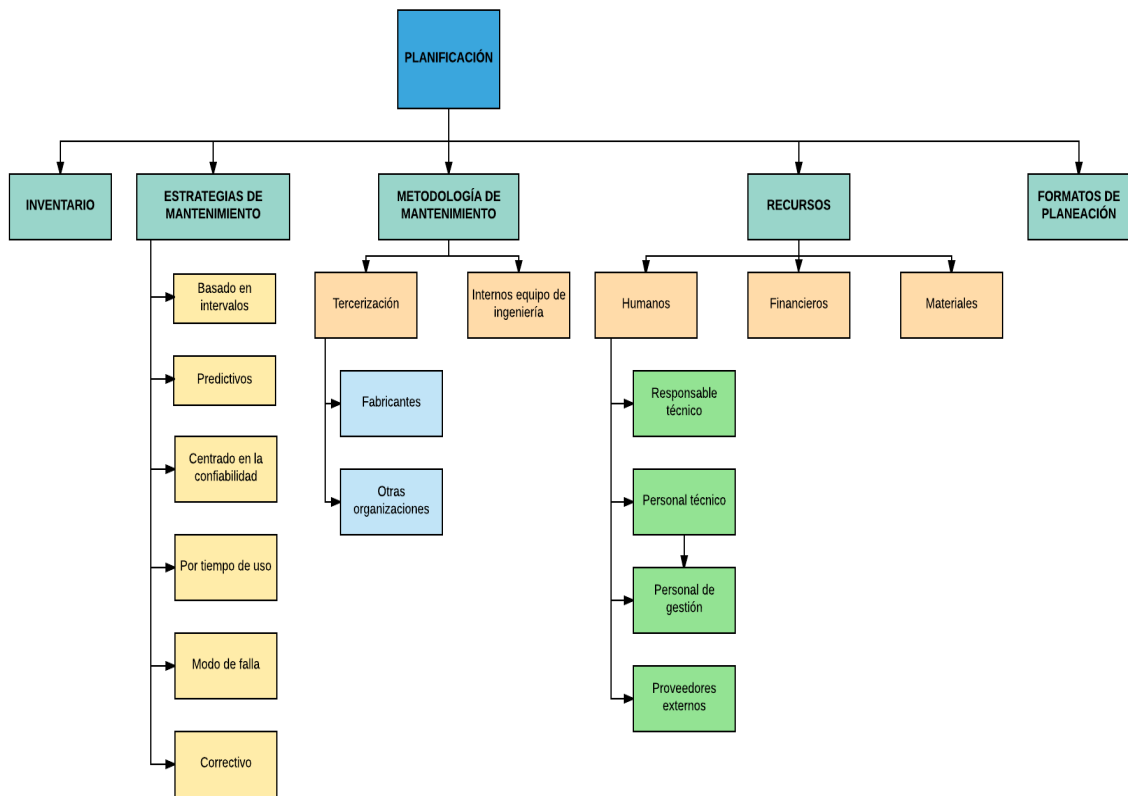


Figura 2-4. Planeación del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.

Fuente: Creación de la mesa de trabajo de Equipos Biomédicos

El contar con información actualizada nos dará con certeza cuantos equipos existentes están en funcionamiento y de cuantos no, para así poder implantar el plan de mantenimiento propuesto con el compromiso de la institución que ayude a generar buenos resultados.

4.2 Inventario general de equipos.

Por el concepto de inventario general que deduce es un listado de los activos disponibles para realizar las actividades de producción dentro de la empresa. El hospital pediátrico cuenta con una gran cantidad de activos que sirven para realizar las actividades de salud, pero para generar un plan de mantenimiento preventivo los activos que se van a estudiar son los equipos médicos y equipos industriales de uso hospitalario.

4.2.1 Paso para realizar el inventario general de equipos

4.2.1.1 Paso 1. Toma de datos e información

Para la toma de información necesaria para diseñar el inventario de equipos médicos y equipos industriales de uso hospitalario se realizó una visita técnica a cada una de las áreas disponibles del hospital pediátrico y se tomó la información de las fichas técnicas de los equipos con los que contaba cada área.

Se realizó la búsqueda de manuales técnicos de los equipos, se obtuvo un inventario completo de los activos con los que cuenta el hospital resumiéndola a equipos médicos y equipos industriales de uso hospitalario.

4.2.1.2 Paso 2. Argumentos teóricos

Para el diseño del formato del inventario de equipos médicos y equipos industriales existen varias disposiciones y normas que recomiendan el contenido de un inventario, y que se tomaron como referencia, las cuales son:

- Disposiciones emitidas por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y OPS (organización panamericana de la salud) documentos técnicos.
- Norma venezolana COVENIN 3049
- Norma internacional de contabilidad NIC 2
- Norma UNE-EN 13460 2003

inventario general de equipos del hospital pediátrico para determinar con un valor porcentual la cantidad de información disponible de los equipos.

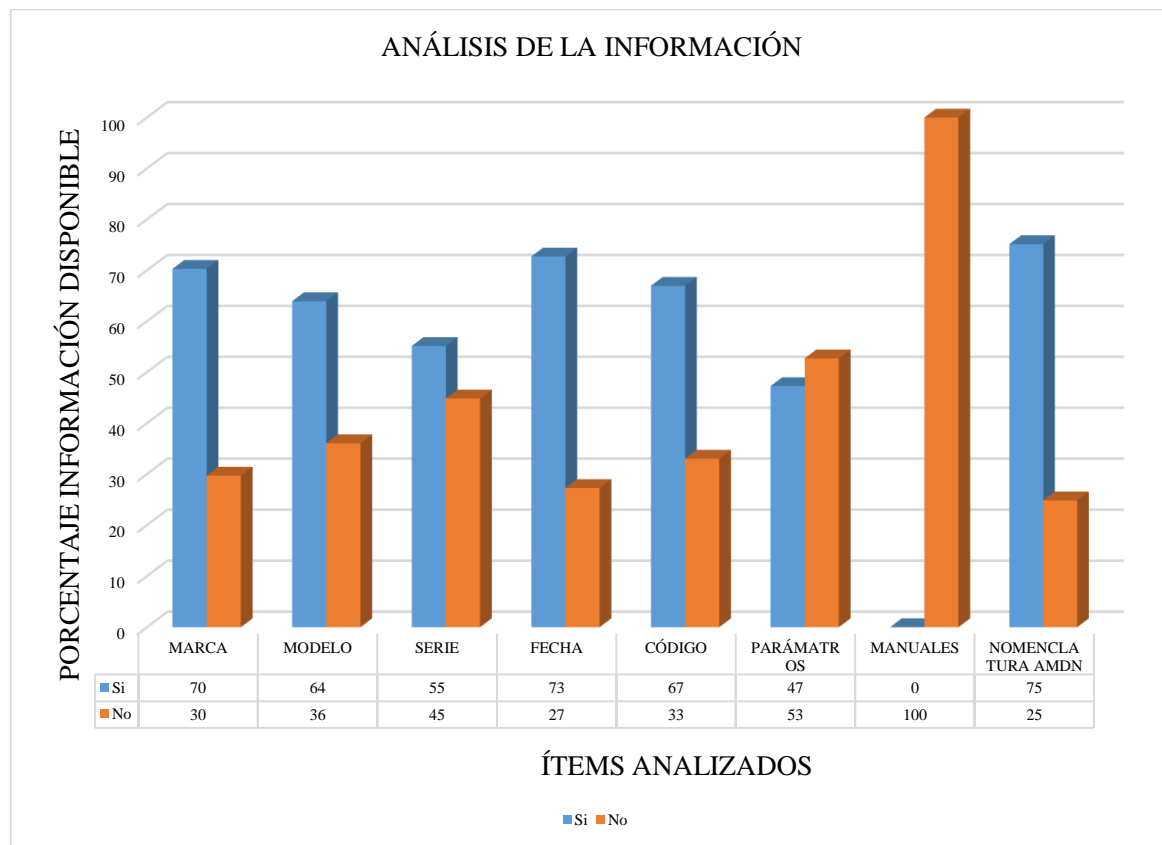


Gráfico 1-4. Análisis de la Información
Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

La evaluación se realizó con valores porcentuales de 0 a 100% de cada uno de los ítems de información que el equipo disponía y se registró en el inventario general de equipos médicos y equipos de uso hospitalario. En la casilla **si** se encuentra un valor porcentual de la información disponible contenida en la placa de información del equipo, manuales y el inventario general del hospital pediátrico de todos los activos, mientras en la casilla **no** está un valor porcentual de la información que no se obtuvo por factores como:

- Equipos nuevos no registrados.
- Accesorios de equipos.
- No contenía ficha técnica del fabricante.
- Equipos manuales.

4.2.1.5 *Ítems del inventario general*

Servicio: el área responsable del inventario es el departamento de mantenimiento

Responsable: la persona que va a disponer del el inventario general de equipos médicos y equipos industriales de uso hospitalario va a ser el gerente de mantenimiento en este caso el jefe del departamento de mantenimiento del hospital pediátrico para realizar las actividades de mantenimiento, también es el encargado de actualizar el inventario cada vez que se adquiere un nuevo equipo y entra en funcionamiento.

Fecha: en la que se expidió el inventario

Marca, modelo y series: obtenidos de las placas de información de los equipos y del inventario general de activos del hospital. Más de la mitad de los equipos cuenta con los tres ítems necesarios para la adquisición de repuestos y partes necesarias

Manuales: existe una gran diferencia que se observa el 100% de los equipos existentes no disponen del manual del fabricante, por causas como que el distribuidor del equipo no los facilito o porque los manuales no se encuentran a cargo del departamento de mantenimiento.

Nomenclatura GMDN: Más del 75% de los equipos son identificados por su nombre técnico y el 25% de los equipos son desconocidos o son denominados por nombres genéricos de acuerdo al modo de uso o forma del equipo.

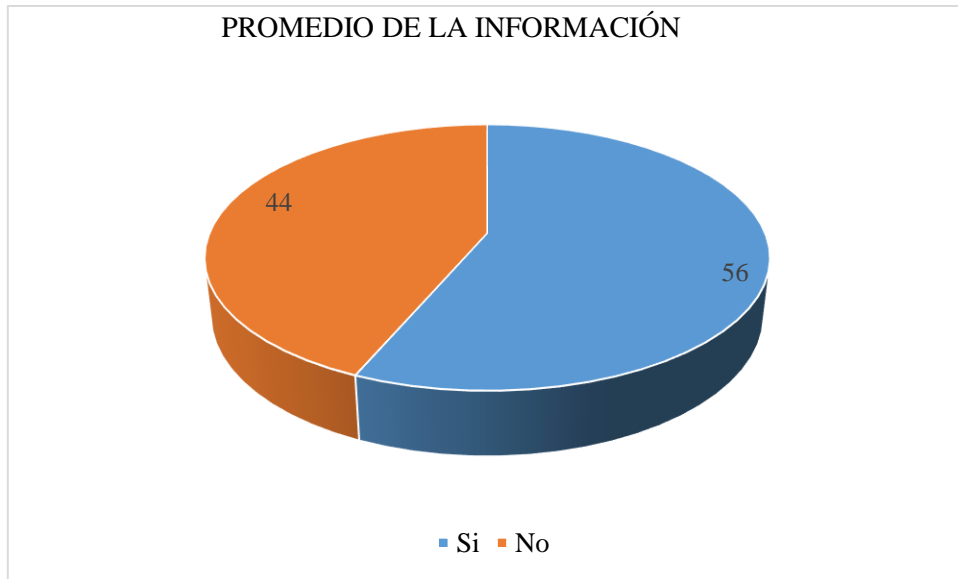


Gráfico 2-4. Análisis de la Información
Fuente: Heredia J. & Ortiz M.


La figura 2-4 muestra un promedio de los equipos que disponían de la información necesaria que se incluyó en el inventario. El 56% de los equipos cuentan con toda la información necesaria para realizar la evaluación y se incluyó dentro del plan de mantenimiento, el 44% de los equipos no disponía de toda la información por factores que ya se detallaron.

La falta de información de los equipos existentes provocan que se dificulte realizar el mantenimiento preventivo, cuando se requiera de repuestos o partes necesarias para ser sustituidas como por ejemplo una batería para el monitor multiparametros, por llegar a su término de vida útil y no se pueda adquirir por desconocer el equipo, esto ocasiona que el equipo en mantenimiento que fuera de servicio por lo que su disponibilidad será nula

4.2.2 Cronograma de evaluación de la disponibilidad a priori.

El cronograma de evaluación de disponibilidad es un registro de todos los equipos, que después de haber implementado el plan de mantenimiento, este ayudará a verificar si la disponibilidad de los equipos, luego de haber aplicado el mantenimiento se mantiene o varía. Según el resultado obtenido ayudará a decidir que mantenimiento se debe aplicar.

Tabla. 2-4. Formato de evaluación de la disponibilidad a prioridad

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN												
												
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO												
SERVICIO: UNIDAD TERAPIA INTENSIVA												
CRONOGRAMA DE EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD ANUAL 2017												
Nº	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	MESES DEL AÑO							
					ENERO			JULIO				
1	Cama eléctrica hospitalaria	HOPE FULL	Ba868Y	15093003-0051								
2	Cuna de calor radiante	-----	-----	-----								
3	Desfibrilador	SCHILLER	DESFIGARD 5000	101997002111								
4	Equipo de diagnóstico	RIESTER	-----	-----								
5	Monitor multiparámetros de signos vitales	MINDRAY	BENEVIEWT5	CM-58145491								
6	Nebulizador Succionador De Flemas	SCHUCO	5711-130	CM-58145491								
7	Perfusor (bomba de infusión a jeringa)	FRESENIUS KABI	INJECTOMAT MC AGILIA	21847755								

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

4.2.2.1 *Codificación de los equipos.* La codificación de los equipos biomédicos y mecánicos del Hospital Pediátrico se realizará en base a la búsqueda de información que inicialmente se realizó con el inventario, el código contará con aspectos que especifique datos relevantes que ayuden a identificar su ubicación física en el hospital como su ubicación administrativa que contenga la información del mismo y se pueda seguir recolectando más información generada por el mantenimiento que se vaya a ejecutar.

El Hospital Pediátrico ya contaba con una codificación propia para la identificación de sus equipos, la tabla 8 muestra cómo está estructurada la codificación.

Tabla. 3-4. Código de identificación del Hospital Pediátrico

COD CONTABLE	COD INTERNACIONAL	COD DEPARTAMENTO	IDENTIF BIEN	COD IDENTIF ZONA	CODIGO INTERNO
1410104	790	427	001	001	1410104.790.427.1.1

Fuente: Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román.

En la columna 6 del anexo 2 se encuentra el código asignado a cada uno de los equipos por el Hospital Pediátrico.

4.2.3 Propuesta de Codificación

4.2.3.1 Codificación de los equipos hospitalarios

Una codificación de los equipos biomédicos, proporcionan la ubicación y la existencia de los activos físicos del hospital pediátrico a los cuales se realizará su respectivo mantenimiento. Para la codificación de los equipos se utiliza como base la norma ISO 14224, a continuación, se muestra la organización tomada para la codificación de los equipos.

4.2.3.2 Nivel 1, Organización:

En el primer nivel se toma en cuenta la ubicación en donde se encuentran las instalaciones y activos del establecimiento, por lo tanto, el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román se encuentra dentro del Distrito 06D01 Riobamba – Chambo Salud, aquí la codificación se toma en las abreviaturas del Distrito en donde se encuentra.

Distrito 06D01 Riobamba-Chambo

•DRC

4.2.3.3 Nivel 2, Unidad de Salud:

Al referirse como unidad de salud, se habla sobre Áreas destinadas a prestar un servicio hospitalario a las personas, existiendo varios tipos de unidades de salud y en este caso al ser un hospital básico, se toman sus abreviaturas.

Hospital Básico

•HB

4.2.3.4 Nivel 3, Instalaciones:

Las Unidades de Salud se diferencian únicamente en los servicios y la localización específica, en este caso el Hospital se encuentra ubicado en Riobamba, donde se toma solo su abreviatura.

Riobamba

•R

4.2.3.5 Nivel 4, Área de Servicio

En este nivel hay que tomar en cuenta la conformación de palabras que tiene la ubicación a codificar, ya que pueden estar conformadas por dos o más palabras, cuando sucede esto se toman tres iniciales claves de la ubicación pudiendo tomar, dos de la primera palabra y una de la segunda según el caso.

Consulta Externa

•CNE

Quirofano

•QRF

4.2.3.6 Nivel 5, Activo mantenible

Para la codificación de los equipos en este nivel se toman las iniciales del equipo, en el caso que se componga por varias palabras se utiliza el mismo método anterior.

Equipo de Rayos X

•ERX

Laboratorio

•LBO

Nivel 6, Existencia

Dentro de esta codificación se utiliza números de acuerdo a la existencia de los activos, conformado por los caracteres ubicados en los anteriores niveles.

AAAX-AAA	01
AAAX-AAA	02

4.2.3.7 *Codificación Final.*

La codificación de los equipos se normalizará de la siguiente manera:

- Distrito 06D01 Riobamba Chambo Salud – Hospital Básico – Riobamba – Quirófano – Compresor - 01
- DRC-HB-R-QRF-CMR-01

4.2.4 *Estrategias de mantenimiento.*

Las estrategias de mantenimiento en una industria ayudan a determinar la necesidad del mantenimiento que va asociado a la actividad productiva. Aunque se implante un sistema basado en diferentes tipos de mantenimiento existirá un porcentaje de incertidumbre que imposibilitará que se elimine la avería. De tal manera que las operaciones de mantenimiento ante el fallo y correctivo, posteriores a las averías, siempre serán necesarias.

Las estrategias de mantenimiento favorecen a la producción minimizando los fallos, pero para que se pueda implantar requiere de una mayor inversión en equipo de mantenimiento y capacitación de personal.

Para la selección de estrategias de mantenimiento para equipos biomédicos primero se debe conocer el funcionamiento y el uso de los equipos por parte de los operarios, la probabilidad de fallo y las consecuencias en diferentes escenarios. Las estrategias buscan que las fallas producidas tengan un impacto minoritario en el equipo ya sea previniendo o la detección temprana.

Una adecuada selección de estrategias o la combinación de estas según el tipo de equipo o criterio de jefe de mantenimiento, enfocados en la seguridad del paciente y la gestión de riesgo.

Una adecuada selección de estrategias o la combinación de estas según el tipo de equipo o criterio de jefe de mantenimiento, que se ha enfocado en la seguridad del paciente y la gestión de riesgo.

Las estrategias seleccionadas son:

- Mantenimiento basado en intervalos.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- Mantenimiento por tiempo de uso.
- Mantenimiento a modo de falla.
- Mantenimiento correctivo

4.2.5 Propuesta del Cronograma de mantenimiento

El cronograma de mantenimiento se efectuó estimando las tareas de mayor riesgo junto con las tareas de menor riesgo a su vez se plantea las frecuencias que debe tener el mantenimiento preventivo en un intervalo de tiempo, se indica que tiempo tardara en realizar cada tarea.

fondo de tiempo total (FTT_i) disponible por cada especialista, lo cual se hará así: $FTT_i = \text{días}_{lab-año} * h_{lab-día}$

Donde:

$\text{Días}_{lab-año}$ es la cantidad de días laborables en el año.

$h_{lab-día}$ es el número de horas laborables en el día.

distribución del fondo de tiempo para cada especialista (FTT_i^j)

$$FTT_i^j = c_j * \frac{FTT_i}{\# Sem_{lab-año}}$$

Donde:

c_j es la fracción de tiempo destinada a realizar actividades dentro del fondo de tiempo.

$\# Sem_{lab-año}$ es el número de semanas laborables en el año.

FTT_i es el fondo de tiempo total.

j es la actividad.

FTT_i = horas que dispone al año en servicio el área de servicio

FTT_{iIN} = horas que dispone al año en servicio del equipo

FTT_{iBV} = horas que dispone al año en servicio del equipo

FTT_{iUF} = horas que dispone al año en servicio del equipo

FTT_{iMM} = horas que dispone al año en servicio del equipo

FTT_i = horas por mes que dispone en servicio el área de servicio

FTT_i mantto = horas para disponer de las actividades de Mantenimiento

4.2.6 Metodología.

La responsabilidad del buen funcionamiento de los equipos biomédicos va a ser compartida entre el fabricante o proveedor (en caso de equipos importados) y el propietario de los equipo. Para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos biomédicos el propietario deberá buscar de manera directa contratar los servicios de mantenimiento del fabricante. De tal manera que el método que se defina para el mantenimiento de los equipos biomédicos se ha planteara por:

1. Tercerización.

- Fabricante, importadores o representantes autorizados
- Otras organizaciones (terceros):

4.2.7 Recursos.

Los recursos necesarios para el mantenimiento son: humanos, financieros, materiales y para la gestión. El análisis de estos busca preparar a la institución para nuevos retos que se presenten con el avance tecnológico de los equipos biomédicos.

Para la ejecución de un programa de mantenimiento eficaz se requiere de la preparación de los recursos humanos, proceso largo y permanente. Contar con personal competente, profesional y apto para el trabajo se ve reflejado en la efectividad de los servicios de mantenimiento, así como la imparcialidad y firmeza en la administración y control del trabajo.

El desconocimiento del hospital y del comportamiento de los equipos biomédicos para la proyección de los recursos genera un gran riesgo y su respuesta frente al mantenimiento. Esto puede influir mucho en que falle el cálculo de recursos.

4.2.7.1 *Recursos humanos.* Existen criterios para la selección y contratación de personal de mantenimiento para realizar las actividades establecidas de mantenimiento. También el disponer con programas para mejorar el nivel de entrenamiento y capacitación para la ejecución de las labores de mantenimiento. Para su análisis esto se puede dividir en:

Tabla 4-4. Clasificación y funciones del personal técnico

Personal	Título	Función
Ingenieros	Ingeniero biomédico o ingeniero clínico	Gestión, mantenimiento especializado, supervisión de proveedores externos, evaluación de necesidades, planificación y capacitación del usuario.
	De otras disciplinas relacionadas (como ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica)	Deben realizar un curso de capacitación y obtener un certificado para trabajar en el campo de los dispositivos médicos. Su trabajo es principalmente el mantenimiento de los equipos médicos y algunas veces ocupan puestos gerenciales.
Técnicos	Técnicos en equipos biomédicos	Trabajan principalmente en la reparación y el mantenimiento de equipos médicos complejos.
	De otras disciplinas relacionadas (como técnicos electricistas o médicos, técnicos polivalentes)	Mantenimiento preventivo y reparación de equipos médicos menos complejos. Es importante que reciban capacitación especializada en dispositivos médicos de alto riesgo.
Proveedor externo	Ingeniero o técnico	Realiza el mantenimiento que no se puede realizar en la institución. Están especializados en un producto determinado y un campo específico.

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud)

4.2.7.1.1 *Responsable técnico:* Tomando en cuenta el decreto 4725 de 2005 establece que la persona responsable que preste servicios de mantenimiento y verificación de la calibración de los equipos biomédicos debe contar con responsable técnico para el control del programa de mantenimiento. El técnico debe ser profesional en ingeniería biomédica o en ingenierías afines o también contar con una acreditación en equipamiento médico.

4.2.7.1.2 *Personal técnico Profesional:* con capacitación en ingeniería de equipos biomédicos o en alguna otra ingeniería afín que se encarga de programar las actividades de mantenimiento, el número de profesionales con los que se va a disponer lo decide la institución dependiendo del tamaño de la institución, número y clase de equipos también de los recursos financieros con los que se disponga, la capacitación mejora el rendimiento del personal y de la ejecución del programa de mantenimiento.

4.2.7.1.3 *Proveedores:* Cuando se requiere realizar actividades específicas muy complejas y que no se debe realizar dentro de la institución ya sea por la pérdida de la garantía de los equipos o por no contar con el personal capacitado para realizar estas actividades, se recurre a la contratación externa como a el fabricante o proveedores externos de equipamiento médico y que se debe contemplar dentro del plan de mantenimiento.

El contrato se debe realizar entre el proveedor y el responsable de mantenimiento, quien va a supervisar las actividades, control de costos y gestionar las solicitudes, de esta manera también podrá familiarizarse con tecnología de alto nivel.

4.2.7.2 *Recursos financieros.* Llevar el control presupuestario de los recursos financieros significa llevar a cabo toda la función de tesorería (ingresos y egresos). Salidas o entradas de efectivo debidamente controladas por el presupuesto. Con el fin de evitar fallas continuas y responder oportunamente con acciones correctivas, el área financiera necesariamente debe llevar un registro contable, que corresponden al presupuesto efectuado por unidad.

4.2.7.3 *Recursos materiales.* El establecer los recursos necesarios buscando un equilibrio en su utilización dará como resultado el éxito o fracaso de una gestión administrativa. El contar con mucho o con poco en recursos materiales es negativo para la empresa hablando económicamente. Se tomarán definiciones respecto a:

4.2.7.3.1 *Lugar de trabajo.* Es el lugar donde se desarrollarán las actividades de mantenimiento establecidas para cada equipo y contará con herramientas y equipos necesarios. Para equipos biomédicos que no se les pueda trasladar al taller, deben contar con una planificación previa donde se especifiquen materiales, herramientas y equipos de medición necesarios para realizar las actividades.

Es importante acondicionar el lugar de trabajo tomando todas las medidas de seguridad para el personal que intervenga en la actividad como para el personal o usuarios que se encuentren en el lugar de trabajo y no intervenga en las actividades a realizar.

Para la contratación externa el proveedor del mantenimiento debe contar con todos los insumos y herramientas necesarios para realizar las actividades de mantenimiento, el responsable del departamento de mantenimiento es el encargado de verificar que el proveedor cuente con todo lo necesario como:

- Herramientas y equipos de médicos
- Insumos
- Repuestos
- Manuales de equipos
- Sistemas de información

Tabla. 5-4. Formato de cronograma de actividades de mantenimiento

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN																
																
<u>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</u>																
NOMBRE	MARC A	MODELO	CÓDIGO	DEPARTAMENTO	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO											
					En e	Fe b	Ma r	Ab r	May o	Ju n	Ju l	Ag o	Se p	Oc t	No v	Di c

Fuente: HEREDIA J. & ORTIZ M.

4.2.7.3.2 *Formato de planeación.* El cronograma de mantenimiento preventivo que contiene en resumen las fechas para realizar las actividades de mantenimiento establecidas por el responsable de mantenimiento, en la tabla 10 se muestra el formato del cronograma de actividades con los ítems que se deben incluir. El anexo 2 contiene el cronograma de mantenimiento para los equipos biomédicos de Hospital Pediátrico.

4.2.8 Resultados de la fase de planeación.

Al concluir esta fase se obtendrán los siguientes aspectos como resultado del análisis (Ministerio de la protección social , 2005):

1. Inventario de equipos biomédicos
2. Identificación de estrategias

3. Identificación de la metodología de mantenimiento
4. Definición del responsable técnico de mantenimiento
5. Definición de responsabilidades y recursos humanos para:
 - Personal técnico
 - Personal de gestión
 - Proveedores externos
6. Planeación de recursos financieros
7. Descripción e identificación del lugar de trabajo con los requisitos necesarios.
8. Listado de herramientas y equipos de medición, insumos para las actividades, repuestos con los que debe contar la institución manuales de operación y mantenimiento de los equipos biomédicos.
9. Definición de los sistemas de información para el programa de mantenimiento.
10. Formato del programa de mantenimiento preventivo.

4.3 Gestión del mantenimiento preventivo de equipos biomédicos

La gestión de mantenimiento es fundamental para garantizar el continuo funcionamiento operativo, evitando rupturas en el proceso por averías en máquinas y equipos. El que exista un mantenimiento eficaz constituye un elemento importante para la consecución de la competitividad y operatividad empresarial en el actual marco de competencia global.

4.3.1 Gestión del mantenimiento según la norma EN 13306. ‘son todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control del mismo y la mejora de las actividades de mantenimiento y las económicas (UNE-EN 13306, 2011).

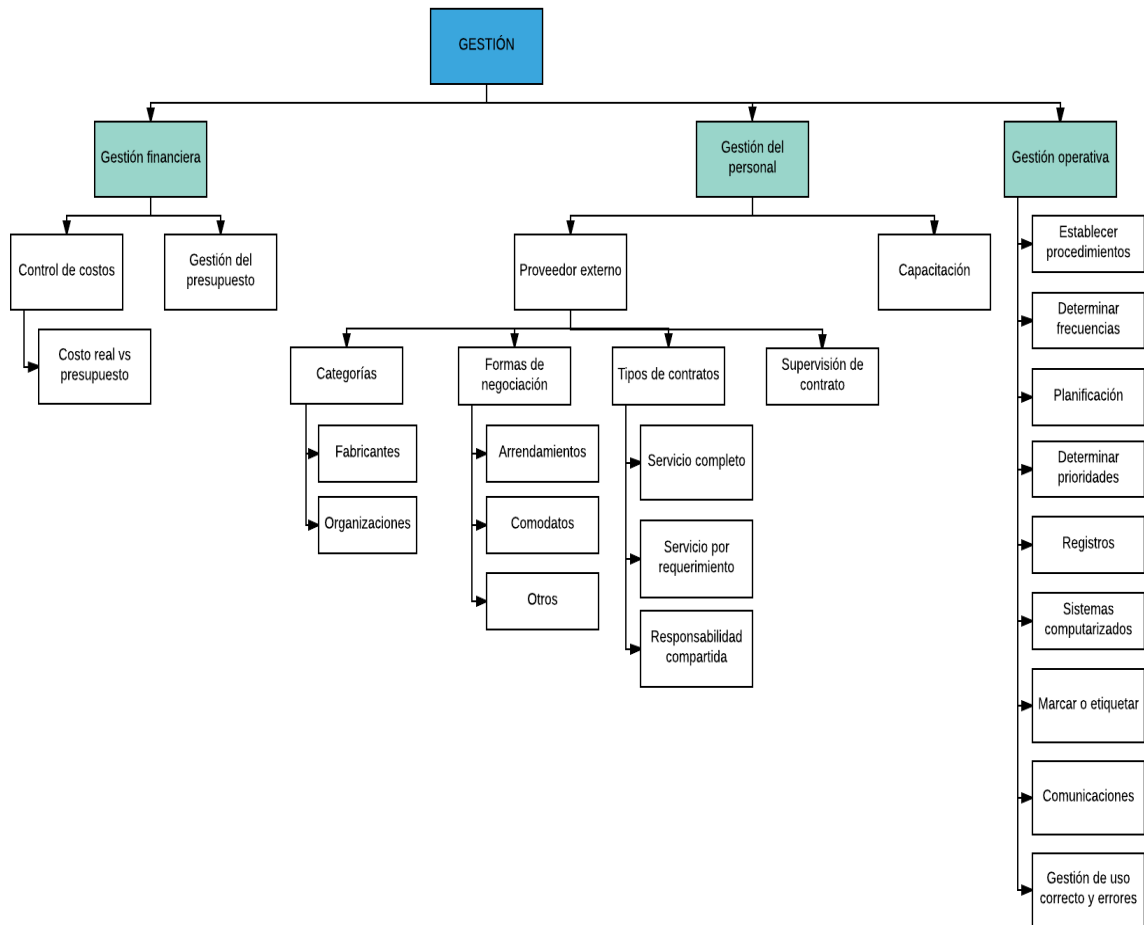


Figura 3-4. Gestión del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.
Fuente: Creación de la mesa de trabajo de Equipos Biomédicos

4.3.2 *Gestión del personal.*

Para lograr los objetivos de las actividades bajo los principios del mantenimiento se busca gestionar los recursos humanos necesarios para realizar las actividades en los equipos biomédicos analizando los siguientes ítems:

- *Personal interno.*
- *Proveedor externo.*
- *Capacitación.*

4.3.3 *Gestión operativa.* En el desarrollo del mantenimiento de los equipos biomédicos se asegura mejores indicadores que reflejan un mejoramiento continuo.

4.3.4 Resultado de la fase gestión.

1. Registro de gastos asociados al mantenimiento
2. Identificación de factores que influyen en la modificación presupuestal
3. Registros organizados para establecer el cumplimiento de normativa aplicable a la ejecución presupuestal
4. Evidencia de
 - Seguimiento sobre el control de productividad del personal interno
 - Seguimiento a los contratos de mantenimiento externo
5. Copia de los contratos de mantenimiento externo
6. Plan de capacitación: que incluya cronograma, contenidos y personal objetivo (personal técnico y de ingeniería, así como personal asistencial). Debe evidenciarse el cumplimiento del plan.
7. Formatos de:
 - Protocolo de mantenimiento por escrito para cada equipo, conteniendo como mínimo lo definido por el fabricante donde debe establecer mínimamente la frecuencia, las actividades a realizar, los equipos de medición que son necesarios, los límites inferiores y superiores para las mediciones cuando aplique.
 - Lista de chequeo para inspecciones de funcionamiento de los equipos biomédicos que se definan, basado en recomendaciones del fabricante, donde incluya como mínimo la frecuencia, las actividades a realizar, el responsable.
 - Evidencia de las inspecciones de seguridad de los equipos biomédicos definidos como mínimo los de alto riesgo que tenga el prestador, basado en las recomendaciones del fabricante, donde debe establecer como mínimo la frecuencia, las actividades a realizar, el responsable.
 - Hoja de Vida de los equipos biomédicos, y guía para diligenciarlo.
 - Ordenes de servicio para mantenimiento correctivo
 - Informes de mantenimiento correctivo
 - Cronograma de mantenimiento
 - Instrumento para identificar la percepción del personal asistencial sobre el funcionamiento y mantenimiento de equipos biomédico.

8. Sistema de información donde se encuentre como mínimo el inventario actualizado de los equipos coherente con el de activos fijos de la institución, la programación de las inspecciones y de los mantenimientos preventivos, los eventos sujetos a técnico vigilancia y los indicadores de seguimiento.
9. Definición de la adopción o no del marcado o etiquetado para las actividades del mantenimiento. Si se define incluir esta actividad, se debe establecer como mínimo el contenido de la etiqueta, la periodicidad para su revisión y recambio y la forma de realizar socialización del contenido.
10. Evidencia de:
 - Socialización del programa o como mínimo del cronograma de mantenimiento con el personal asistencial que el prestador considere pertinente.
 - Comunicación de los hallazgos encontrados luego de las actividades de mantenimiento al personal definido por el prestador.
 - Investigación de errores de los usuarios de equipos biomédicos donde se incluya el usuario, el paciente, el dispositivo, el entorno y otros factores sistémicos que pueden obstaculizar el logro de un objetivo clínico, cuando sea de gran impacto o genere incidente o evento adverso, no en todos los casos.
11. Plan de acción para identificación y gestión de los errores del usuario

4.4 Ejecución del mantenimiento de equipos biomédicos

La ejecución de mantenimiento es la aplicación de las tareas de mantenimiento a los equipos biomédicos por parte del personal y en las condiciones planteadas y gestionadas. En esta fase se plantean aspectos como las inspecciones y mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo, registros y seguridad. Que se puede observar en la figura 4-4.

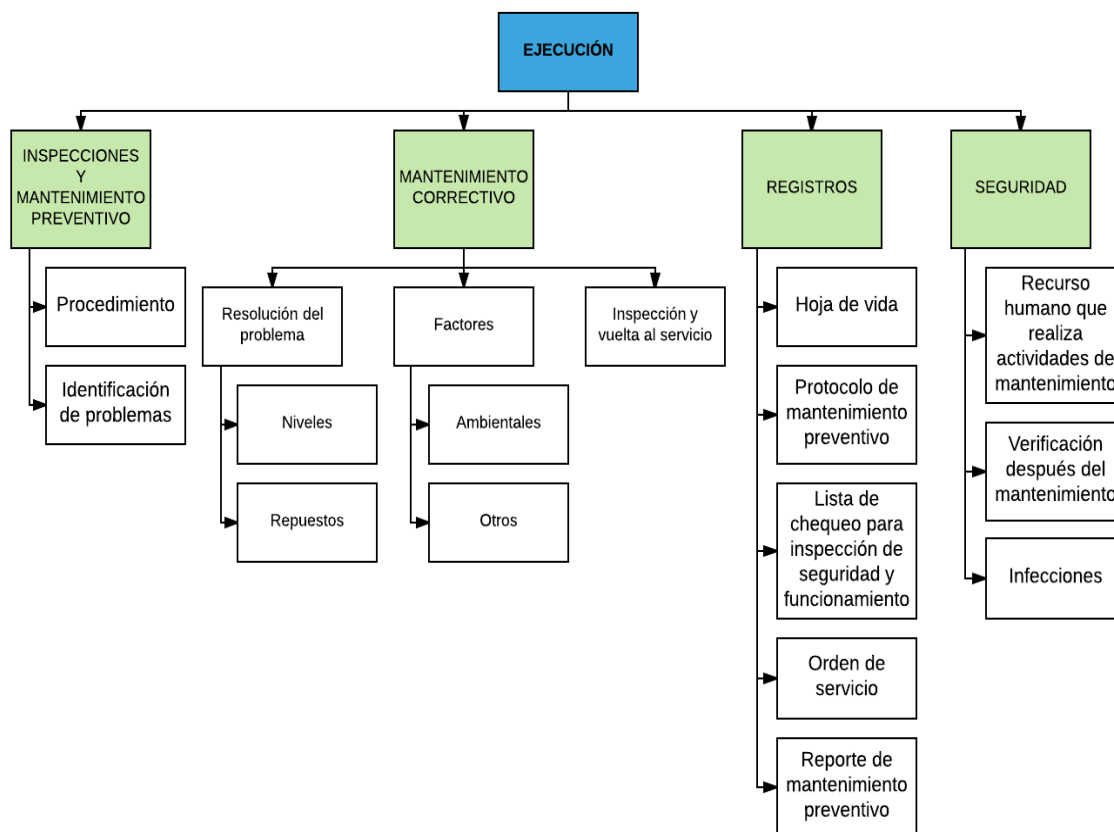


Figura 4-4. Ejecución del Mantenimiento de Equipos Biomédicos.

Fuente: Creación de la mesa de trabajo de Equipos Biomédicos

4.4.1 *Inspecciones y mantenimiento preventivo*

4.4.1.1 *Procedimiento*. Definido en la fase de gestión los protocolos a seguir de mantenimiento preventivo se toman en cuenta en esta fase de ejecución para que los procedimientos se lleven de forma ordenada y sistémica, dejando evidencia escrita de los mismos que sirvan como registros del mantenimiento efectuado.

Tomando en cuenta que involucrar al usuario del equipo nos permite disminuir tiempo del personal técnico y de ingeniería y evaluación constante de la capacitación impartida por el personal de ingeniería a los usuarios de los equipos. Las inspecciones de funcionamiento y de seguridad, deben constatar la ejecución según el periodo, las actividades y responsables definidos.

4.4.1.2 *Identificación de problemas*. En cada uno de las áreas se deben establecer procedimiento que se efectúen cuando se realicen las inspecciones o el mantenimiento

preventivo que acciones a realizar con el equipo según las políticas establecidas, si aparta o repara en el mismo lugar donde se encuentra o si es posible el transportar al taller.

Monitorear el tiempo que el personal se toma para realizar las actividades de mantenimiento, por medio de herramientas de información establecidas en los registros de mantenimiento preventivo o correctivo. Para equipos que presentan mayor riesgo el tiempo de respuesta debe ser inmediato.

4.4.2 *Mantenimiento correctivo.*

Para realizar el mantenimiento correctivo se tomara en cuenta desde dos puntos: Primero al realizar el mantenimiento preventivo se identifica la necesidad, el segundo cuando el personal asistencial, administrativo o de ingeniería informa el problema. Se recomienda tomar en cuenta:

4.4.2.1 *Resolución de problemas.* El identificar el problema y los factores de su origen en el menor tiempo posible de una manera eficiente es el objetivo principal de la resolución de problemas. Buscar el mejor proceso necesario para la reparación y poner el equipo de nuevo en funcionamiento, buscar la concertación con el ingeniero encargado de la gestión y realizarlo dependiendo de los recursos necesarios con los que cuenta la institución o buscarlos externamente.

4.4.2.2 *Niveles de mantenimiento correctivo.* Según la Organización Mundial de la Salud se han definido tres niveles para la ejecución del mantenimiento correctivo:

- Componentes. La falla de un solo componente se lo resuelve con el remplazo del mismo cuando este ha fallado. Con frecuencia este enfoque es eficaz en dispositivos eléctricos, mecánicos y componentes diferenciados de dispositivos electrónicos (resistencias, condensadores, fusibles, etc.). Pero en dispositivos electrónicos su reparación es más compleja y conlleva más tiempo por esta razón es necesario analizar la posibilidad de una reparación de la tabilla del circuito electrónico o incluso todo el sistema.

- **Tablilla de circuitos.** La detección de fallas en los dispositivos electrónicos es habitual y la posibilidad de reparar un solo componente no resulta en algunos casos factibles que remplazar toda la tablilla electrónica
- **Dispositivo o sistema.** En algunos casos la resolución de alguna falla presente en una tablilla electrónica es compleja y llevaría demasiado tiempo, en situaciones como esta puede ser más costo-eficaz remplazar el dispositivo o subsistema completo.

El observar que el equipo funcione de acuerdo a las características de diseño especificadas por el fabricante, de no ser así se analizaría con el usuario y examinador del porque el equipo no está funcionando como se esperaba.

4.4.2.3 Repuestos. El remplazo de los mismos se puede hacer utilizando repuestos especiales recomendados por el fabricante, repuestos genéricos con las mismas características o repuestos obtenidos de equipos que están fuera de servicio, pero cuentan con partes en buen estado y que no presenten ningún riesgo.

4.4.2.4 Inspección y vuelta al servicio. Establecer las actividades que se debe realizar el área técnica antes de devolver el equipo al servicio, donde se especifique las actividades realizadas como inspecciones de funcionamiento y seguridad así como verificación de mediciones.

4.4.3 Registros.

Los registros son la principal fuente de información, para realizar el trazo de la vida útil de los equipos biomédicos y de las actividades que se realizaron desde su puesta en funcionamiento hasta su disposición final.


Hay que hacer énfasis en la información registrada por los técnicos ya que refleja la responsabilidad de los mismos y de la manera de actuar frente a las situaciones que se han presentado. Los registros que se empleen al mantenimiento de equipos biomédicos

deberán articularse con las normas de gestión documental que considere pertinentes según el contexto de cada prestador de servicios de salud.

4.4.4 Ficha técnica

Documento de mantenimiento importante para conocer a los equipos ya que es un resumen de las características del mismo, en ella se podrá consultar cualquier dato que se necesite y se podrá modificar según las necesidades de quien lo use, con el fin de mejorar siempre el documento.

Tabla. 6-4. Formato de Ficha técnica para los equipos biomédicos

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN	
	
<u>FICHA TÉCNICA</u>	
EQUIPO	DATOS Y CARACTERÍSTICAS
Foto del equipo	Nombre : Marca : Modelo : Serie :
	Fecha: Código: Definición del bien/activo: Responsable: Área:
	Especificaciones generales Potencia: Voltaje: Presión:
	Función :
	Manual de equipo :NO
	Prioridad de equipo :
	Accesorios :

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

El formato de ficha técnica que se propone dentro del plan de mantenimiento consta de los siguientes aspectos informativos:

- Modelo: indica el origen de creación del equipo
- Serie: que tiene el equipo
- Código: el que el hospital ha designado a cada equipo biomédico
- Área: Ubicación que se encuentra cada equipo
- Responsable: la persona encargada de verificar las condiciones del activo.
- Función: las facilidades que proporciona el equipo al momento de su uso.
- Prioridad del equipo: capacidad que tiene el equipo
- Accesorios: si el equipo depende de algún dispositivo adicional para su funcionamiento
- Observaciones: Dato extra que se necesite saber del equipo.

4.4.4.1 *Protocolo de mantenimiento preventivo.* Esta hoja nos sirve para ejecutar una documentación escrita de lo que se realiza. Aquí se debe describir cada una de las actividades realizadas junto con la cantidad de repuestos que se va a utilizar el estado en el que se encuentra el equipo después de su mantenimiento tabla 4.7.

Tabla. 7-4. Hoja de procedimientos

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN			
			
<u>HOJA DE PROCEDIMIENTO</u>			
Responsable:		Ubicación del equipo:	
<input type="radio"/> reparación <input type="radio"/> mantenimiento		<input type="radio"/> revisión <input type="radio"/> Instalación	
		Descripción del equipo:	
		Marca:	Modelo:
Estado del servicio:		Serie:	Versión:
Descripción del problema:		Partes accesorios y repuestos	
		CANT.	P/N
		Descripción	

--	--	--

Tabla. 8-4. (Continuación) Hoja de procedimientos

Trabajo realizado:	Tiempo :	Horas:
firma encargado de mantenimiento	firma del encargado de la revisión	

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

- Responsable;
- Ubicación del Equipo; donde se encuentra ubicado el equipo
- Descripción del equipo; todo referente al equipo
- Trabajo realizado; detalle de todo lo realizado
- Marca; que contiene el equipo
- Modelo;
- Serie;
- Versión;
- Tiempo; Que se tardó en ejecutar el mantenimiento
- Horas; Que se tardó en ejecutar el mantenimiento
- Descripción del problema; determinar claramente la causa por la que sufrió la falla el equipo
- Estado del servicio; si el equipo se encuentra operativo o no
- Partes, accesorios y repuestos (CANT, P/N, Descripción); describe la cantidad y el número de repuestos que se van a utilizar


4.4.4.2 *Listas de chequeo para inspección de seguridad y funcionamiento.* Es una herramienta de mantenimiento o documento de mantenimiento diseñado para minimizar los errores provocados por los potenciales límites de la memoria y la atención de los trabajadores. Ayuda a asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de una tarea.

El técnico de mantenimiento deberá vigilar que todas las ordenes se han realizadas antes de empezar la jornada.

El checklist diario realizado según las condiciones pedidas por el hospital:

- Responsable: Persona encargada de realizar el mantenimiento
- Fecha: En la que se realizó el mantenimiento
- Firma: De la persona que realizo el mantenimiento
- Revisado: Persona encargada de revisar si el mantenimiento se realizó bajo los parámetros requeridos
- Firma: de la persona que reviso el mantenimiento realizado
- Actividades: operaciones adicionales que se realizo
- Observaciones: Dato que determina si se debe realizar algo adicional
- Sistema: Identificación del equipo que se debe realizar
- Actividad: mantenimiento que se debe realizar como rutina diaria
- Visto de revisión: Donde señala que el mantenimiento ha sido realizado
- Estado: se evalúa si el equipo está o no en condiciones idóneas para su utilización
- Observaciones: aclara si tiene varias funciones de mantenimiento

Tabla. 9-4. Formato del Chek List diario

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN							
							
<u>CHECK LIST</u>							
Sistema	Actividad	Visto de Revisión	Estado			Observaciones	
			Malo	Bueno	Regular		
Instalaciones eléctricas	Inspeccionar el funcionamiento general						
Gases medicinales 8:00	Revisar el nivel de cada banco					Oxígeno	Aire
	Revisar fuga en los cilindros / cañerías / tomas de pared					Bi	Bi
						Bd	Bd
Gases medicinales 14:00	Revisar el nivel de cada banco					Oxígeno	Aire
	Revisar fuga en los cilindros / cañerías / tomas de pared					Bi	Bi
						Bd	Bd
Generador	Revisar el nivel de aceite lubricante y refrigerante						
	Revisar el nivel de combustible						
	Control de nivel de carga de baterías						

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

Tabla 10-4. (Continuación) Formato del Chek List diario

Caldero	Nivel de combustible en galones					8:00	14:00	Apagar
	Colocar los químicos de tratamiento de agua de acuerdo a las recomendaciones							
	Purga de fondo 3 veces al día					8:00	14:00	Apagar
	Verificar fugas							
	Inspección de válvulas de seguridad: estado, limpieza, purgas permanentes de acuerdo a su funcionamiento							
	Verificar indicadores de nivel, temperatura, y presión							
	Verificación de funcionamiento de válvulas							
Manifold de distribución de vapor	Purgas permanentes de acuerdo a su funcionamiento							
	Revisar fugas y ruidos en las válvulas							
Ablandador	Verificar niveles de agua y sal en grano							
Cisterna	Revisar nivel de agua en cisterna							
	Verificar presión en el manómetro							
	Inspeccionar posibles fugas en todo el edificio							
Cocina	Inspeccionar el correcto funcionamiento de equipos							
	Verificar presión de vapor en el manómetro							
	Purga de condensado en marmitas							
	Verificar el nivel de presión de tanque del GLP							
	Verificar temperatura en cuartos fríos					Congelador	Refrigerador	
Lavadoras / Calandrias / Prensa / Secadora / Esterilización	Verificar suministros de agua, vapor y aire comprimido							
	Inspeccionar normal funcionamiento							
	Purgas							
Ventilación mecánica	Verificación de funcionamiento de ventiladores							
	Verifique que no existan vibraciones o ruidos inusuales							
	Inspeccionar circuito eléctrico y sobrecalentamiento en motores							
	Controlar encendido y temperatura (UPS y cuarto de equipos)							
Compresor	Verificar que no existan escapes de aceite y aire							
	Verifique presión en el manómetro							
	Verifique vibraciones y ruidos inusuales							
	Compruebe su correcto funcionamiento							
	Purga de condensado SOLO DOMINGOS							

Aparatos	Fugas	
-----------------	-------	--

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

Tabla 11-4. (Continuación) Formato del Chek List diario

Aparatos	Fugas	
Hidráulicos (Duchas / llaves / grifos / desagües / rejillas)	Verificar limpieza y óptimo caudal de agua	
Actividades		
Observaciones		
Fecha		
Responsable		Revisado
Firma		Firma

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

4.4.4.3 *Solicitud de mantenimiento*. Documento que por escrito describirá las fallas o defectos técnicos que afectan el funcionamiento del equipo o maquinaria solicitando a quien corresponda como responsable del mantenimiento su revisión o reparación. La tabla 14 muestra el contenido de la solicitud de mantenimiento con los siguientes aspectos:

- Identificación del equipo
- N° de orden de trabajo
- Fecha: la fecha en la que se debe realizar el mantenimiento
- Nombre del solicitante: la persona que pide se realice la inspección o mantenimiento
- Descripción de la actividad: determina que se necesita y que se realiza
- Hora: la hora que se registre la actividad.
- Firma
- Recibida por: la persona que se encargue de realizar y aprobar las actividades de mantenimiento.
- Observaciones: En caso de que exista alguna cosa adicional a lo requerido
- Sello del servicio solicitante


Tabla. 12-4. Solicitud de trabajo de mantenimiento

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN		
		
<u>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</u>		
N° de Orden de trabajo:		Identificación del equipo:
Descripción del servicio solicitado:	Nombre del solicitante :	
	Fecha:	
	Hora:	
	Recibida por:	
USO EXCLUSIVO SOLO DE MANTENIMIENTO		Firma:
Firma Del Solicitante	Sello Del Servicio Solicitante	Observaciones:

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

4.4.4.4 *Orden de trabajo.* Son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad, mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudicó la producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento como se observa en la tabla 10-4.

Tabla. 13-4. Orden de trabajo

HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN				
				
MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO				
OT N° :		Departamento :		Fecha de solicitud :
MAQUINA / EQUIPO:				
Marca :		Serie :		Código :
Mantenimiento	Preventivo	Correctivo	Otro	
Problema	Mecánico	Eléctrico	Electrónico	Otro
Condición	Critica	Media	Normal	
Informó :				
Servicio solicitado		Materiales y repuestos		Unidad
Cambio				Cantidad
Revisión				
Ajuste				
Desmontaje				
Montaje				
Reparación				
Lubricación				
Proyecto		Herramientas utilizadas		
Adecuación				
Pintura				
Limpieza				
Programación				
Reemplazo				
Construcción		Trabajo realizado		
Otro				
		Observaciones		
Ejecutado por :			Recibido por :	
Fecha :			Fecha :	

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

El formato de orden de trabajo para el Hospital Pediátrico va a contener los siguientes aspectos:

- OT N°; identifica el número de la orden de trabajo
- Máquina y equipo; descripción de los equipos
- Observaciones;
- Recibido por; el nombre persona que recibió la orden de trabajo
- Fecha; en la que recibió el documento
- Ejecutado por; la persona quien realizado el mantenimiento
- Fecha; la fecha que se dio el mantenimiento
- Marca
- Código
- Serie
- Departamento; donde se encuentra el equipo
- Fecha de solicitud; fecha emitida de la solicitud
- Herramientas utilizadas; que no más se utilizó para realizar el mantenimiento
- Trabajo realizado; por si existe alguna persona auxiliar en la elaboración del plan
- Materiales y repuestos;
- Unidad
- Cantidad

4.4.4.5 *Hoja de actividades de mantenimiento.* Conjunto de actividades y tareas planificadas para cada uno de los equipos tabla 16 que se efectuaran según el cronograma de actividades.

4.4.5 Seguridad.

La seguridad es una parte importante del mantenimiento cuando se realizan las actividades buscando controlar o disminuir los riesgos asociados que presenten los equipos biomédicos. Personal propiamente instruido y el adecuado uso de los equipos disminuye factores de riesgo como por ejemplo riesgos eléctricos aumentando la seguridad del paciente.

químicos y de otras fuentes, peligro existente por radiación emitida por ciertos equipos, la exposición a campos electromagnéticos de equipos de resonancia magnética, el peligro que representa la manipulación de los tanques de gas comprimido, entre otros factores de riesgo.

- La documentación. Las actividades realizadas para el control de los riesgos presentes y de los que sucedieron se registran dentro de las actividades del programa de mantenimiento o correctivo y de inspecciones de seguridad y funcionamiento. Si existe otro tipo de documentación implementada por la institución esta debe constar en el programa de mantenimiento.

4.4.5.2 *Verificación después del mantenimiento.* Una vez que han realizado las actividades de mantenimiento al equipo biomédico, no solo se verifica el funcionamiento sino también que se verifica si es seguro para el paciente el uso del mismo contemplando aspectos como la seguridad eléctrica, configuración y funcionamiento.

En la seguridad eléctrica se contemplan las instalaciones y equipos, en las instalaciones por lo menos se debe realizar la comprobación de enchufes y resistencia eléctrica y en los equipos la resistencia entre la tierra del enchufe y el chasis del equipo o cualquier punto metálico externo y la corriente de fugas del chasis. Con respecto a la configuración y funcionamiento del equipo se adoptarán prácticas de entrega de equipos al personal asistencial con pruebas básicas de funcionamiento y verificación de la configuración.

4.4.5.3 *Infecciones.* Establecer las áreas con riesgo de infecciones lo debe hacer el personal de mantenimiento y mitigarlo adecuadamente, es sumamente importante a la hora de realizar las tareas de mantenimiento, por las actividades que se realizan y se presente una posible exposición a sustancias utilizadas por parte del personal técnico de mantenimiento como por el personal encargado del área que se efectuó el mantenimiento. La identificación y estrategias se deben establecer en el documento de protocolo de limpieza y desinfección

4.4.5.4 *Seguridad eléctrica.* La seguridad de los equipos biomédicos debe estar contenida dentro de la gestión de mantenimiento siguiendo recomendaciones mínimas como:

- Resistencia fin de tierra - chasis del equipo.

- Corrientes de fuga del chasis

4.4.6 *Resultados al finalizar la fase de Ejecución.*

1. Formatos diligenciados como mínimo con los contenidos de los anexos:
 - a. Hojas de vida

 - b. Protocolos de mantenimiento preventivo

 - c. Inspecciones de funcionamiento y seguridad

 - d. Ordenes de servicio

 - e. Reporte de mantenimiento correctivo

2. Procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.

3. Evidencia de:
 - a. Gestión de seguridad del recurso humano de mantenimiento

 - b. Seguimiento a los equipos biomédicos con falla repetitiva

 - c. Realización de verificaciones después del mantenimiento correctivo, que pueden estar dentro del reporte de mantenimiento correctivo.

4. Protocolos de limpieza y desinfección basados en recomendaciones del fabricante.

Capítulo V

5. RESULTADOS DE LA PROPUESTA

5.1 Análisis y resultados de la variación de la disponibilidad

El presente análisis que se realizó fue en el desarrollo del plan de mantenimiento en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román, lo que permitió tomar una muestra de los equipos del área de quirófano. En base a las órdenes de trabajo, al mantenimiento efectuado se recopiló información necesaria para evaluar la disponibilidad de los equipos analizados anteriormente. A su vez la creación de su historial fue elaborado con la recopilación de datos según el fallo imprevisto efectuado bajo el tiempo requerido por el operador mismo que ayudo a la obtención de la variación de datos de disponibilidad.

Para el cálculo de disponibilidad se tomó como referencia las OEE 102, que proporciona una fórmula en la que se estima en el mantenimiento preventivo de una semana por equipo en un tiempo predeterminado, junto con el tiempo de paradas de funcionamiento de los equipos y el tiempo de mantenimiento que se demoró en realizarlo todo este cálculo es en horas.

Fórmula para la disponibilidad del estado de los equipos

$$\%Disponibilidad = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}} \quad \text{Ecuación}$$

(2)

Fórmula para evaluar la mejora de la disponibilidad de los equipos biomédicos según la OEE 102

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo de produccion real}}{\textit{Tiempo de produccion posible}}$$

Ecuación (3)

Tabla 1-5. Disponibilidad de los equipos


HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMES ROMAN								
								
DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LOS EQUIPOS								
DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	TOM A DE DATOS (N° MESES)	HORAS TOTALES	N° DE DIAS INDISPONIBLE	HORAS DE PARADA POR MANTENIMIENTO	NUMERO DE %
BALANZA DIGITAL	SECA	334 + Measuring Rod 232	5334161148380	7	1680	5	120	93%
MAQUINA DE ANESTECIA	PENLO N	SP 101	SR232 AV0702	7	1680	7	168	90%
CALEFACTOR DE ACEITE	MIDEA	NY15L-9		7	1680	3	72	96%
COMPRESOR	VACU DENT			7	1680	5	120	93%
CUNA DE CALOR RADIANTE	DRAGER WERKAG	PP800	58403690	7	1680	8	192	89%
DESFRIBILADOR	CARDIO LIFE	7200K	22777	7	1680	2	48	97%
EQUIPO DE DIAGNOSTICO DE PARED	RIESTER			7	1680	4	96	94%
LAMPARA DE FOTO TERAPIA	ADVANCED	XHK-90L	46140604003	7	1680	5	120	93%
RESPIRADOR NEONATAL	GRAEGER	BABY LOG 8000 PLUS	ASFJ-0068	7	1680	7	168	90%
LAMPARA DE FOTO TERAPIA	ADVANCED	XHK-90L	46140604001	7	1680	3	72	96%
MASAJEADOR	VITER	VR-7N		7	1680	2	48	97%
MONITOR DE SIGNOS VITAES	MINDRAY	MEC-1000	AQ-7B105701	7	1680	5	120	93%
NEBULIZADOR A DIFRAGMA	SILFAB	N32G	03-0438-13-A	7	1680	6	144	91%


Tabla 2-5. (Continuación) Disponibilidad de los equipos

Nebulizador succionador flemas	de	SCHUCO			7	1680	4	96	94%
PERFUSOR (BOMBA JERINGA)	DE	SILFAB	N32G	03-0438-13-A	7	1680	3	72	96%
RESPIRADOR NEONATAL		GRAEGER	BABY LOG 8000 PLUS	ASFJ-0067	7	1680	2	48	97%
TERMOCUNA (CUNA CALOR RADIANTE)	DE	DRAGER WERKAG	PP800	58403690	7	1680	7	168	90%

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de produccion real}}{\text{Tiempo de produccion posible}}$$

Tabla 3-5. Evaluación de la mejora de disponibilidad.

HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMEZ ROMAN					
					
EVALUACION DE LA MEJORA DE DISPONIBILIDAD					
Fecha	Descripción del equipo	Tiempo requerido	Tiempo de parada	Tiempo de mantenimiento	Disponibilidad 2
29/04/2017	Balanza digital	120	2	5	96%
20/05/2017	Equipo de anestesia	120	3	6	95%
15/05/2017	Calefactor de aceite	120	4	4	97%
15/05/2017	Compresor	120	4	5	96%
10/05/2017	Cuna de calor radiante	120	6	7	94%
25/05/2017	Desfibrilador	120	5	4	97%
15/05/2017	Equipo de diagnóstico de pared	120	3	5	96%
20/05/2017	Lámpara de fototerapia	120	4	6	95%
29/04/2017	Respirador Neonatal	120	2	5	96%

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

Tabla 4-5. (Continuación) Evaluación de la mejora de disponibilidad.

29/04/2017	Lámpara de fototerapia	120	4	4	97%
25/05/2017	Masajeador	120	5	5	96%
05/05/2017	Monitor de signos vitales	120	6	6	95%
20/05/2017	Nebulizador de Diafragma	120	6	4	96%
20/05/2017	Nebulizador succionador de flemas	120	4	5	96%
05/05/2017	Perfusor (Bomba de jeringa)	120	3	4	97%
29/04/2017	Respirador Neonatal	120	2	3	97%
10/05/2017	Termo cuna (cuna de calor radiante)	120	5	9	92%
29/04/2017	Lámpara cielítica	120	6	9	92%
10/05/2017	Mesa quirúrgica	120	5	8	93%
15/05/2017	Cama eléctrica	120	8	5	96%
15/05/2017	camilla de transporte	120	7	7	94%

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

5.2 Evaluación de la disponibilidad

En esta grafica se estima que la disponibilidad anteriormente hallada junto con la disponibilidad mejorada muestra una diferenciación de un 15 a 20% de una mejora del rendimiento en la muestra obtenida después de haber implementado el plan de mantenimiento.

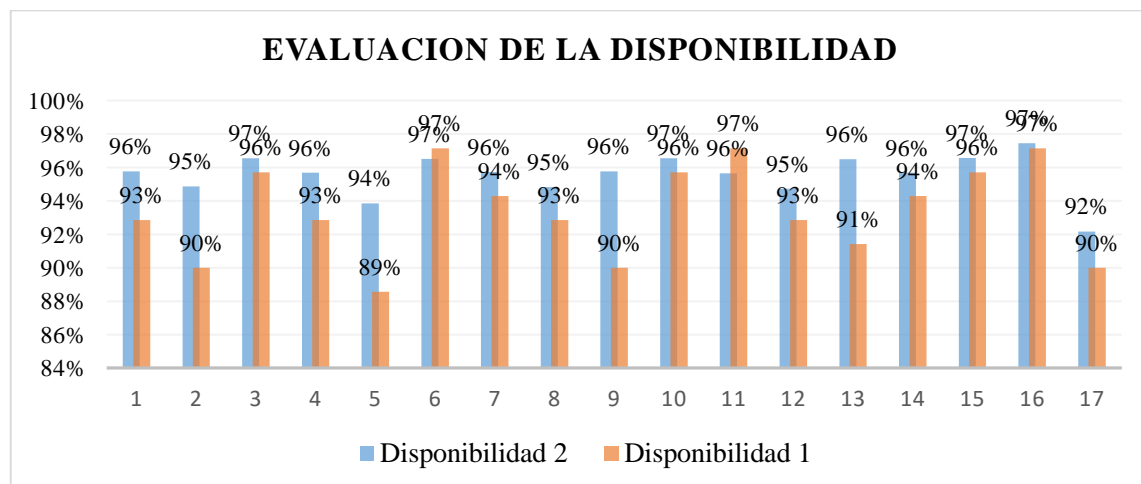



Gráfico 1-5. Evaluación de la disponibilidad

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

5.3 Bitácora de mantenimiento

Este documento sirve para llevar información necesaria que indique que en realidad se realizó una actividad de mantenimiento en los equipos misma de describirían, para así poder evaluar en trabajo realizado.

Tabla 5-5. Bitácora de mantenimiento

HOSPITAL PEDIATRICO ALFONSO VILLAGOMEZ ROMAN				
				
BITACORA DE MANTENIMIENTO				
Fecha	Nombre	Área	Descripción	Firma
29/04/2017	Balanza digital	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
20/05/2017	Equipo de anestesia	Quirófano	Cambio de filtros y empaques, Calibración	Ing. Luis Jácome
15/05/2017	Calefactor de aceite	Quirófano	Inspección	Ing. Luis Jácome
15/05/2017	Compresor	Quirófano	Mantenimiento, cambio de aceite	Ing. Luis Jácome
10/05/2017	Cuna de calor radiante	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
25/05/2017	Desfibrilador	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
15/05/2017	Equipo de diagnóstico de pared	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
20/05/2017	Lámpara de fototerapia	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
29/04/2017	Respirador Neonatal	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
29/04/2017	Lámpara de fototerapia	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
25/05/2017	Masajeado	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
05/05/2017	Monitor de signos vitales	Quirófano	Mantenimiento, cambio de perillas aisladas	Ing. Luis Jácome
20/05/2017	Nebulizador de Diafragma	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
20/05/2017	Nebulizador succionador de flemas	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
05/05/2017	Perfusor(Bomba de jeringa)	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
29/04/2017	Respirador Neonatal	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
10/05/2017	Termo cuna (cuna de calor radiante)	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
29/04/2017	Lámpara cielítica	Quirófano	cambio de foco, Mantenimiento	Ing. Luis Jácome
10/05/2017	Mesa quirúrgica	Quirófano	Mantenimiento, Modulo de electroválvulas para movimiento UP/DOWN requiere cambio (defectuosas)	Ing. Luis Jácome
15/05/2017	Cama eléctrica	Quirófano	Mantenimiento, Batería dañada requiere cambio	Ing. Luis Jácome
15/05/2017	camilla de transporte	Quirófano	Mantenimiento	Ing. Luis Jácome

Fuente: Heredia J. & Ortiz M.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente trabajo realizado se diseñó un plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos biomédicos de Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez romano, de esta manera ayudar a mantener las condiciones funcionales de los equipos realizando inspecciones rutinarias con actividades y tareas que se puedan realizar.

Se tomaron ciertos parámetros técnicos de cada uno de los equipos biomédicos y mecánicos del hospital para su respectiva valoración y se concluyó que estos se encuentran en un buen estado de funcionamiento

El hospital al no contar con un plan de mantenimiento que resulta muy costoso, realiza los trabajos de mantenimiento cuando el equipo o maquina falla lo cual es muy ineficiente por tal motivo se propuso el plan de mantenimiento preventivo planificado.

6.2 Recomendaciones

La capacitación al personal del departamento de mantenimiento en equipos biomédicos ayudara a una mejor respuesta cuando ocurra una situación crítica y se pueda resolver de manera inmediata

Contar con un stock de repuestos emergentes, materiales y herramientas por si surge algún tipo de avería de equipos de mayor prioridad que sea único en su área ayudara al personal de mantenimiento cumplir con las frecuencias fijadas en el cronograma.

La recolección de información continua sobre los fallos o averías ocurridas en los equipos biomédicos en el transcurso de un año después de la implementación del plan de mantenimiento permitirá verificar la variación de la disponibilidad.

BIBLIOGRAFÍA:

AFNOR (X60 - 010). *Terminología Del Mantenimiento* . Francia : s.n.

GARCIA GARRIDO, Santiago. *Auditorias de Mantenimiento*. 2009, Renovetec, 2009 pp. 5-7.

DECRETO 1769. Diario oficial N° 41.477. Colombia : s.n., 1994.

DECRETO 4725. *Régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano*. Bogotá : s.n., 2005.

GALLEGO CASTRILLÓN, Luis Fernando. *Introducción al Mantenimiento Biomedico* . Medellin, Colombia : Fondo Editorial Itm, Septiembre del 2007.

GRACEY, David B. WILLIAMS & ALFRED D. *Mantenimiento y funcionamiento de los silos* . Roma, Italia : s.n., 1996. ISBN 92-5-303489-0.

HERNANDEZ, Carlos A. & GONZALEZ, Antonio. *Manual de mantenimiento de los servicios de salud: Instalaciones y bienes de equipo* . Washington D.C. : s.n., 1996. Vol. II, 6. ISBN 92-75-32181-7.

ISO19011. *Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión*. 15 de 11 de 2011.

LABASTIDA GOMEZ, Paola del Rocío. *Creación del departamento de ingeniería clínica y mantenimiento en los hospitales públicos de la ciudad de Quito*. Quito, 2013.

LOBATO, Franklin Geovanny. *Elaboración de un modelo de gestión de mantenimiento en el Hospital Básico de Baños*. Riobamba, 2015.

LONDOÑO, Gustavo Malagón. *Administración Hospitalaria. Administración Hospitalaria*. Bogotá : Editorial Medica internacional Ltda., 2000.

MAXIMIANO AMARU, Antonio Cesar. *Administración para emprendedores*. México : Pearson educación de México, S.A. de C.V. ISBN 10: 970 - 26 - 1130 - X, 2008.

MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto 4725. Colombia, 2005.

MINISTERIO DE SALUD . *Salud, Dirección de Medicamentos y Tecnologías*, Colombia : Ver, 2012, Vol. version 1. sig-f05.

NORMA COVENIN 3049. *Mantenimiento, Definiciones* . Venezuela, 1993.

NORMA. UNE-EN 13460. *Mantenimiento Elite*, 2012.

NTE INEN-EN13460. 2010. *Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento*. Madrid: AENOR, 2010.

NTE INEN-ISO 19011. *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión*. [En línea] 19 de 01 de 2012. <http://www.normalizacion.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/DCA/nte_inen_iso_19011_2011extracto.pdf.

ORDEN DE TRABAJO. *El Banco de datos de Mantenimiento . 1*, S.L. : Mantenimiento Mundial, Vol. CAPITULO 3.

UNE - EN 13306. 2011. *Mantenimiento – Terminología de Mantenimiento.* Madrid : AENOR, 2011.

UNE-EN 13306. 2011. *Mantenimiento-Terminología del Mantenimiento.* Madrid, España : AENOR, 03 de 2011.