



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
ÁREAS DE EMERGENCIA, CLÍNICA, ESTERILIZACIÓN,
COLPOSCOPIA E IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL
GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES
DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

**HINOJOSA MUÑOZ JOSELYN FERNANDA
CHÁRIG HIDALGO KERLY ROCÍO**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-05-02

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

HINOJOSA MUÑOZ JOSELYN FERNANDA

Titulada: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE EMERGENCIA, CLÍNICA, ESTERILIZACIÓN, COLPOSCOPIA E IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra

DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño

MIEMBRO DE TESIS

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-05-02

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

CHÁRIG HIDALGO KERLY ROCÍO

Titulada: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE EMERGENCIA, CLÍNICA, ESTERILIZACIÓN, COLPOSCOPIA E IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra

DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño

MIEMBRO DE TESIS

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: HINOJOSA MUÑOZ JOSELYN FERNANDA

TÍTULO DE LA TESIS: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE EMERGENCIA, CLÍNICA, ESTERILIZACIÓN, COLPOSCOPIA E IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2018-11-29

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño MIEMBRO DE TESIS			

* 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.

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHÁRIG HIDALGO KERLY ROCÍO

TÍTULO DE LA TESIS: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE EMERGENCIA, CLÍNICA, ESTERILIZACIÓN, COLPOSCOPIA E IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2018-11-29

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño MIEMBRO DE TESIS			

* 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.

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El presente Trabajo de Titulación, es original y basado en el proceso de investigación y/o propuesta tecnológica establecida en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Joselyn Fernanda Hinojosa Muñoz

Kerly Rocío Chárig Hidalgo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Joselyn Fernanda Hinojosa Muñoz y Kerly Rocío Chárig Hidalgo, 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 Hinojosa J. & Chárig K., asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Joselyn Fernanda Hinojosa Muñoz

C.I: 060513648-0

Kerly Rocío Chárig Hidalgo

C.I: 060412305-9

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por haberme dado la fortaleza y valentía para pasar todos los obstáculos que se pusieron en la trayectoria de mi temporada politécnica, por darme las habilidades y dones necesarios para llevar a flote este proyecto y que será de apoyo para la vida que apenas comienza.

A mis padres Carlos y Narcisa, a mi hermano Bryan quienes con su esfuerzo, sacrificio y trabajo me han inculcado valores que me han guiado por el camino del bien, motivándome con palabras de apoyo y presión para poder alcanzar esta meta.

Joselyn Fernanda Hinojosa Muñoz

Este nuevo logro alcanzado en mayor parte gracias a ustedes: Familia por ser motivo de inspiración para superarme día a día de manera constante y así batallar por un futuro mejor. Compañeros, amigos presentes y pasados, personas especiales, que sin interés alguno supieron compartir su conocimiento, alegrías y tristezas durante estos cinco años y ayudaron a que esta visión sea realidad.

Y de manera especial a mis padres Roberto Chárig y Rocío Hidalgo, mis hermanos Edison e Israel; por su abnegación y esfuerzo al ofrecerme una carrera que me abre las puertas a un futuro mejor y si bien hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A Dios por darme la vida y a esos ángeles que desde el cielo me cuidan y son mi mayor fortaleza. Quisiera dedicar mi tesis a ustedes personas de bien, que brindan amor, felicidad y fines encantos de la existencia.

Kerly Rocío Chárig Hidalgo

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme brindado tanta riqueza espiritual, gracia y sabiduría para poder estar en el camino del bien.

A mi familia en general por el respaldo moral, económico, ayuda y palabras de aliento en mi trayectoria politécnica.

Agradezco de manera especial al Ing. Sergio Villacrés. e Ing. Cesar Gallegos., por brindarme la ayuda necesaria para que el presente trabajo sea realizado de la mejor manera.

Al Hospital General Riobamba-IESS por brindarme el apoyo necesario para llevar adelante este proyecto.

Joselyn Fernanda Hinojosa Muñoz

Mi eterna gratitud para todos quienes me apoyaron en especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en su Carrera de Ingeniería de Mantenimiento y al Hospital General Riobamba-IESS, que con sus dudas y apreciaciones han logrado que éste trabajo sea más útil.

A los profesores de la Carrera, por sus sacrificadas labores que tienen como fruto la formación de Ingenieros que han engrandecido a nuestra Patria que se necesita en estos momentos.

Agradezco la colaboración de los Ingenieros, Sergio Villacrés y César Gallegos, dignos catedráticos que con su gran dedicación han compartido sus experiencias, tiempo y conocimiento para alcanzar esta anhelada meta.

Kerly Rocío Chárig Hidalgo

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	
Abstract	
Introducción	
CAPÍTULO I	
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 <i>Misión</i>	2
1.1.2 <i>Visión</i>	2
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivo específico</i>	3
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Criterios de evaluación en la gestión de mantenimiento.....	4
2.1.1 <i>La evaluación</i>	4
2.1.2 <i>Determinación de los criterios de evaluación</i>	4
2.1.3 <i>Priorización de criterios aplicando el Método AHP</i>	4
2.1.3.1 Modelación.....	4
2.1.3.2 Valoración.....	4
2.1.3.3 Priorización.....	5
2.1.3.4 Desarrollo.....	7
2.1.4 <i>El umbral de desempeño</i>	7
2.2 Definición de Mantenimiento	8
2.2.1 <i>Mantenimiento</i>	8
2.3 Mantenimiento Hospitalario	8
2.3.1 <i>Definición</i>	8
2.3.2 <i>La importancia del mantenimiento hospitalario</i>	8
2.4 Tipos de Mantenimiento	9
2.5 Tipos de Planes de Mantenimiento	10

2.5.1	<i>Plan de mantenimiento basado en manuales del fabricante</i>	11
2.5.2	<i>Plan de mantenimiento basado en la experiencia</i>	11
2.5.3	<i>Plan de mantenimiento basado en RCM</i>	11
2.6	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM REAL).....	11
2.6.1	<i>Ventajas de RCM</i>	12
2.6.2	<i>Desventajas de RCM</i>	12
2.7	Metodología RCM abreviado.....	12
2.7.1	<i>Inventario de equipos a mantener</i>	13
2.7.2	<i>Fichas técnicas</i>	15
2.8	Análisis de criticidad.....	16
2.8.1	<i>Equipo crítico</i>	17
2.8.2	<i>Equipos importantes</i>	17
2.8.3	<i>Equipos prescindibles</i>	17
2.8.4	<i>Modelos y niveles de mantenimiento</i>	18
2.8.5	<i>Tareas de mantenimiento</i>	22
2.8.6	<i>Frecuencia de mantenimiento</i>	23
2.9	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).....	23
2.9.1	<i>Ventajas de GMAO</i>	23
2.9.2	<i>Desventajas de GMAO</i>	23

CAPÍTULO III

3.	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	25
3.1	Evaluación de la gestión de Mantenimiento.....	25
3.1.1	<i>Determinación para justificar los Criterios de Evaluación</i>	26
3.2	Aplicación del Instrumento de Evaluación en la Gestión.....	36
3.3	Aplicación de la Metodología RCM Abreviado.....	41
3.3.1	<i>Inventario de máquinas y equipos</i>	41
3.3.4	<i>Análisis de criticidad</i>	45
3.3.5	<i>Modelos y niveles de mantenimiento</i>	47
3.3.5	<i>Determinación de tareas en función de la criticidad</i>	48
3.3.6	<i>Determinación de la frecuencia y programación de rutinas</i>	49

3.3.7	<i>Determinación de los recursos de las tareas de mantenimiento</i>	50
3.3.8	<i>Procedimiento de las tareas de mantenimiento</i>	50
3.4	Capacitación.....	60

CAPÍTULO IV

4.	IMPLEMENTACIÓN DE GMAO.....	63
4.1	Sistema de mantenimiento asistido por computadora.....	63
4.2	Iniciación de SisMAC.....	64
4.3	Detalle general del software SisMAC.....	65
4.4	Ingreso de información al software SisMAC.....	66
4.4.1	<i>Primer nivel “Localización”</i>	66
4.4.2	<i>Segundo nivel “Área”</i>	67
4.4.3	<i>Tercer nivel “Máquina /Sistema”</i>	67
4.4.4	<i>Cuarto nivel “Equipos”</i>	68
4.5	Programación de las tareas de mantenimiento y frecuencia.	68
4.5.1	<i>Tareas de mantenimiento</i>	68
4.5.2	<i>Frecuencia</i>	69
4.6	Fichas técnicas	70

CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1	Conusiones.....	71
5.2	Recomendaciones.....	71

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1: Tipos de mantenimiento	9
Figura 2-2 Flujograma de análisis de criticidad.	19
Figura 2-3 Tipos de tareas en base a los Modelos de mantenimiento.	22
Figura 3-1 Priorización de Criterios de Mantenimiento para hospitales.	29
Figura 3-2: Codificación de equipos	43
Figura 3-3: Rutinas de Mantenimiento	49
Figura 3-4: Monitor Multiparámetro	50
Figura 3-5: Prueba de Monitor Multiparámetro	51
Figura 3-6: Prueba de la batería.....	52
Figura 3-7: Limpieza del equipo	53
Figura 3-8: Bomba de succión.....	54
Figura 3-9: Calibración de la bomba de succión	55
Figura 3-10: Cama eléctrica	56
Figura 3-11: Inspección física cama eléctrica	57
Figura 3-12: Prueba eléctrica y mecánica de la cama eléctrica.....	57
Figura 3-113: Ventilador mecánico	58
Figura 3-14: Inspección ventilador mecánico	58
Figura 3-15: Calibración ventilador mecánico	59
Figura 4-1: Iniciación Sismac.....	64
Figura 4-2: Ingreso plataforma IESS	64
Figura 4-3: Detalle general Software SisMAC página principal.....	65
Figura 4-4: Primer nivel-Localización	66
Figura 4-5: Segundo nivel-Área	67
Figura 4-6: Tercer nivel-Máquina/Sistema	67
Figura 4-7: Cuarto nivel-Equipos	68
Figura 4-8: Tareas de mantenimiento asignadas	69
Figura 4-9: Ingreso de frecuencias	70
Figura 4-10: Ficha Técnica.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1: Niveles de valoración	5
Tabla 2-2: Codificación de criterios y requerimientos	5
Tabla 2-3: Índice de consistencia aleatorio, según el tamaño de la matriz.....	7
Tabla 2-4: Porcentajes máximos de inconsistencia.	7
Tabla 2-5: Conceptos de mantenimiento.	10
Tabla 2-6: Comparación entre RCM real y abreviado.....	13
Tabla 2-7: Tipos de Equipos.....	15
Tabla 2-8: Modelo de ficha técnica.	16
Tabla 2-9: Matriz de Criticidad.	17
Tabla 2-10: Matriz de preguntas de Análisis de Criticidad de equipos.	18
Tabla 2-11: Tabla de disponibilidad.	19
Tabla 2-12: Modelos de mantenimiento.	20
Tabla 2-13: Clasificación en base a las consecuencias.....	21
Tabla 3-1: Fases de la investigación	25
Tabla 3-2: Aspectos y characteristics de los criterios a considerar.	26
Tabla 3-3: Objetivos de los Criterios.....	27
Tabla 3-4: Matriz de criterios y subcriterios.....	28
Tabla 3-5: Matriz de comparacion pareada de criterios.	30
Tabla 3-6: Matriz de comparación pareada	31
Tabla 3-7: Matriz normalizada	31
Tabla 3-8: Matriz del primer producto	32
Tabla 3-9: Sumatoria	32
Tabla 3-10: Vector Propio. Resultado final.....	32
Tabla 3-11: Comparación entre Vectores Propios.....	33
Tabla 3-12: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Docentes	33
Tabla 3-13: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Expertos	34
Tabla 3-14: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Administradores.....	34
Tabla 3-15: Resumen de los pesos finales de los criterios	35
Tabla 3-16: Pesos de criterios y sucriterios para la gestión hospitalaria.	35
Tabla 3-17: Descripción del criterio de evaluación: Políticas de Mantenimiento.....	36

Tabla 3-18: Valores y Niveles de cumplimiento	36
Tabla 3-19: Desempeño de la gestion de mantenimiento del hospital HPGDR.....	37
Tabla 3-20: Tabla de comparación entre el HPGDR - HGR-IESS	37
Tabla 3-21: Desempeño de la gestion de mantenimiento del hospital HGR-IESS	38
Tabla 3-22: Valores Finales de la Evaluación entre HPGDR Y HGR-IESS.....	39
Tabla 3-23: Inventario a nivel de sistema.....	42
Tabla 3-24: Inventario a nivel de equipo.....	43
Tabla 3-25: Ficha técnica del Monitor EME-066.....	44
Tabla 3-26: Formato de fichas técnicas del software SisMAC.	45
Tabla 3-27: Análisis de criticidad de los equipos médicos.....	46
Tabla 3-28: Determinación del Modelo de Mantenimiento.	47
Tabla 3-29: Análisis de Fallos y Modos de fallo.....	48
Tabla 3-30: Tareas aplicadas al monitor de signos vitales.	48
Tabla 3-31: Frecuencia del Monitor de signos vitales	49
Tabla 3-32: Recursos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.....	51
Tabla 3-33: Personal del Hospital General Riobamba	62
Tabla 4-1: Niveles de Inventario.	66
Tabla 4-2: Tipos de tareas de mantenimeinto.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
MC	Mantenimiento Correctivo
MP	Mantenimiento Preventivo
GMAO	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador
OMS	Organización Mundial de la Salud
AHP	Proceso de Jerarquización Analítica
SisMAC	Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador
RCM	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
ECG	Electrocardiograma
SPO2	Sensor de Pulsioximetría

LISTA DE ANEXOS

- A** Matriz de Criterios y Subcriterios.
- B** Encuesta para Priorizar Criterios.
- C** Instrumento de Evaluación de la Gestión de Mantenimiento.
- D** Inventario a Nivel de Sistemas.
- E** Inventario a Nivel de Equipos.
- F** Fichas Técnicas a Nivel de Sistemas.
- G** Análisis de Criticad de los Equipos Médicos.
- H** Determinación del Modelo de Mantenimiento de los Equipos Médicos
- I** Análisis de Fallos y Modos de Fallos.
- J** Recursos para la Ejecución de las Tareas de Mantenimiento.
- K** Constancia de Capacitación
- L** Certificado de Conformidad

RESUMEN

La elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas y equipos médicos en las áreas de Emergencia, Clínica, Esterilización, Colposcopia e Imagenología del Hospital General Riobamba - IESS, empleando estándares de la Organización Mundial de la Salud, se desarrolla con un diagnóstico de la situación actual del hospital, mediante la utilización de la metodología del método AHP (Proceso de Jerarquización Analítica) obteniendo el 77,78% que pertenece a un nivel cuasi satisfactorio. El plan de mantenimiento se desarrolla con la aplicación de la metodología de RCM Abreviado combinado con estándares de la OMS, este proceso inicia con el levantamiento y verificación de los equipos existentes, obteniendo 16 equipos no operativos; posteriormente se realiza la codificación de las máquinas y equipos con un total de 236 equipos, siendo 23 sistemas críticos, 46 sistemas importantes y 167 sistemas prescindibles. Además, se elaboró las fichas técnicas, la determinación de las tareas y frecuencias en función del modelo de mantenimiento y la determinación de los recursos necesarios para la ejecución de las tareas de mantenimiento. Finalmente, se capacitó a los líderes de las cinco áreas de servicio, así como al jefe del departamento de mantenimiento en el uso del software, a fin de que todos conozcan la importancia que tiene el buen manejo del plan de mantenimiento y los aportes que se pueden obtener de este con la optimización de recursos y tiempos para obtener resultados mejores. Se recomienda inspeccionar periódicamente el cumplimiento de las actividades de mantenimiento según el software SisMAC e instruir a los responsables del manejo del software para complementar una buena gestión de mantenimiento.

PALABRAS CLAVES: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)>, <SISTEMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR (SISMAC)>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <ANÁLISIS DE CRITICIDAD>, <MANTENIMIENTO PREVENTIVO>, <MÁQUINAS Y EQUIPOS MÉDICOS>.

ABSTRACT

The development of a preventive maintenance plan for the medical machines and equipment in the areas of emergency, clinical, sterilization, colposcopy and medical imaging in the Hospital General Riobamba – IESS; utilizing standards from the World Health Organization. It is developed with a diagnosis of the current situation of the hospital through the use of AHP methodology (Analytic hierarchy process) and we obtained 77,78% which indicates a quasi-satisfactory level. We used RCM methodology for the development of the maintenance plan and we combined it with WHO standards. We started this process with the collection and checking of the existing equipment and we found out that 16 machines did not work. Later, an encoding of the machines and equipment was made and 236 machines were found in total; 23 are critical systems, 46 important systems and 167 are disposable systems. Furthermore, we designed technical index cards, we determined the tasks and frequencies based on the maintenance model and we determined the necessary sources for the execution of the maintenance tasks, too. Finally, we trained the 5 leaders of the 5 service areas, as well as the chief of the maintenance department about the use of a software to increase their understanding of the importance that a good maintenance management plan has and the contributions that we may have with an optimization of resources and deadlines to obtain better results. It is suggested to monitor regularly the compliance of maintenance activities according to SisMAC software and to train the people who is in charge of the software to consider a good maintenance management.

KEY WORDS: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)>, <AUTOMATION SOFTWARE SYSTEM (SISMAC)>, <MAINTENANCE PLAN>, <CRITICALITY ANALYSIS>, <PREVENTIVE MAINTENANCE>, <MEDICAL MACHINES AND EQUIPMENT>.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se destinan grandes cantidades de dinero para la compra de equipos médicos, pero se da poca importancia a la conservación y mantenimiento de estos. Se debe entender que un centro de salud como lo es un hospital, es un lugar muy concurrido por personas que buscan mejoras en su salud. Por lo tanto, todas sus instalaciones, sistemas y equipos van a ser sometidos a un deterioro agresivo; la falla de un equipo dentro de un edificio hospitalario tiene consecuencias graves en el servicio de salud. Por tales motivos se debe encontrar la mejor estrategia de mantenimiento para sistemas considerados críticos.

La gestión de mantenimiento a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo tiene como objetivos disminuir el índice de mantenimiento correctivo, asegurar la funcionalidad de los equipos durante su vida útil, alargar el periodo de vida útil de los mismos, cumplir con las exigencias de habitabilidad y económicas; y conservar la generación de valor para la sociedad.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

Antiguamente el IESS inicia de la caja de pensiones fundada en 1928, en aquel entonces el servicio médico se proveía exclusivamente al personal público, el Hospital General Riobamba (IESS) nace en 1942 con la Ley del Seguro Social Obligatorio que da cobertura a los trabajadores del sector privado.

Al momento el mantenimiento que se aplica a los equipos en el área de Emergencia, Clínica, Esterilización, Colposcopia e Imagenología del Hospital General Riobamba es poco eficaz, el problema general que radica son las pérdidas por disponibilidad lo cual implica riesgo para los pacientes.

“En 1992 se declara al Hospital del IESS como regional 5, nivel II de complejidad. Desde 1998 se realiza convenio con la Universidad Nacional de Loja para Postgrados en las especialidades de Cirugía, Medicina Interna, Gineco-obstetricia, Pediatría y Anestesiología.

En 1969 el hospital se inicia con una dotación de 56 camas; a partir de agosto de 1992 se utiliza las actuales infraestructuras con 67 camas hospitalarias con habitaciones que dan capacidad a uno, dos o tres pacientes quedando algunas áreas deshabitadas.

El Hospital General Riobamba se encuentra situado en la parroquia Lizarzaburu de la ciudad de Riobamba Provincia de Chimborazo, en la Zona 3 en las calles: al norte la calle Chile y Unidad Nacional, al sur la calle Colombia, al este la calle Brasil y al oeste la calle Evangelista Calero. (MÁRMOL, 2011)

Haciendo referencia a la tesis de grado del Ingeniero de Mantenimiento Pilco Pilco Rolando Javier, manifiesta que el hospital cuenta con un departamento de mantenimiento liderado por un jefe de mantenimiento encargado de supervisar el trabajo y tomar las decisiones óptimas para el mantenimiento de los activos fijos que gobierna el hospital, así mismo este departamento está integrado por 7 personas con funciones como operación del caldero, reparación y conservación de los equipos.

En la actualidad se realiza la tercerización del mantenimiento en lo que respecta a máquinas y equipos médicos, por lo que al implementar un sistema de gestión de mantenimiento se obtendrá una mejora en disponibilidad, reduciendo los costos por mantenimiento para el hospital General Riobamba.

1.1.1 *Misión*

Brindar a los usuarios atención integral de salud con calidad, calidez, eficiencia, contando con talentos humanos humanizados, capacitados, motivados, tecnología adecuada y mecanismo administrativos óptimos para contribuir a mejorar la calidad.

1.1.2 *Visión*

Ser líderes en la protección integral de salud hasta el 2018, brindando atención a los usuarios del sistema de Seguridad Social con trato humanizado, oportuno y de calidad, compatibles a un hospital nivel 3.

1.2 Justificación

La pérdida de función de algún equipo puede darse por diferentes modos de fallo, los cuales se producen generalmente por falta de mantenimiento o inadecuada operación y control de equipos.

Es por eso de vital importancia en la parte hospitalaria poseer máquinas y equipos médicos con un índice de disponibilidad elevado, razón por la cual se plantea la implementación de un sistema de gestión GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), puesto que con dicha implementación se podrá obtener un mejor aprovechamiento de los recursos y una mejora de la administración de mantenimiento, disminuyendo así los tiempos muertos, pérdidas económicas y una mejora en la calidad de atención.

Para que las máquinas y equipos médicos satisfagan con la disponibilidad deseada, estos deben figurar en excelentes condiciones de operación, con el propósito de que puedan desempeñar la función requerida bajo estándares establecidos por normas de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas y equipos biomédicos en las áreas de Emergencia, Clínica, Esterilización, Colposcopia e Imagenología del Hospital General Riobamba - IESS, empleando estándares de la Organización Mundial de la Salud

1.3.2 *Objetivo específico*

Evaluar la gestión actual del mantenimiento del Hospital General Riobamba - IESS.

Elaborar el plan de mantenimiento aplicando los estándares de la OMS.

Capacitar al personal de mantenimiento del Hospital General Riobamba.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Criterios de evaluación en la gestión de mantenimiento

2.1.1 *La evaluación.* Se utiliza regularmente para determinar un valor o un significado de algo utilizando criterios.

2.1.2 *Determinación de los criterios de evaluación.* Se realiza el estudio del arte recopilando criterios para la evaluación correspondiente. Las fuentes de información pueden ser:

- Artículos científicos
- Tesis
- Libros

Como recomendación, las fuentes de información deben ser de cinco años atrás.

2.1.3 *Priorización de criterios aplicando el Método AHP.* Para ponderar los pesos de los criterios se utiliza el método de proceso analítico jerárquico y establece los siguientes procedimientos:

2.1.3.1 *Modelación:* Se realiza la construcción de una estructura jerárquica de los aspectos a ser evaluados.

2.1.3.2 *Valoración:* Se realiza una asignación gradual de importancia a requerimientos y criterios por parte de los expertos en “Gestión de Mantenimiento”, utilizando tres criterios que son:

- Escala: Consta de nueve niveles para la evaluación de criterios estipulando su respectiva valoración.
- Instrumento: Es el documento que contiene toda la información a ser evaluada.
- Especialista: Se realiza grupos de especialistas en el tema, quienes emitirán su

- juicio de jerarquización de los criterios a través del instrumento de valoración.

La tabla 2-1 indica los niveles de valoración en escala previamente mencionados, definiendo su grado de importancia al momento de proporcionar criterios.

Tabla 2-1: Niveles de valoración

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual importante que el criterio B.
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el criterio B.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el criterio B.
7	Importancia muy fuerte	El criterio A es mucho más importante que el criterio B.
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda.
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de lo anterior.	Si el criterio A es de importancia fuerte frente al criterio B las notaciones serían las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Fuente: SAATY, 1980

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

2.1.3.3 *Priorización:* Como siguiente punto se determina las ponderaciones de los criterios y subcriterios, estos son:

Codificación. Una vez que se han definido los requerimientos y criterios de evaluación se procederá a codificarlos para simplificar su mención.

Tabla 2-2: Codificación de criterios y requerimientos

Requerimientos:	OM, RM, CE, PP, MC, TC, MI.
Criterios:	OM1, OM2, ...RM1, RM2, ...

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Asignación de valores. - Los especialistas deberán asignar la valoración al comparar un criterio con otro.

La valoración se registrará en el instrumento diseñado.

Matriz de comparación pareada. - La valoración realizada por los especialistas en el instrumento, debe ser llevada a la matriz de comparación pareada, que debe cumplir con tres propiedades:

Reciprocidad:

$$\text{Si: } a_{ij} = x, \text{ entonces } a_{ji} = \frac{1}{x} \quad (1)$$

Homogeneidad:

Si los elementos ***i*** y ***j***, son considerados igualmente importantes, entonces:

$$a_{ij} = a_{ji} = 1 \quad (2).$$

Consistencia.

Para verificar el nivel de consistencia se aplica la siguiente fórmula.

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (3).$$

Donde:

RC: Ratio de consistencia

IC: Índice de consistencia

IA: Índice de consistencia aleatoria

Y para calcular el índice de consistencia se aplica la formula

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4).$$

Donde:

λ_{max} : Promedio de los valores del vector propio de cada matriz

n: Tamaño de la matriz

El índice de consistencia aleatorio varía de acuerdo con el tamaño de la matriz, la tabla 2-3, presentan estos valores.

Tabla 2-3: Índice de consistencia aleatorio, según el tamaño de la matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8
IA	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

Fuente: Aznar, 2012

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Los valores máximos porcentuales de inconsistencia se identifican de acuerdo a la tabla 2-4 que se muestra a continuación:

Tabla 2-4: Porcentajes máximos de inconsistencia.

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: Aznar, 2012

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Si se cumple con el porcentaje máximo de consistencia, se proceden a calcular los vectores propios.

Cálculo de vectores propios. Los vectores propios, determinan la ponderación de los criterios y subcriterios, según la valoración de cada decisor, este vector propio corresponde a la valoración de un especialista.

2.1.3.4 *Desarrollo del instrumento para la evaluación.* Se usa regularmente para determinar un valor o un significado de algo o alguien utilizando criterios.

Los criterios evaluados constan de:

- El objetivo perseguido,
- El método que aplicará para evaluar,
- Los indicadores de medición,
- Las exigencias de cumplimiento,
- Los niveles de referencia y
- La puntuación.

2.1.4 *El umbral de desempeño.* Los umbrales son puntos de referencia respecto de los cuales se puede comparar una medición.

2.2 Definición de Mantenimiento

2.2.1 *Mantenimiento.* Haciendo referencia a la norma (UNE-EN 13306, 2011) el mantenimiento se define como “Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida”.

Revisando otra cita bibliográfica el mantenimiento asegura que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que realice. (MOUBRAY, 2004)

La Norma (COVENIN 3049, 1993) reconoce al Mantenimiento como el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

Considerando los conceptos antes expuestos se expresa que el Mantenimiento es el conjunto de acciones técnicas, administrativas y de gestión que se llevan a cabo desde la etapa de diseño, se extiende durante el ciclo de vida de un activo en busca de conservarlo o devolverlo a un estado específico para que pueda cumplir una función requerida.

2.3 Mantenimiento Hospitalario

2.3.1 *Definición.* Se admite la actividad técnico-administrativa orientada principalmente a prevenir averías, restableciendo la construcción y dotación hospitalaria a su estado óptimo de funcionamiento, tomando en cuenta también actividades que ayuden a mejorar el trabajo de un equipo. (GOBERNACIÓN DE BOYACA, 2012)

2.3.2 *La importancia del mantenimiento hospitalario.* La importancia se refleja en crecimiento debido a la complejidad de sus instalaciones y aparataje, el contar con un correcto mantenimiento hace que se conserve la operación de los equipos al menor costo posible.

La mayor prioridad es resaltar los términos de calibración y metrología, ya que estos equipos están encaminados a la salud y necesitan dichos procesos complejos y exactos,

de manera que se encuentren enfocados a la optimización de disponibilidad, disminución de costos, optimización de recursos humanos e incrementar la vida útil de los equipos. (MARTOS, y otros, 2006)

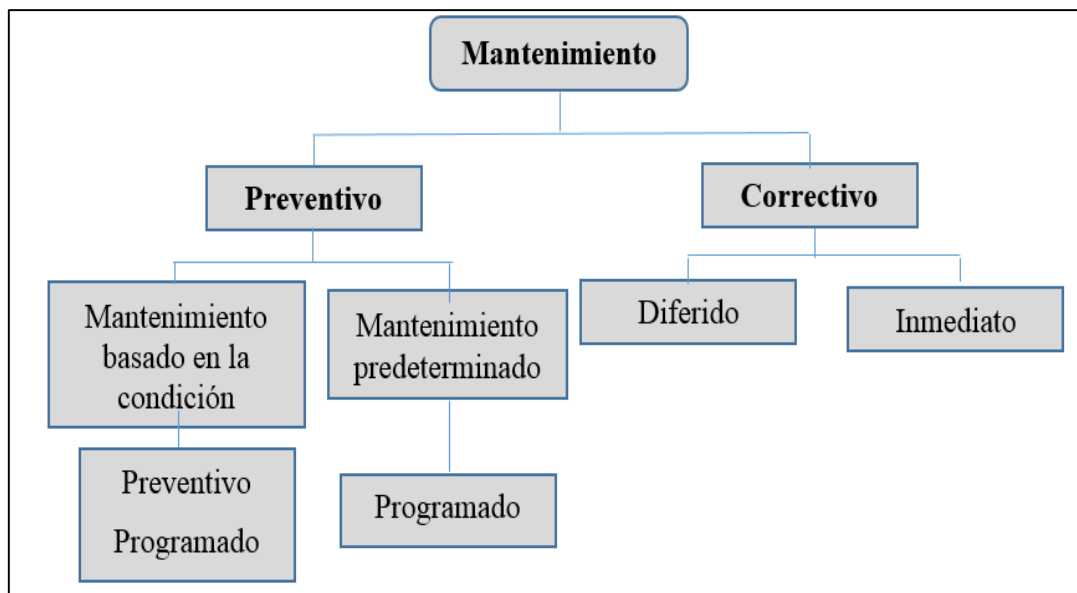
2.4 Tipos de Mantenimiento

Según la Norma (UNE-EN 13306, 2010) al mantenimiento se lo clasifica en dos grupos, los mismos que muestran una subclasificación; aquellos se nombran a continuación:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

La figura 2-1, muestra el esquema donde cada tipo de mantenimiento tiene su clasificación. El mantenimiento en si abarca tanto al preventivo y correctivo, de igual manera estos mencionados tienen de una subdivisión. Todos estos encaminados a un mismo objetivo el cual consiste en devolver un activo a su función para la cual fue diseñado.

Figura 2-1: Tipos de mantenimiento



Fuente: UNE-EN 13306, 2010
Realizado: UNE-EN 13306, 2010

La tabla 2-5, define cada tipo de mantenimiento para un mejor entendimiento, se resume y se hace más explícito.

Tabla 2-5: Conceptos de mantenimiento.

TIPOS DE MANTENIMIENTO	
Mantenimiento Preventivo	“Mantenimiento Preventivo es el 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.”
El mantenimiento predeterminado	“El mantenimiento predeterminado es el mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición”.
El mantenimiento basado en la condición	“El mantenimiento basado en la condición es el 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”.
El mantenimiento correctivo	“El mantenimiento correctivo es aquel 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”.
El mantenimiento correctivo diferido	“El mantenimiento correctivo diferido es aquel que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas”.
El mantenimiento correctivo inmediato	“El mantenimiento correctivo inmediato es el que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables”.

Fuente: UNE-EN 13306, 2010
Realizado: UNE-EN 13306, 2010

2.5 Tipos de Planes de Mantenimiento

El Plan de Mantenimiento según la Norma (UNE-EN 13306, 2010) es el “conjunto estructurado de tareas que comprenden las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para ejecutar el mantenimiento”, esta propenso a modificaciones, resultado del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión.

Las diferentes operaciones de mantenimiento para este estudio se ha de plantear desde la perspectiva: preventiva y correctiva.

El mantenimiento preventivo está constituido por un conjunto de operaciones encaminadas a objetivos que son:

- Prevenir las posibles averías que puedan suceden en las instalaciones.
- Detectar averías.

2.5.1 *Plan de mantenimiento basado en manuales del fabricante.* El plan de mantenimiento basado en los manuales del fabricante de los diversos equipos que componen una empresa, no es más que la compilación de toda la información existente en los manuales de operación y mantenimiento de estos equipos y proporcionar al conjunto un formato categórico (FRAILE, 2008).

Para su realización de una manera mucho más efectiva, es seguir protocolos de mantenimiento según el tipo de equipo, esto ayuda a solucionar algunos inconvenientes que tiene esta metodología.

Las falencias que se puede hallar en este tipo de plan es que el fabricante realiza un plan de mantenimiento genérico sin tomar en cuenta el contexto operacional en el que trabaja el equipo.

2.5.2 *Plan de mantenimiento basado en la experiencia.* Al recopilar información de manuales, el plan de mantenimiento no se encuentra completo, por ende, es provechoso referir con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los propios técnicos, de esta manera se complementan las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de información. (GARCIA, 2015)

2.5.3 *Plan de mantenimiento basado en RCM.* Es una metodología actual que elocuentemente mejora resultados. Es el transcurso para establecer las operaciones a realizar para que un equipo desempeñe las funciones deseadas en su contexto operacional, el plan de mantenimiento centrado en fiabilidad se fundamenta en el análisis de fallos, tomando en cuenta aquellos que han ocurrido y los que se están tratando de evitar. (SÁNCHEZ, 2016)

Esta metodología se fundamenta en un análisis de fallos atendiendo con tareas de mantenimiento y acciones de mejora.

2.6 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM REAL)

Es una técnica de mantenimiento para poder elaborar un plan de mantenimiento, sin duda presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución

sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas, con esa finalidad fue introducida posteriormente al campo industrial después de comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

Como objetivo fundamental al aplicar este método (RCM) en una planta industrial o en cualquiera que desee llevar un registro y programa de mantenimiento es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. (GARCÍA, 2012)

2.6.1 *Ventajas de RCM.* La primera de las ventajas del RCM es que si se tiene un esfuerzo constante, como son reuniones regulares y los integrantes participan activamente, el ambiente laboral es confiable e implica proactividad, entrenamiento, dejando de lado un ambiente de estrés crónico.

Al trabajar con el RCM se deja de lado las dificultades continuas y mejora el ambiente laboral, por estas razones es más productivo y afable dando muestra una lista de resultados que se muestran a continuación (MEDINA, 2016):

- Mínimo tiempo muerto en los equipos.
- Incremento de la disponibilidad técnica.
- Mayor tiempo promedio entre fallas (MTBF).
- Aumento de conocimientos técnicos de los activos críticos que se encuentran en la planta y solamente se detecta las falencias y se las refuerza con capacitación.
- Disminuye los costos en refacciones y mano de obra.

2.6.2 *Desventajas de RCM.* Esta metodología no es cien por ciento efectiva, pero si una de las mejores que se pudiese implementar en las empresas, de manera que se pueda observar una disminución de intervenciones correctivas, incremento de trabajos planeados, se cambia de trabajar en las propias máquinas a llevarlas a los talleres, preparación de componentes, realización de pruebas con técnicas predictivas.

2.7 Metodología RCM abreviado

La técnica que se propone es la del RCM abreviado que se diferencia del RCM real, puesto que en esta metodología se simplifica y se la desarrolla de una manera más comprensible y aplicable. De lo anterior expuesto: González, 2005 anuncia que el RCM

es el proceso para determinar cuáles son las operaciones que se debe de realizar para que un equipo o sistema continúe desempeñando las funciones para el cual fue diseñado. La tabla 2-6, hace referencia a la comparación entre los dos métodos que se tiene del RCM.

Tabla 2-6: Comparación entre RCM real y abreviado

RCM REAL	RCM ABREVIADO
<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque en identificar la consecuencia del fallo. • Tratado desde el contexto operacional. • Conllevan a un estudio más exhaustivo y análisis en disponibilidad. • El estudio se lo realiza más a profundidad en elementos que intervienen en el equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Principal ventaja que su resultado es similar al RCM real • Menor tiempo • Menor coste • Enfoque en identificar el modo de fallo. • Enfoque solo al equipo critico

Fuente: RELIABILITYWEB.COM, 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

2.7.1 *Inventario de equipos a mantener.* Es un registro codificado de activos físicos de diversa naturaleza que dependerán del tipo de industria a mantener determinado según un método arborescente y actualizado de manera constante. Define también la OMS como “una relación detallada de los activos que posee una organización o institución.”

Según la jerarquización la Norma internacional ISO 14224, brinda una base para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento en un formato estándar con diversos criterios que se los puede extender a otras actividades e industrias.

Para el caso de estudio se sigue la siguiente jerarquización:

Planta: Es la empresa, planta, institución, o entidad.

Área o localización: Es el área o lugar específico en donde se encuentra el activo a mantener.

Subsistemas o máquina: De acuerdo con el concepto que presenta la norma ISO 14224, se considera un sistema a un conjunto de elementos que realiza una misma función específica dentro del proceso que se esté realizando de manera se alcance a identificar la respectiva entrada y salida.

Equipo: Son aquellos equipos que posibilitan que el sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas. Todo equipo calificado como sub-sistema que falle, afecta directamente al Sistema. (DURÁN, 2010)

2.7.1.1 *Codificación.* La codificación permite la gestión técnica y económica, por tanto, es fundamental para un procedimiento por ordenador. Como siguiente paso previo al inventario de equipos es importante identificar los equipos con un código único de identificación, este código tendrá caracteres alfa-numéricos

La codificación propuesta para las máquinas y equipos médicos representa la siguiente estructura:

Nivel 1-Planta: El primer nivel representa a las unidades médicas, con un código alfanumérico que consta de dos literales y tres números.

- Unidad médica IESS Riobamba: **UM800.**

Nivel 2-Área. El segundo nivel dentro de la estructura de la codificación representa a las áreas de estudio. Su código consta de tres letras. Las áreas son cinco.

- Colposcopía: **COL**
- Emergencia: **EME**
- Clínica: **CLI**
- Imagenología: **IMA**
- Esterilización: **EST**

Nivel 3-Sistema o máquina El tercer nivel pertenece a la máquina o sistema dentro de las áreas. Su código consta de tres letras seguido de tres números

- Colposcopio: **COL-001**

Col representa el sistema de Colposcopio y el numero 001 representa la cantidad existente de estos equipos

Nivel 4-Equipo y número de sistemas. Codifica al equipo y cantidad de sistemas similares o de iguales características de acuerdo con la clasificación previamente establecida.

- Colposcopio: **HCL01**

H representa la familia hospitalaria.

CL: Representa el tipo de equipo

01: Representa el secuencial.

En la Tabla 2-7 se detalla los tipos de equipo existentes a continuación:

Tabla 2-7: Tipos de Equipos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AU	Autoclave
IB	Incubadora para Test Biológico
IC	Inyector
LC	Lámpara Cielítica
MM	Mamógrafo
MV	Monitor de Video
RX	Equipo de Rayos X
VM	Ventilador Mecánico

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

2.7.2 *Fichas técnicas.* Es un documento que se realiza después de realizar el inventario de los activos a mantener, en donde se registran datos técnicos. (UNE-EN 13306, 2010)

La elaboración de la ficha técnica consiste en redactar la información recogida dentro de campos previamente establecidos, la misma que contiene la siguiente información:

- Marca,
- Modelo,
- No. de serie,

- Sección hospitalaria,
- Centro de costo,
- Año de fabricación,
- Código contable de activos,
- Foto del equipo y
- Foto de la placa.

La ficha técnica que se ha diseñado se presenta en la tabla 2-8

Tabla 2-8: Modelo de ficha técnica.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
1. NOMBRE DEL ACTIVO:	
2. MARCA DEL ACTIVO:	
3. MODELO DEL ACTIVO:	
4. NÚMERO DE SERIE:	
5. PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACTIVO:	
FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO	PLACA DEL EQUIPO
6. RESPONSABLE DE REPORTAR DAÑOS EN EL ACTIVO:	
7. PERSONA A LA QUE SE LE REPORTA LOS DAÑOS:	
UBICACIÓN DEL ACTIVO:	
8. CÓDIGO CONTABLE DEL ACTIVO:	

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

2.8 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar los activos de una instalación según su importancia en los procesos productivos y sobre los cuales se dirigirán recursos. Dicho de otra manera, con el análisis de criticidad se ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos de fallos de los activos dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan su función.

Según el autor (GARCIA, 2015), propone tres niveles de criticidad que se expone a continuación.

2.8.1 *Equipo crítico.* Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados del hospital.

2.8.2 *Equipos importantes.* Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta al hospital, pero las consecuencias son asumibles.

2.8.3 *Equipos prescindibles.* Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

En la tabla 2-9, hace referencia a la matriz de criticidad con la que se trabaja, aquella es una modificación de la tabla original que se menciona a través de (GARCÍA, 2012).

Tabla 2-9: Matriz de Criticidad.

TIPO DE EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	SERVICIO	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A) CRITICO	Puede originar accidentes muy graves	Su parada afecta al Plan de Servicio	Es la clave para la calidad del servicio	Alto costo de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones frecuentes		Es causante de un alto porcentaje de insatisfacción de los beneficiarios del servicio.	Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes graves en el pasado		Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra o materiales)	
B) IMPORTANTE	No llega efectos a clientes o al plan de servicio	Afecta al servicio, pero es recuperable (no llega a afectar a los beneficiarios del servicio o el Plan de servicio)	Afecta a la calidad del servicio, pero habitualmente no es problemático	Coste medio en mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas			
C) PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en el servicio	No afecta a la calidad de servicio	Bajo costo de mantenimiento

Fuente: García, 2012
Realizado: García, 2012

Los aspectos que se mencionan en la tabla son extractos de los aspectos más importantes que considera la OMS, como es seguridad, riesgos y medio ambiente, afectación del servicio, calidad y costos.

Finalmente se obtuvo la matriz de preguntas de criticidad, descrita en la tabla 2-10.

Tabla 2-10: Matriz de preguntas de Análisis de Criticidad de equipos.

MATRIZ DE CRITICIDAD	
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	
¿Puede originar accidentes muy graves?	Red
¿Necesita revisiones frecuentes?	Red
¿Ha producido accidentes graves en el pasado?	Red
¿No llegan efectos a clientes o al plan de servicio?	Verde
¿Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas?	Verde
¿Produce una poca influencia en seguridad del paciente?	Amarillo
SERVICIO	
¿Su parada afecta al Plan de Servicio?	Red
¿Afecta al servicio, pero es recuperable (no llega a afectar a los beneficiarios del servicio o el Plan de servicio)?	Verde
¿Produce una poca influencia en servicio?	Amarillo
CALIDAD	
¿Es la clave para la calidad del servicio?	Red
¿Es causante de un alto porcentaje de insatisfacción de los beneficiarios del servicio?	Red
¿Afecta a la calidad del servicio, pero habitualmente no es problemático?	Verde
¿No afecta a la calidad de servicio?	Amarillo
MANTENIMIENTO	
¿Produce un alto costo de reparación en caso de avería?	Red
¿Produce averías muy frecuentes?	Red
¿Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra o materiales)?	Red
¿Produce un coste medio en mantenimiento?	Verde
¿Bajo costo de mantenimiento?	Amarillo

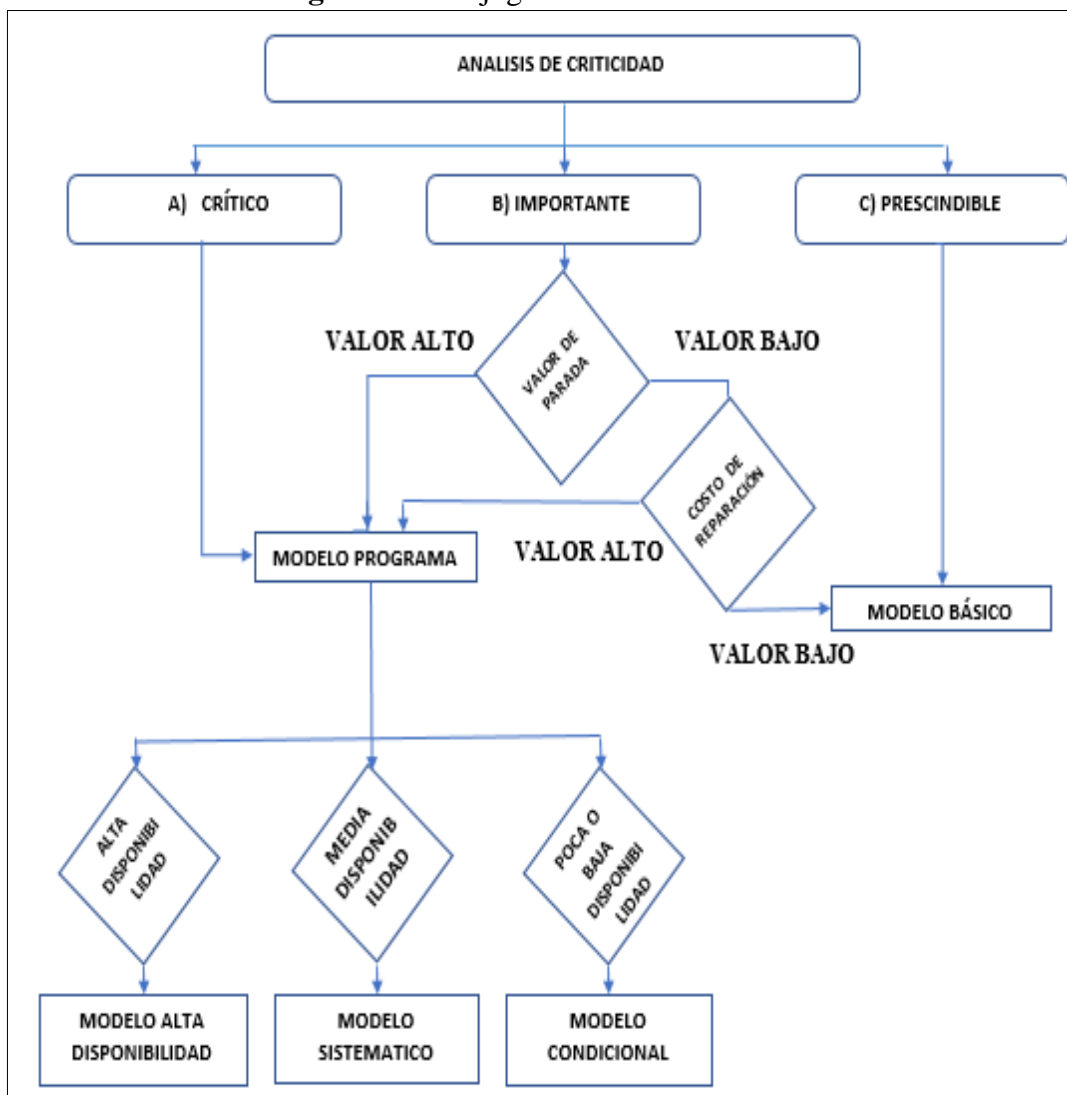
Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

2.8.4 Modelos y niveles de mantenimiento.

2.8.4.1 *Modelos de mantenimiento.* El modelo de mantenimiento es la unión de varios tipos de mantenimiento que se determina a partir de la criticidad; es decir, se realiza un análisis en función del impacto que tiene el equipo en caso de fallo, considerando que efectos como el valor de parada, el costo de reparación, entre otros. De manera de conclusión se determina el grado de disponibilidad de los equipos; es decir si es de alta disponibilidad, media disponibilidad y poca o baja disponibilidad, teniendo como resultado un modelo de mantenimiento de acuerdo con el nivel de disponibilidad.

Figura 2-2 Flujoograma de analisis de criticidad.



Fuente: García, 2012
Realizado: García, 2012

La tabla 2-11, evalúa el requerimiento de los equipos.

Tabla 2-11: Tabla de disponibilidad.

ALTA DISPONIBILIDAD	El equipo funciona más del 90%
MEDIA DISPONIBILIDAD	El equipo funciona entre el 40% y el 90%
MAJA DISPONIBILIDAD	El equipo funciona menos del 40%

Fuente: García, 2012
Realizado: García, 2012

Dentro de los modelos de mantenimiento se halla cuatro los cuales son: modelo básico, modelo condicional, modelo sistemático y modelo de alta disponibilidad, cada uno de estos modelos contiene tareas de mantenimiento de acuerdo con la complejidad de estos.

Tabla 2-12: Modelos de mantenimiento.

<p>Modelo básico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías 	<p>Modelo sistemático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías • Mantenimiento condicional • Mantenimiento preventivo sistemático
<p>Modelo condicional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías • Mantenimiento condicional 	<p>Modelo de alta disponibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías • Mantenimiento condicional • Mantenimiento preventivo sistemático • Puesta a cero en fecha determinada (Parada).

Fuente: García, 2012

Realizado: García, 2012

Posterior al analizar la criticidad de los equipos y el modelo de mantenimiento que mejor se adapta a las características de cada equipo, las siguientes fases son éstas:

- Establecer de los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los equipos.
- Determinación de los modos de fallo, tanto funcionales como técnicos.
- Estudio de las consecuencias de un fallo: clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar.
- Determinación de medidas preventivas que eviten los efectos de los fallos.
- Selección de las tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento determinado para cada sistema.
- Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea.

2.8.4.2 *Fallo funcional.* Se define como fallo funcional aquel fallo que impide al equipo o sistema cumplir con su función. Como ejemplo se puede decir que en sistema de refrigeración el sistema no enfría. (GARCÍA, 2010)

La norma (SAE, 1999) define como falla funcional a: "La pérdida de la capacidad de un ítem para realizar una función específica. Puede equivaler al termino Avería. Es la disminución total o parcial de la capacidad de un ítem de desempeñar su función durante un período de tiempo, donde el ítem deberá ser sometido a mantenimiento o ser sustituido.

La falla lleva al ítem al estado de disponibilidad.”

2.8.4.3 *Fallos técnicos.* Fallo técnico es aquel que, no impidiendo al equipo cumpla con su función, supone un funcionamiento anormal. Como ejemplo a un sistema de lubricación sería:

- Fuga de aceite
- Temperatura alta

2.8.4.4 *Modo de fallo.* Según el estándar (ISO 14224, 1999) “es el efecto por el cual una falla es observada”, el estándar (SAE JA 1012, 1978) puntualiza como “evento único que provoca una falla funcional”. Por tanto, un modo de falla es la condición como se muestra un dispositivo cuando está en falla.

2.8.4.5 *Clasificación de los fallos.*

Es de vital importancia estudiar las consecuencias que tiene cada uno de los fallos que se han determinado. Basándonos en las consecuencias, se concluye si el fallo debe ser evitado (cuando las consecuencias del fallo sean inadmisibles) o tan solo deben buscarse formas de amortiguar sus efectos, de manera que éstos, en caso de producirse, sean mínimos. (GARCÍA, 2012)

La tabla 2-13, muestra la clasificación de los fallos por categorías citados a continuación:

Tabla 2-13: Clasificación en base a las consecuencias.

CONSECUENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • A EVITAR • A AMORTIGUAR
Equipos con modelo de alta disponibilidad	
<ul style="list-style-type: none"> • Fallos funcionales EVITAR • Fallos técnicos AMORTIGUAR 	
Equipos con modelo sistemático	
<ul style="list-style-type: none"> • Fallos funcionales EVITAR • Fallos técnicos AMORTIGUAR 	
Equipos con modelo condicional	
<ul style="list-style-type: none"> • Fallos funcionales EVITAR • Fallos técnicos AMORTIGUAR 	
Equipos con modelo básico	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ No se estudian 	

Fuente: García, 2012

Realizado: García, 2012

2.8.5 Tareas de mantenimiento.

Según (GARCÍA, 2012) define a las tareas de mantenimiento como los trabajos que se llevan a cabo para reducir fallos o mermar sus efectos.

Para evitar que el fallo se produzca podemos tomar cuatro tipos de medidas que se mencionan a continuación:

1. Tareas de mantenimiento.
 - Inspecciones visuales de correcto funcionamiento.
 - Lubricación.
 - Inspecciones predictivas.
 - Limpiezas y ajustes condicionales.
 - Limpiezas y ajuste sistemáticos.
 - Sustitución de piezas.
 - Grandes revisiones.
2. Mejoras o modificaciones en la instalación.
3. Cambio en los procedimientos de operación.
4. Cambio en los procedimientos de mantenimiento.

De esta forma, se considera los tipos de tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento ya descritos anteriormente.

Figura 2-3 Tipos de tareas en base a los Modelos de mantenimiento.

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar este tipo de tarea			
	Básico	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
1. Inspecciones visuales	Básico	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
2. Tareas de lubricación	Básico	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
3. Verificaciones en operación	Básico	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
4. Inspecciones predictivas		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
5. Limpiezas y ajustes por condición		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
6. Limpiezas y ajustes sistemáticos		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
7. Sustituciones de piezas			Sistemático	Alta Disponibilidad
8. Grandes revisiones				Alta Disponibilidad

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
 Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

2.8.6 *Frecuencia de mantenimiento.*

Por frecuencia de mantenimiento se entiende, al tiempo ocurrido a partir la fecha de inicio previsto o la fecha de terminación del trabajo anteriormente realizado.

En cuanto a la frecuencia de una tarea, constan tres formas para poder determinarla (PLAZA, 2009):

1. Según historial de fallos
2. Según una función matemática que prediga su vida
3. Según opinión del experto

2.9 **Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)**

GMAO, es una herramienta de apoyo en la gestión de servicios de mantenimiento de una empresa, puesto que contiene información de la empresa y las operaciones de mantenimiento. Dicha información ayuda a que las tareas de mantenimiento se realicen de forma oportuna y segura.

2.9.1 *Ventajas de GMAO.* Entre las ventajas más sobresalientes se pueden mencionar las siguientes: (RENOVETEC, 2018)

- Perfeccionamiento en el control de las acciones de mantenimiento correctivo.
- Conocer la programación del mantenimiento de una forma práctica y fácil.
- Llevar un registro sobre el plan de mantenimiento y lo que se realiza.
- Controla el gasto, al conocerse de forma concreta cuánto es el monto de la realización de cada orden de trabajo.
- Facilita la consulta de históricos para conocer las averías y los mantenimientos que pueda haber tenido un equipo o un sistema.
- La obtención de ratios e indicadores es sumamente más fácil, si el software se ha configurado correctamente para el uso correspondiente.

2.9.2 *Desventajas de GMAO.* Como en todo existen sus desventajas que es sumamente necesario tomar en cuenta: (RENOVETEC, 2018)

- Involucra en algunas ocasiones un alto nivel de inversión inicial, en equipos informáticos, en el software y personal capacitado para la correcta implantación y parametrización del programa.
- El sistema de mantenimiento derrocha prontitud, y se burocratiza. Donde antiguamente se ejecutaban órdenes de trabajo en la actualidad es necesario documentar la operación, desde que se genera hasta que el trabajo se finaliza.
- La burocratización induce en la mayoría de los casos el crecimiento del personal indirecto dedicado a tareas improductivas.
- Al no adoptarse las medidas necesarias, la información suministrada no es adecuadamente fiable.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

En el desarrollo del presente capítulo se da a conocer los diferentes puntos que se van a evaluar, estos son los siguientes:

- La evaluación de la gestión actual del mantenimiento mediante el método AHP.
- La metodología del RCM Abreviado que se aplicará a las máquinas y equipos médicos en las áreas de Emergencia, Clínica, Esterilización, Colposcopia e Imagenología.

Las metodologías mencionadas incluyen técnicas y normativas que se muestran mediante GMAO, permitiendo la gestión ordenada de mantenimiento con la ayuda de la aplicación del software.

Además, para la preparación de las personas a cargo del mantenimiento de las distintas áreas del Hospital se empleará el método en el puesto de trabajo de fácil aprendizaje.

3.1 Evaluación de la gestión de Mantenimiento

Con el fin de cuidar y conservar las máquinas y equipos médicos del Hospital General-IESS, es de importancia contemplar el mantenimiento que implica actividades técnicas, administrativas y gerenciales; para identificar cuál es la función que cumplen las máquinas y equipos médicos es preciso priorizar criterios que servirán para evaluar y diagnosticar la gestión actual del hospital.

La metodología aplicada conforma tres fases que se mencionan a continuación:

Tabla 3-1: Fases de la investigación

1° Fase	Determinación de los criterios de evaluación
2° Fase	Priorización de los criterios
3° Fase	Definición del método de evaluación

Fuente: QUESADA, 2015

Realizado: QUESADA, 2015

3.1.1 *Determinación para justificar los Criterios de Evaluación.* El propósito de este estudio es establecer todos aquellos criterios importantes para evaluar la gestión actual de mantenimiento.

Para la evaluación se consideran los siguientes aspectos:

Tabla 3-2: Aspectos y características de los criterios a considerar.

Aspectos importantes de la gestión como:	Características físicas de las máquinas y equipos médicos.
<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de mantenimiento • Informes técnicos. • Software de mantenimiento (GMAO) • Recursos humanos • Presupuestos. • Plan económico. • Indicadores Económicos. • Priorización de actividades de mantenimiento. • Bitácoras. • Materiales y herramientas. • Plan de mantenimiento. • Manuales de mantenimiento. • Procedimientos de mantenimiento. • Inspecciones. • Plan de mantenimiento preventivo. • Documentación técnica. • Contratación externa de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • El apoyo que puede ser el diseño de las máquinas y equipos médicos para brindar comodidad y facilidad de mantenimiento, así como para la conservación de estos.

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Como primer paso se procede con la selección de criterios que cumplan y satisfagan el contexto de la gestión hospitalaria, por ello se trazaron juicios para admitir o descartar la idea; preguntándose a las cuestiones como:

- ¿Es aplicable al tipo de caso de estudio?
- ¿Permite mejorar inconvenientes presentes en la gestión del mantenimiento?
- ¿Es factible el método para evaluar el criterio en el sector hospitalario?
- ¿Los niveles de requerimiento son adaptables con la realidad local?

Para el desarrollo de esta fase es necesario un análisis exhaustivo, dando como seleccionamiento siete criterios y veinte subcriterios que faciliten la evaluación de la gestión de mantenimiento.

En la tabla 3-3, se establece los criterios y un objetivo para cada una de ellas, pues estos objetivos contribuyen que se lleve a cabo la gestión de mantenimiento anhelada.

Los criterios y subcriterios que se mencionan en la tabla 3-3, fueron citados a través de la Acreditación Canadiense y la OMS. La matriz de criterios y subcriterios con su respectiva descripción se detalla en el ANEXO A, para fines didácticos se recomienda revisar la Tabla 3-4.

Tabla 3-3: Objetivos de los Criterios.

Criterios		Objetivo
OM	Organización General del Mantenimiento	Precisar las políticas bajo las cuales se va a administrar la gestión del mantenimiento de los equipos médicos.
RM	Recursos Humanos	Definir normas para el reclutamiento y adiestramiento del personal de mantenimiento, para fortificar la gestión del mantenimiento de los equipos médicos.
CE	Control Económico del Mantenimiento	Inculcar el uso eficiente de los recursos económicos destinados para el mantenimiento de los equipos médicos, por medio de un análisis de presupuesto y control económico
PP	Planificación, Programación y Control	Garantizar la disponibilidad de los equipos para que el usuario pueda hacer uso de estos, por medio de un cronograma de tareas de mantenimiento.
MC	Mantenimiento Correctivo	Reducir las paradas imprevistas de los equipos médicos con el fin de disminuir los tiempos muertos y evitar gastos innecesarios.
TC	Tercerización del Mantenimiento	Definir pautas para la selección adecuada de contrataciones de mantenimiento que garantice la calidad de la ejecución de los trabajos.
MI	Manejo de Inventario de Bodega para Mantenimiento	Fomentar una logística de mantenimiento organizada, con un control de inventario que contenga todos los requerimientos especificados y sea fácil de acudir cuando se lo requiera.

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

3.1.2 *Priorización de los criterios.* Para el desarrollo de la fase dos, uno de los métodos que se pueden emplear para determinar los pesos de los criterios es el método conocido como Analytic Hierarchy Process (AHP).

Para establecer las ponderaciones de los criterios y subcriterios del proceso de evaluación de la gestión de mantenimiento en las áreas del hospital, es necesario apoyarse de encuestas realizadas a personas entendidas del tema que se está abordando.

Además, este proceso cuenta con tres etapas que son:

- Modelación
- Valoración
- Priorización.

Tabla 3-4: Matriz de criterios y subcriterios

CRITERIO	SUB - CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Organización general	Políticas de mantenimiento	La participación de la gerencia debe verse reflejada en el establecimiento de políticas que integren el mantenimiento con los objetivos generales del edificio y que fomenten una cultura del mantenimiento del hospital. Se debe disponer de políticas de gestión de mantenimiento, que contenga una exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias a ser adoptadas para mantener los edificios aptos para el uso.
	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	Para la gestión de la información puede emplearse como herramienta un software para la gestión de mantenimiento (CMMS) para la planificación, organización, control y almacenamiento de información adecuada, que asegure eficiente y eficazmente la gestión de mantenimiento del edificio.
Recursos humanos	Formación profesional	El mantenimiento de hospitales tendrá un responsable como un administrador o gerente de mantenimiento, quien debe tener una formación profesional a fin al mantenimiento de hospitales. Además, es necesario que el personal ejecutor de mantenimiento de edificios sea personal calificado.
	Capacitación y entrenamiento	Capacitación continua de los administradores de mantenimiento y ejecutores de mantenimiento.
	Cantidad de personal de mantenimiento	Disponer de un número adecuado de personal de mantenimiento, de acuerdo con las necesidades de la infraestructura hospitalaria.
Control económico del mantenimiento	Presupuesto de mantenimiento	Aplicar buenas técnicas para la elaboración de presupuestos, para tener un buen control financiero a través de programas de mantenimiento.
	Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	Establecer y disponer de indicadores económicos de mantenimiento para su evaluación y control.

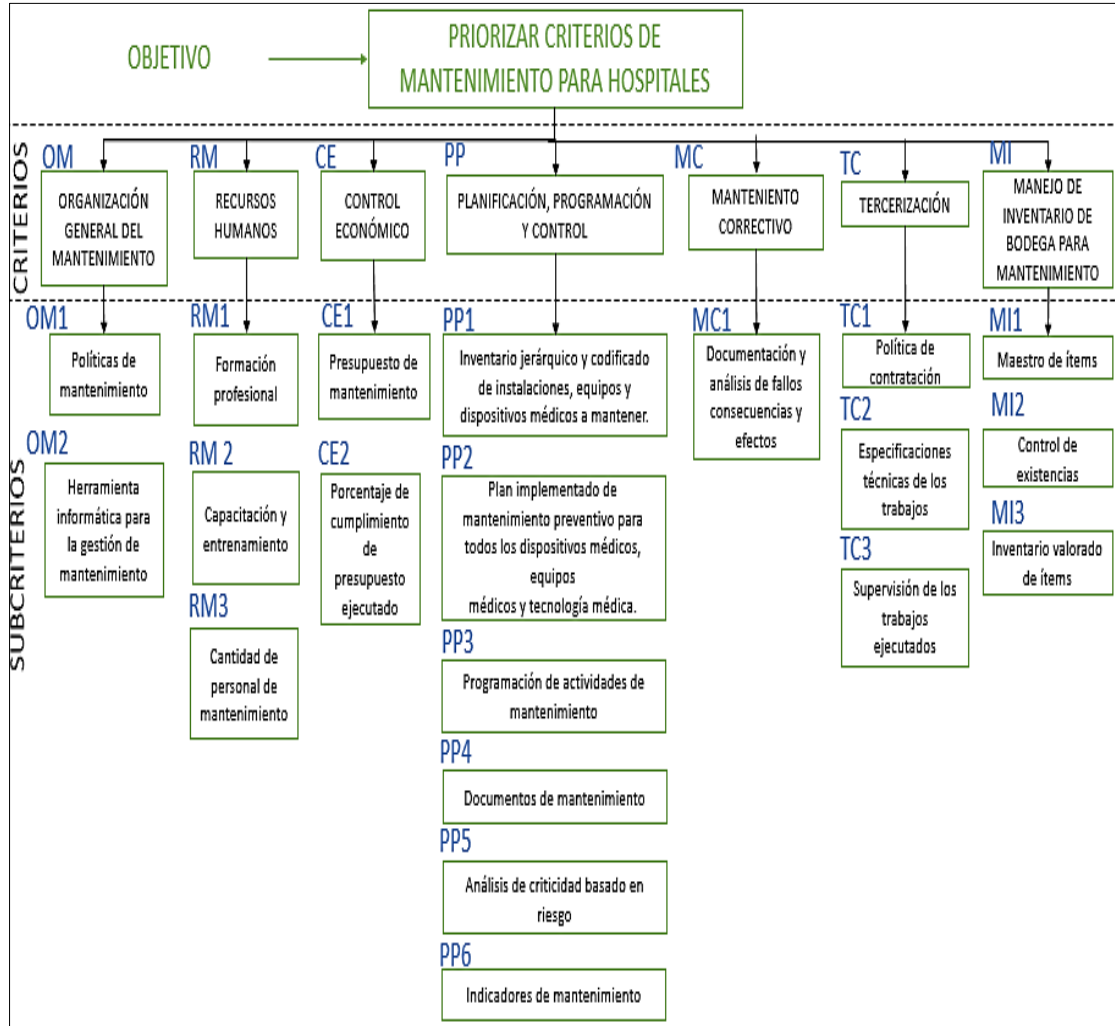
Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

3.1.2.1 *Modelación.* Una vez definido los criterios y subcriterios es necesario estructurar un modelo jerárquico.

Estructura jerárquica de criterios de mantenimiento para hospitales, que se empleará para la aplicación del Método de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), para priorizar criterios y subcriterios.

Figura 3-1 Priorización de Criterios de Mantenimiento para hospitales.



Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

3.1.2.2 Valoración.

Instrumento: En este punto se elaboró una encuesta en la que se comparan requerimientos vs. requerimientos y criterios vs. Criterios; (Véase ANEXO B); de igual manera para una mejor comprensión se muestra un extracto en la Tabla 3-5.

Los especialistas: lo conforman un grupo de 30 entendidos sobre gestión de mantenimiento, 10 especialistas por cada grupo, como son:

- Profesionales en Gestión de Mantenimiento.
- Administradores de Mantenimiento en hospitales.
- Expertos en Mantenimiento Hospitalario.

Tabla 3-5: Matriz de comparacion pareada de criterios.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA DE CRITERIOS DE MANTENIMIENTO																		
CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	Importancia								Igual	Importancia								CRITERIOS DE MANTENIMIENTO
	Extrema	Muy fuerte			Fuerte		Moderada			Moderada	Fuerte		Muy fuerte			Extrema		
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	
Organización general del mantenimiento																	Recursos humanos	
																	Control económico	
																	Planificación, programación y control	
																	Mantenimiento Correctivo	
																	Tercerización del mantenimiento	
Recursos humanos																	Manejo de inventario de bodega para mantenimiento	
																	Control económico	
																	Planificación, programación y control	
																	Mantenimiento Correctivo	
																	Tercerización del mantenimiento	
Control económico																	Manejo de inventario de bodega para mantenimiento	
																	Planificación, programación y control	
																	Mantenimiento Correctivo	
																	Tercerización del mantenimiento	

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

3.1.2.3 *Priorización.* Posterior a la definición de requerimientos y criterios de evaluación, se requiere codificar para simplificar su mención

En el proceso de llenado existen tres posibilidades de respuesta dependiendo de la opinión del experto.

Una vez que se concluye con las encuestas, se tabula mediante el uso de la matriz pareada, misma que se llena de la siguiente manera:

- Si el valor está al lado izquierdo de la encuesta, se coloca un valor entero (2,3...9); mientras que,
- Si el valor está a lado derecho se ubica un valor fraccionario (1/2,1/3...1/9), los que se hallan sobre la diagonal principal.

Al llenar el lado inferior de la diagonal principal, se ubican los valores inversos a los de la parte superior, es decir, si se tiene un número entero se ubica un fraccionario, mientras que si es un número fraccionario se coloca su inverso.

En la tabla 3-6, se logra apreciar la tabulación de cada criterio con sus respectivos subcriterios.

Tabla 3-6: Matriz de comparación pareada

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA CRITERIOS							
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	1,00	5,00	6,00	1,00	8,00	9,00	9,00
RM	0,20	1,00	2,00	0,50	3,00	5,00	5,00
CE	0,17	0,50	1,00	0,20	3,00	1,00	2,00
PP	1,00	2,00	5,00	1,00	5,00	4,00	5,00
MC	0,13	0,33	0,33	0,20	1,00	3,00	4,00
TC	0,11	0,20	1,00	0,25	0,33	1,00	1,00
MI	0,11	0,20	0,50	0,20	1,00	1,00	1,00
SUMA	2,71	9,23	15,83	3,35	21,33	24,00	27,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Para que la encuesta sea aceptada, se pide que cumpla con el índice de consistencia de acuerdo al tamaño de la matriz, que en este caso es de siete y le corresponde el 10%. Los criterios cuyos subcriterios sean menos de dos, no se realiza el cálculo del índice de inconsistencia. Posteriormente se realiza el cálculo de los vectores propios.

Primero se obtiene la matriz normalizada dividiendo el valor de la sumatoria total de cada columna para cada celda, como se muestra en la tabla 3-7.

Tabla 3-7: Matriz normalizada

	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	0,37	0,54	0,38	0,30	0,38	0,38	0,33
RM	0,07	0,11	0,13	0,15	0,14	0,21	0,19
CE	0,06	0,05	0,06	0,06	0,14	0,04	0,07
PP	0,37	0,22	0,32	0,30	0,23	0,17	0,19
MC	0,05	0,04	0,02	0,06	0,05	0,13	0,15
TC	0,04	0,02	0,06	0,07	0,02	0,04	0,04
MI	0,04	0,02	0,03	0,06	0,05	0,04	0,04

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Además, se realiza el cálculo del primer producto efectuando una multiplicación de la matriz normalizada por sí misma, logrando como resultado la matriz de primer producto como se puede observar en la tabla 3-8.

Tabla 3-8: Matriz del primer producto

PRIMER PRODUCTO							
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	7,00	21,27	43,17	11,35	66,00	86,00	101,00
RM	2,72	7,00	16,20	4,45	22,77	29,80	35,30
CE	1,34	3,83	7,00	2,07	12,17	17,80	22,00
PP	4,86	14,97	28,17	7,00	45,33	52,00	63,00
MC	1,35	3,26	8,08	2,31	10,00	13,93	15,46
TC	0,83	2,27	4,93	1,18	7,41	7,00	8,58
MI	0,78	2,14	4,40	1,16	6,32	8,30	10,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Luego se realiza el cálculo de la suma de cada fila y, posteriormente una sumatoria total como se aprecia en la tabla 3-9.

Tabla 3-9: Sumatoria

	SUMA
	335,78
	118,24
	66,21
	215,33
	54,38
	32,19
	33,10
SUMA	855,23

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

En último lugar, se divide el valor obtenido en la suma de cada fila para la sumatoria total, obteniendo los valores de los vectores propios como se aprecia en la tabla 3-10. Para aprobar el proceso se calcula la sumatoria de los vectores propios obteniendo como resultado el valor de uno.

Tabla 3-10: Vector Propio. Resultado final

VECTOR PROPIO	
	0,392622
	0,138250
	0,077416
	0,251774
	0,063589
	0,037642
	0,038707
SUMA	1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Luego, se comparan todos los valores del vector propio, hasta que coincidan en los cuatro primeros decimales, como se aprecia en la tabla 3-11.

Tabla 3-11: Comparación entre Vectores Propios

VECTOR PROPIO		VECTOR PROPIO	
	0,3882537		0,38825389
	0,1393468		0,13934659
	0,0738870		0,07388723
	0,2539015		0,25390165
	0,0658192		0,06581897
	0,0397664		0,03976631
	0,0390254		0,03902536
SUMA	1,00	SUMA	1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Para poder obtener los valores semejantes se realiza todas las iteraciones que se necesiten, proceso que se realiza para cada subcriterio.

Al validar esta etapa, se procede con el cálculo de los pesos de cada criterio y subcriterios, para ellos se elabora un compendio de todos los vectores propios como se aprecian en las tablas. Además, se realiza el cálculo la agregación, empleando la media geométrica de cada fila, para obtener una valoración promedio.

Para obtener el peso de los criterios y subcriterios, se divide el valor obtenido por la media geométrica, para la sumatoria total, proceso para cada grupo de encuestados, que se aprecia en las tablas.

Tabla 3-12: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Docentes

	Valores vectores propios grupo N°1 Docentes										Agreg.	Norm.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,14	0,39	0,06	0,06	0,18	0,16	0,06	0,06	0,31	0,27	0,13	0,17
CE	0,14	0,07	0,06	0,06	0,04	0,21	0,06	0,06	0,14	0,13	0,09	0,11
PP	0,14	0,25	0,06	0,06	0,17	0,13	0,06	0,06	0,31	0,12	0,11	0,15
MC	0,14	0,07	0,02	0,02	0,08	0,05	0,02	0,02	0,03	0,06	0,04	0,06
TC	0,14	0,04	0,55	0,55	0,03	0,04	0,55	0,55	0,06	0,15	0,15	0,19
MI	0,14	0,04	0,14	0,14	0,19	0,08	0,14	0,14	0,04	0,08	0,10	0,13
Suma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,78	1

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Tabla 3-13: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Expertos

	Valores vectores propios grupo N°2 Expertos										Agregación	Norm.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,04	0,21	0,06	0,06	0,06	0,15	0,06	0,06	0,29	0,04	0,08	0,10
RM	0,08	0,26	0,11	0,11	0,11	0,32	0,11	0,11	0,16	0,04	0,12	0,16
CE	0,09	0,26	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,14	0,05	0,08	0,10
PP	0,05	0,17	0,06	0,06	0,06	0,17	0,06	0,06	0,10	0,20	0,08	0,11
MC	0,14	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,13	0,16	0,05	0,06
TC	0,35	0,03	0,55	0,55	0,55	0,03	0,55	0,55	0,10	0,15	0,22	0,29
MI	0,25	0,03	0,14	0,14	0,14	0,20	0,14	0,14	0,08	0,36	0,14	0,18
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Tabla 3-14: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Administradores

	Valores vectores propios grupo N°3 Administradores										Agregación	Norm.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,10	0,19	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,04	0,06	0,08
RM	0,55	0,34	0,11	0,11	0,08	0,11	0,11	0,11	0,02	0,25	0,13	0,17
CE	0,11	0,09	0,06	0,06	0,17	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,08	0,10
PP	0,08	0,18	0,06	0,06	0,22	0,06	0,06	0,06	0,08	0,21	0,09	0,12
MC	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,25	0,07	0,04	0,05
TC	0,02	0,05	0,55	0,55	0,04	0,55	0,55	0,55	0,25	0,25	0,21	0,27
MI	0,10	0,10	0,14	0,14	0,40	0,14	0,14	0,14	0,29	0,13	0,15	0,20
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,76	1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Este proceso se lo aplica para cada subcriterio. Finalmente se calcula un peso final de cada criterio, así como también para cada subcriterio indicado en la tabla 3-15.

Tabla 3-15: Resumen de los pesos finales de los criterios

Criterios	Pesos			Agregación	Normalización	Peso final
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3			
OM	0,17	0,10	0,08	0,11	0,11	11,42%
RM	0,19	0,16	0,17	0,18	0,18	17,80%
CE	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	10,42%
PP	0,15	0,11	0,12	0,12	0,13	12,61%
MC	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	5,74%
TC	0,19	0,29	0,27	0,25	0,25	25,09%
MI	0,13	0,18	0,20	0,17	0,17	16,93%
Suma	1	1	1	0,99	1	1

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Finalmente, se obtuvo una tabla con los pesos para la evaluación de la gestión hospitalaria, misma que se aprecia en la tabla 3-16.

Tabla 3-16: Pesos de criterios y subcriterios para la evaluación de la gestión hospitalaria.

CRITERIOS	PESOS	SUBCRITERIOS	PESOS
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	11,40%	OM1. Políticas de mantenimiento	0,78
		OM2. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	0,22
RECURSOS HUMANOS	17,80%	RM1. Formación profesional	0,42
		RM2. Capacitación y entrenamiento	0,43
		RM3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,15
CONTROL ECONÓMICO	10,40%	CE1. Presupuesto de mantenimiento	0,77
		CE2. Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	0,23
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	12,61%	PP1. Inventario de bienes a mantener	0,1
		PP2. Plan implementado de mantenimiento preventivo para todos los dispositivos médicos, equipos médicos y tecnología médica.	0,18
		PP3. Programación de actividades de mantenimiento	0,14
		PP4. Documentos de mantenimiento	0,08
		PP5. Análisis de criticidad basado en riesgo	0,12
		PP6. Indicadores de mantenimiento	0,38
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	5,70%	MC1. Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos	1
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	25,10%	TC1. Política de contratación	0,48
		TC2. Especificaciones técnicas	0,23
		TC3. Supervisión de los trabajos ejecutados	0,29
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	16,90%	MI1. Maestro de ítem	0,46
		MI2. Control de existencias	0,26
		MI3. Inventario valorado de ítems	0,28

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 "Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba"

Ya definidos los pesos para la evaluación de la gestión de equipos e infraestructura hospitalaria, se procede con la aplicación del instrumento.

3.2 Aplicación del Instrumento de Evaluación en la Gestión de Mantenimiento del Hospital General Riobamba- IESS

Para realizar la evaluación de la gestión de equipos el hospitalaria, elaboramos el instrumento que se encuentra en el ANEXO C, para ilustrarlo se muestra un extracto de éste en la Tabla 3-17, con el cual se realizó la evaluación al Hospital General IESS; así como también a al Hospital Provincial General Docente de Riobamba.

INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE EQUIPO E INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

1. REQUERIMIENTO OM: Organización general del mantenimiento 1.1 OM1: Políticas de mantenimiento

Tabla 3-17: Descripción del criterio de evaluación: Políticas de Mantenimiento.

Criterio de evaluación: OM1: Políticas de mantenimiento			
Objetivo:	Establecer un compromiso por parte de todos los involucrados para impulsar la conservación del edificio a través del mantenimiento.		
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición de políticas de mantenimiento.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias del criterio	Puntuación	Valoración
Deficiente	No se dispone.	0	
Poco satisfactorio	Documento con la política de mantenimiento.	0,35	
Cuasi satisfactorio	Documento actualizado en los últimos 5 años	0,7	
Satisfactorio	Se está aplicando la política de mantenimiento.	1	
Comentario: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de todas las exigencias.			

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Una vez definido la puntuación de los niveles de referencia especificados en el instrumento de valoración, se determina el umbral de desempeño de la siguiente manera:

Tabla 3-18: Valores y Niveles de cumplimiento

Valores de cumplimiento	Nivel alcanzado
0	Deficiente
35	Poco satisfactorio
70	Cuasi satisfactorio
100	Satisfactorio

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

3.2.1 *Resultados obtenidos.* La evaluación se la aplicó al Hospital Provincial General Docente Riobamba (HPGDR) y el Hospital General Riobamba-IESS (HGR-IESS). Posterior a la realización del llenado del instrumento de los hospitales, se procede a la tabulación de los datos mediante el umbral de desempeño como se observa en la tabla 3-19.

Tabla 3-19: Desempeño de la gestión de mantenimiento del hospital HPGDR

Criterios	Pesos	Subcriterios	Pesos	Nivel de desempeño											
				D		PS		CS		S					
OM	0,114	OM1	0,78	0,00	0,00	0	0,35	0,27	4,00	0,70	0,55	8,00	1,00	0,78	8,95
		OM2	0,22	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,15		0,00	0,00	
		SUMA	0,00	0,00	SUMA		0,35	SUMA		0,70	SUMA		0,78		
RM	0,178	RM1	0,42	0,00	0,00	0	0,35	0,15	3,53	0,70	0,29	7,06	0,00	0,00	2,63
		RM2	0,43	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00		
		RM3	0,15	0,00	0,00		0,35	0,05		0,70	0,10		1,00	0,15	
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,20	SUMA	0,40	SUMA	0,15							
CE	0,104	CE1	0,77	0,00	0,00	0	0,35	0,27	3,65	0,70	0,54	7,29	0,00	0,00	2,39
		CE2	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23	
		SUMA	0,00	0,00	SUMA		0,35	SUMA		0,70	SUMA		0,23		
PP	0,126	PP1	0,10	0,00	0,00	0	0,35	0,04	0,78	0,70	0,07	1,56	1,00	0,10	1,26
		PP2	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00		
		PP3	0,14	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00		
		PP4	0,08	0,00	0,00		0,35	0,03		0,70	0,05		0,00	0,00	
		PP5	0,12	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
		PP6	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,06	SUMA	0,12	SUMA	0,10							
MC	0,057	MC1	1	0,00	0,00	0	0,35	0,35	2,01	0,70	0,70	4,02	0,00	0,00	0,00
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	0,00							
TC	0,251	TC1	0,48	0,00	0,00	0	0,35	0,17	8,78	0,70	0,33	17,56	0,00	0,00	13,08
		TC2	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23	
		TC3	0,29	0,00	0,00		0,35	0,10		0,70	0,20		1,00	0,29	
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	0,52							
MI	0,169	MI1	0,46	0,00	0,00	0	0,35	0,16	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		MI2	0,26	0,00	0,00		0,35	0,09		0,00	0,00		0,00	0,00	
		MI3	0,28	0,00	0,00		0,35	0,10		0,00	0,00		0,00	0,00	
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,00	SUMA	0,00							
VALORES AL 100%				0		28,67		45,49		28,32					

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Asimismo, con los datos de la última fila de las tablas anteriores, se diseñó una tabla que contenga una comparación entre los valores de desempeño de ambos hospitales, incluyendo una gráfica para una mejor interpretación de los datos obtenidos.

Tabla 3-20: Tabla de comparación entre el HPGDR - HGR-IESS

Tabla de comparación			
	Valores del umbral	Valores obtenidos	
		HPGDR	HGR-IESS
Deficiente	0	0	0
Poco satisfactorio	35	28,67	32,69
Cuasi satisfactorio	70	45,49	58,60
Satisfactorio	100	28,32	68,17

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

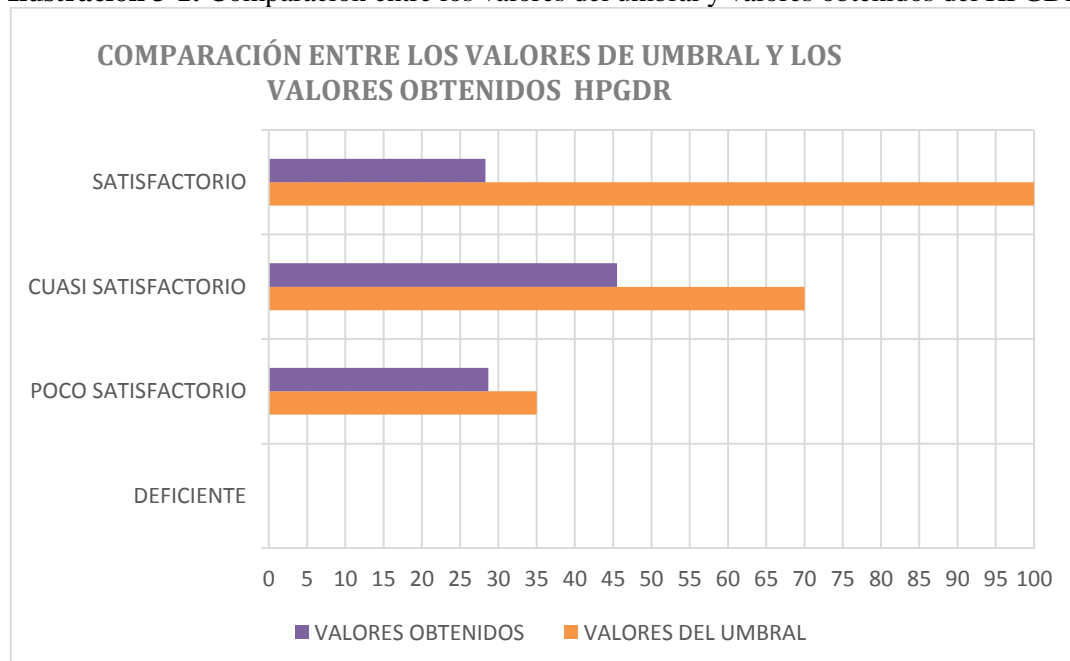
Tabla 3-21: Desempeño de la gestión de mantenimiento del hospital HGR-IESS

Criterios	Pesos	Subcriterios	Pesos	Nivel de desempeño									
				D		PS		CS		S			
OM	0,114	OM1	0,78	0	0	0,35	0,27	0,7	0,55	1	0,78	9,0	
		OM2	0,22	0	0	0,35	0,08	4,00	0,00	6,27	0		0,00
		Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,54875	Suma	0,78		
RM	0,178	RM1	0,42	0	0	0,35	0,15	0,7	0,29	0	0,00	10,3	
		RM2	0,43	0	0	0,35	0,15	6,23	0,30	12,46	1		0,43
		RM3	0,15	0	0	0,35	0,05		0,10		1		0,15
Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,7	Suma	0,58111				
CE	0,104	CE1	0,77	0	0	0,35	0,27	0,7	0,54	1	0,77	10,4	
		CE2	0,23	0	0	0,35	0,08	3,65	0,16	7,29	1		0,23
		Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,7	Suma	1		
PP	0,126	PP1	0,10	0	0	0,35	0,04	0,7	0,07	1	0,10	1,3	
		PP2	0,18	0	0	0,35	0,06	0,7	0,13	0	0,00		
		PP3	0,14	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
		PP4	0,08	0	0	0,35	0,03	2,10	0,05	3,17	0		0,00
		PP5	0,12	0	0	0,35	0,04		0,00		0		0,00
		PP6	0,38	0	0	0	0,00		0,00		0		0,00
Suma		0	0	Suma	0,17	Suma	0,25	Suma	0				
MC	0,057	MC1	1	0	0	0,35	0,35	2,01	0,00	0,00	0	0,00	
Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,00	Suma	0				
TC	0,251	TC1	0,48	0	0	0,35	0,17	0,7	0,33	1	0,48	25,1	
		TC2	0,23	0	0	0,35	0,08	8,78	0,16	17,56	1		0,23
		TC3	0,29	0	0	0,35	0,10		0,20		1		0,29
Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,70	Suma	1,00				
MI	0,169	MI1	0,46	0	0	0,35	0,16	0,7	0,32	1	0,46	12,1	
		MI2	0,26	0	0	0,35	0,09	5,92	0,18	11,85	1		0,26
		MI3	0,28	0	0	0,35	0,10		0,20		0		0,00
Suma		0	0	Suma	0,35	Suma	0,70	Suma	0,72				
VALORES AL 100%				0		33		59		68			

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

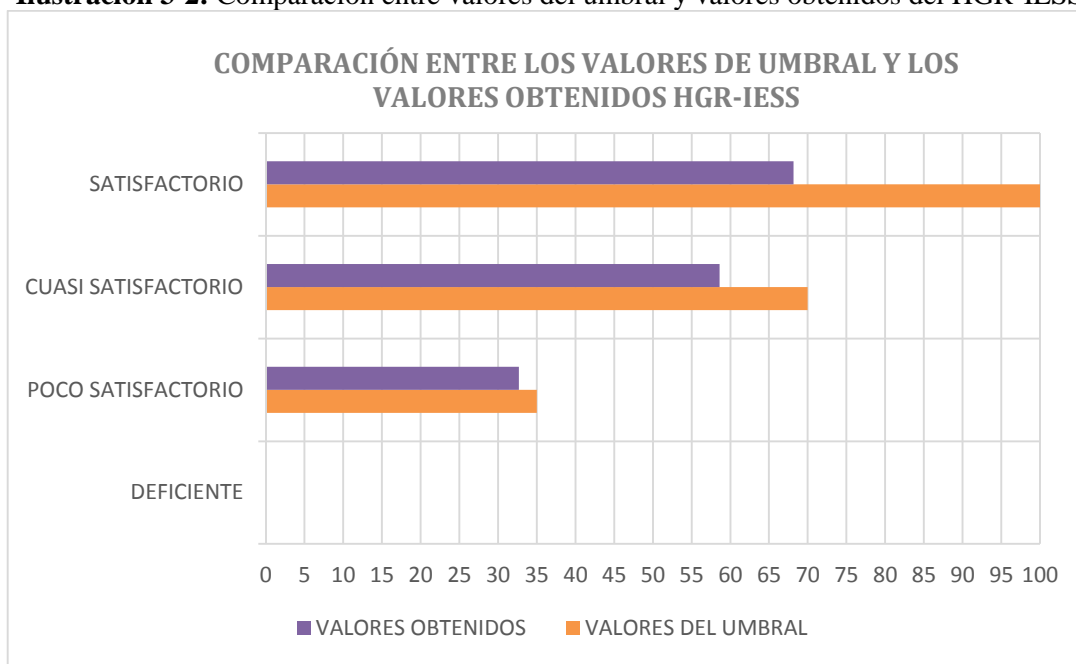
Ilustración 3-1: Comparación entre los valores del umbral y valores obtenidos del HPGDR



Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Ilustración 3-2: Comparación entre valores del umbral y valores obtenidos del HGR-IESS



Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Al realizar la comparación se puede apreciar que el Hospital General Riobamba-IESS se encuentra en un nivel satisfactorio en relación a los valores predeterminados; mientras que el Hospital Provincial General Docente Riobamba obtuvo un nivel poco satisfactorio.

Se consigue apreciar en las tablas los valores obtenidos por cada criterio evaluado, siendo estos puntos importantes para centrarnos en una mejora.

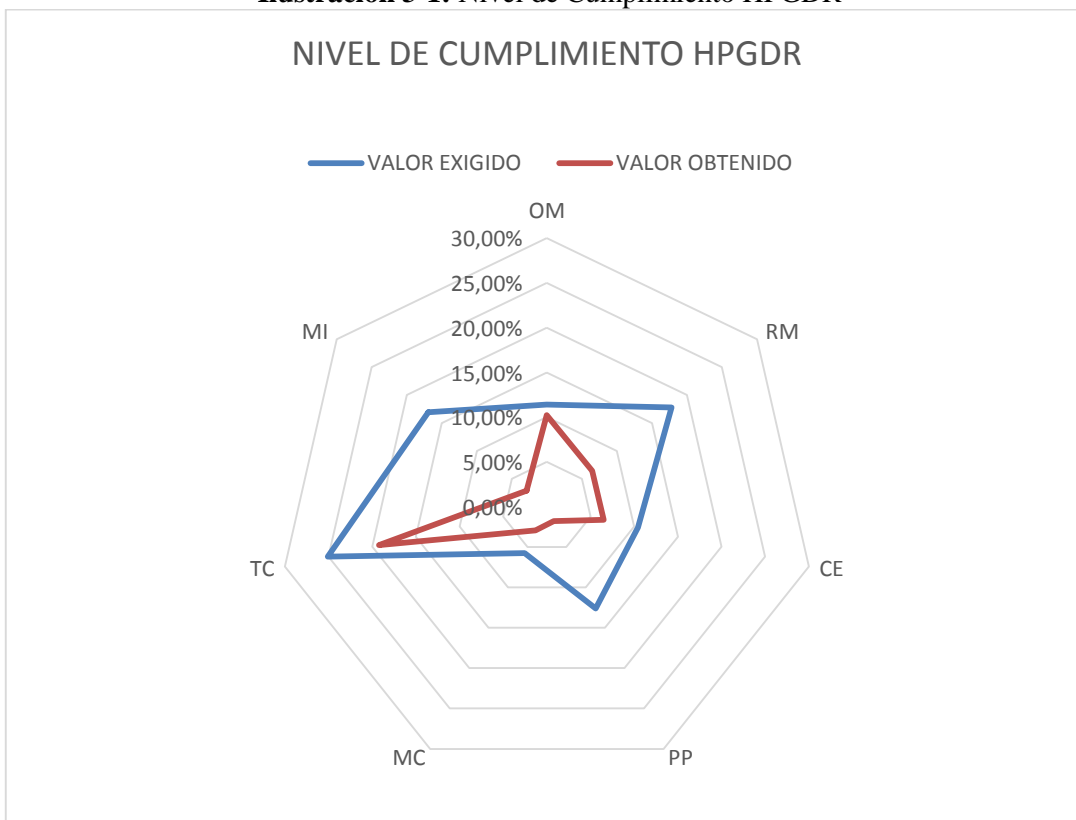
Tabla 3-22: Valores Finales de la Evaluación entre HPGDR Y HGR-IESS

	Valor del peso (%)	Deficiente		Poco Satisfactorio		Casi satisfactorio		Satisfactorio		Valor obtenido	
		HPGDR	HGR-IESS	HPGDR	HGR-IESS	HPGDR	HGR-IESS	HPGDR	HGR-IESS	HPGDR	HGR-IESS
OM	11,42	0	0	4,00	4,00	8,00	6,27	8,95	8,95	10,22%	9,38%
RM	17,80	0	0	3,53	6,23	7,06	12,46	2,63	10,34	6,45%	14,16%
CE	10,42	0	0	3,65	3,65	7,29	7,29	2,39	10,42	6,50%	10,42%
PP	12,61	0	0	0,78	2,10	1,56	3,17	1,26	1,26	1,76%	3,19%
MC	5,74	0	0	2,01	2,01	4,02	0,00	0	0,00	2,94%	0,98%
TC	25,09	0	0	8,78	8,78	17,56	17,56	13,08	25,09	19,23%	25,09%
MI	16,93	0	0	5,92	5,92	0	11,85	0	12,11	2,89%	14,57%
Total										49,99%	77,78%

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

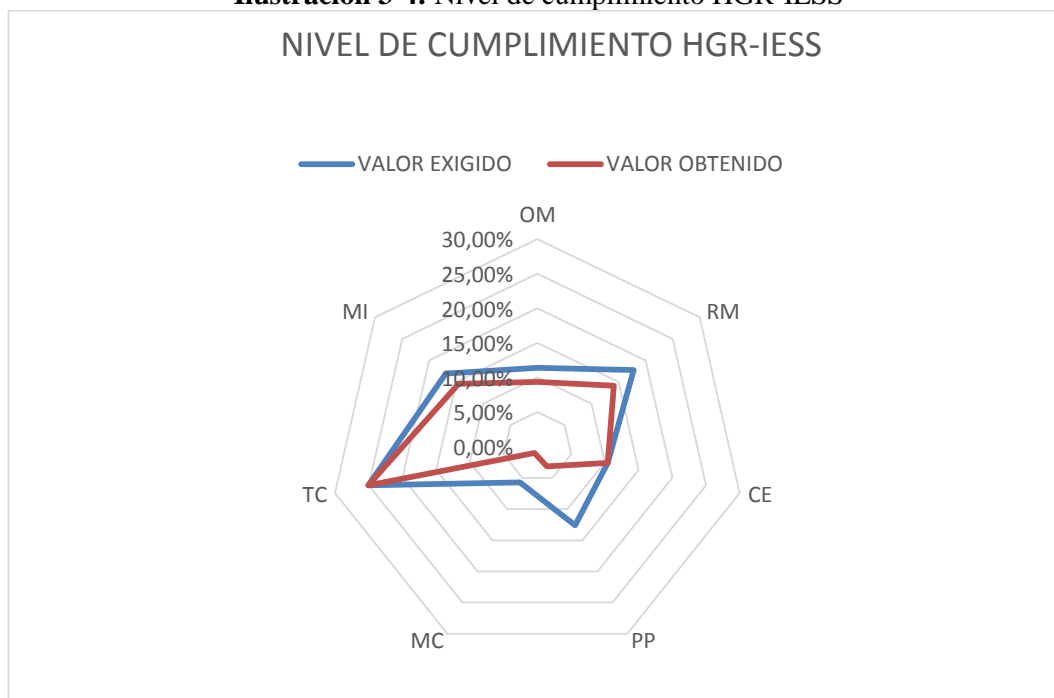
Ilustración 3-1: Nivel de Cumplimiento HPGDR



Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Ilustración 3-4: Nivel de cumplimiento HGR-IESS



Fuente: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Realizado: Proyecto de vinculación DV-033 “Planificación y programación del mantenimiento de los equipos del hospital IESS Riobamba”

Se concluye que no se encuentran muchas diferencias en criterios Organización General del Mantenimiento, Control Económico, y Tercerización del Mantenimiento. Es importante destacar que, en el criterio de Organización de Mantenimiento y subcriterio de Herramienta informática, solo se lleva un registro de las actividades realizadas por lo que es difícil tener información para la gestión de mantenimiento. Razón por la cual con la implementación cubriríamos este subcriterio.

Asimismo, en Planificación, Programación y Control se obtuvo puntajes bajos debido a la carencia de un plan de mantenimiento preventivo programado ordenado que contenga todos los lineamientos necesarios, dándonos paso a la elaboración del proyecto.

En el criterio de Mantenimiento Correctivo, se tiene una falencia puesto que se realizan los trabajos de reparación, pero no se realiza un análisis de las causas que están provocando estos fallos, así también con la aplicación del RCM abreviado que se realiza en el proyecto se cubre esta falencia.

3.3 Aplicación de la Metodología RCM Abreviado.

Las máquinas y equipos médicos que forman parte de las distintas áreas del Hospital General IESS, necesitan de actividades de mantenimiento que faciliten el cumplimiento de las funciones para las cuales fueron diseñadas, así con la finalidad de aprovechar y potenciar la vida útil de estos en beneficio de quienes reciben el servicio de atención hospitalario.

3.3.1 *Inventario de máquinas y equipos.* Para iniciar con el proceso RCM es de importancia contar con un listado de equipos por cada área que se va a intervenir en este proceso.

3.3.2 *Codificación.* Para la codificación se asigna combinaciones alfa-numéricas, este método ayuda para una ubicación rápida, secuencial y lógica dentro de las áreas a la que pertenecen

Nivel 1-planta:

A nivel de planta se encuentran los hospitales.

- UM800 Unidad Médica IESS Riobamba
- UM704 Unidad Médica IESS Ambato

Nivel 2-Área:

A nivel de área se encuentran las áreas con las que cuenta el Hospital General IESS Riobamba.

- EME Emergencia
- CLI Clínica
- EST Esterilización
- COL Colposcopia
- IMA Imagenología
- ODO Odontología
- NEO Neonatología, etc.

Nivel 3-Sistema o Máquina:

Atendiendo estas consideraciones se detalla el inventario con la codificación a nivel de sistemas (Ver ANEXO D); para una mejor comprensión se da a conocer la tabla 3-23.

Tabla 3-23: Inventario a nivel de sistema.

CÓDIGO DE MÁQUINA	DESCRIPCIÓN MÁQUINA
UM800-COL-COL-002	ELECTROCAUTERIO GINECOLÓGICO
UM800-COL-COL-005	SISTEMA DE EVACUACIÓN DE HUMO
UM800-COL-COL-001	COLPOSCOPIO
UM800-COL-COL-004	MONITOR DE VIDEO
UM800-EST-EST-007	INCUBADORA PARA TEST BIOLÓGICO
UM800-EST-EST-014	SELLADORA
UM800-EST-EST-003	CORTADORA DE GASA
UM800-EST-EST-004	CORTADORA DE GASA
UM800-EST-EST-020	INCUBADORA PARA TEST BIOLÓGICO

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Nivel 4-Equipo:

De igual manera en el (ANEXO E), se muestra el inventario con la codificación a nivel de equipos y se muestra un resumen en la Tabla 3-24.

Tabla 3-24: Inventario a nivel de equipo.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
UM800-COL-COL-002-HEC01	Electrocauterio ginecológico
UM800-COL-COL-005-HSH01	Sistema de evacuación de humo
UM800-COL-COL-001-HCL01	Colposcopio
UM800-COL-COL-004-HMV01	Monitor de video
UM800-EST-EST-007-HIT01	Incubadora para test biológico
UM800-EST-EST-014-HSE01	Selladora
UM800-EST-EST-003-HCG01	Cortadora de gasa
UM800-EST-EST-004-HCG01	Cortadora de gasa
UM800-EST-EST-020-HIT01	Incubadora para test biológico

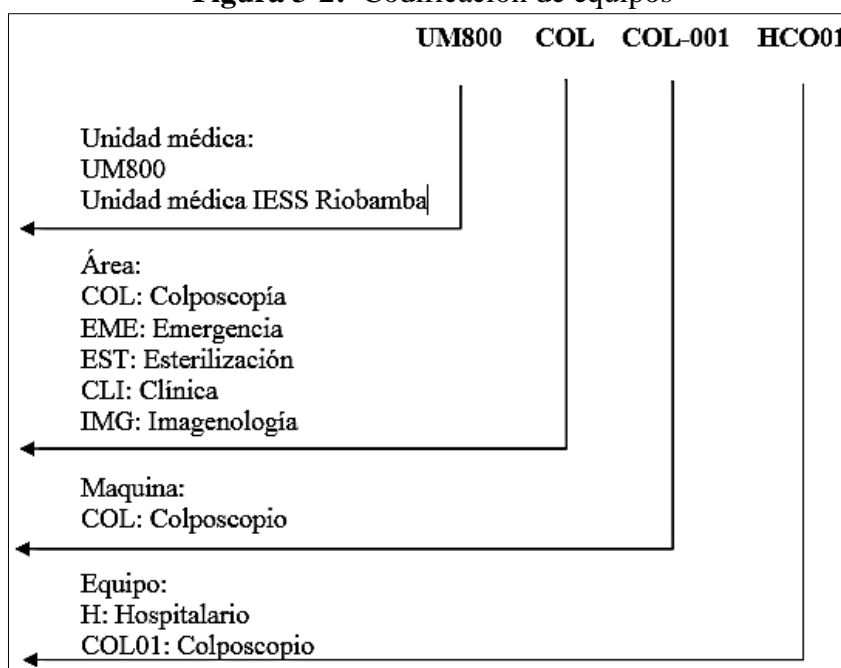
Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

El inventario que se indica contiene información de aquellas máquinas y equipos médicos que se encuentran en operatividad dentro del hospital General IESS, considerando un mantenimiento continuo para que el usuario pueda hacer uso de estos.

En la figura 3-2 se observa el diseño de codificación de los equipos.

Figura 3-2: Codificación de equipos




Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.3 *Ficha técnica.* Dependiendo de la información y datos que proporciona la máquina se ubica en la ficha técnica. La Tabla 3-25, presenta un ejemplo con la información recolectada.

Tabla 3-25: Ficha técnica del Monitor EME-066.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
9. NOMBRE DEL ACTIVO:	MONITOR MULTI- PARAMETERT
10. MARCA DEL ACTIVO:	PATIENT MONITOR
11. MODELO DEL ACTIVO:	SUN- 603K
12. NÚMERO DE SERIE:	107171200151
13. PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACTIVO: MONITOR, ACCESORIOS DE CONTROL, SISTEMA ELÉCTRICO	
	
14. RESPONSABLE DE REPORTAR DAÑOS EN EL ACTIVO:	MIRELLA BETANCOURTH
15. PERSONA A LA QUE SE LE REPORTA LOS DAÑOS:	ING. ALEJANDRO CHILUIZA
UBICACIÓN DEL ACTIVO:	
EMERGENCIA	
16. CÓDIGO CONTABLE DEL ACTIVO:	

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Sobre la base de las ideas expuestas y como detalle adicional el SisMAC facilita una hoja de Excel que contiene espacios donde se puede llenar la información recopilada, así agilizar el llenado de la investigación.

La información de las fichas técnicas se detalla en el ANEXO F, se muestra un extracto en la tabla 3-26.

Tabla 3-26: Formato de fichas técnicas del software SisMAC.

Planta	Área	Sistema	Marca	Modelo	No. Serie	Sección hospitalaria
UM800	COL	COL-002	COOPER SURGICAL	LEEP SYSTEM 1000	0511F2979	COLPOSCOPIA
UM800	COL	COL-005	COOPER SURGICAL	6080-1	010621	COLPOSCOPIA
UM800	COL	COL-001	INTERMED	IVOZM-310 (LUMAX 5000)	377870506	COLPOSCOPIA
UM800	COL	COL-004	SONY	PVM-1343MD	2012353	COLPOSCOPIA
UM800	EST	EST-007	3M	ATTEST 290	230622	ESTERILIZACIÓN
UM800	EST	EST-014	ASP	HS800	439816	ESTERILIZACIÓN
UM800	EST	EST-003	MAIMIN	59	R-59-13-12886	ESTERILIZACIÓN
UM800	EST	EST-004	MAIMIN	59	R-59-13-655388	ESTERILIZACIÓN
UM800	EST	EST-020	STERRAD	21005	0510081255	ESTERILIZACIÓN

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.4 *Análisis de criticidad.* Se realiza la pregunta al equipo, cuya respuesta representa la criticidad, en donde el color rojo representa a un equipo crítico, el color verde a un equipo importante y finalmente el color amarillo a un equipo prescindible.

Al evaluar según los parámetros presentados de determina el estado de criticidad, e identificamos si el equipo es crítico, importante o prescindible.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Nombre del equipo: Monitor multiparámetros

Realizado por: Joselyn Hinojosa – Kerly Chárig

MATRIZ DE CRITICIDAD	
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	
¿Puede originar accidentes muy graves?	X
¿Necesita revisiones frecuentes?	
¿Ha producido accidentes graves en el pasado?	
¿No llegan efectos a clientes o al plan de servicio?	
¿Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas?	
¿Produce una poca influencia en seguridad del paciente?	
SERVICIO	
¿Su parada afecta al Plan de Servicio?	
¿Afecta al servicio, pero es recuperable (no llega a afectar a los beneficiarios del servicio o el Plan de servicio)?	
¿Produce una poca influencia en servicio?	
CALIDAD	
¿Es la clave para la calidad del servicio?	
¿Es causante de un alto porcentaje de insatisfacción de los beneficiarios del servicio?	
¿Afecta a la calidad del servicio, pero habitualmente no es problemático?	
¿No afecta a la calidad de servicio?	
MANTENIMIENTO	
¿Produce un alto costo de reparación en caso de avería?	
¿Produce averías muy frecuentes?	
¿Consuma una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra o materiales)?	
¿Produce un coste medio en mantenimiento?	
¿Bajo costo de mantenimiento?	

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Con lo expuesto anteriormente se detalla en resumen el análisis de criticidad realizado a todos los equipos existentes en el ANEXO G y se muestra un extracto de este en la Tabla 3-27.

Tabla 3-27: Análisis de criticidad de los equipos médicos.

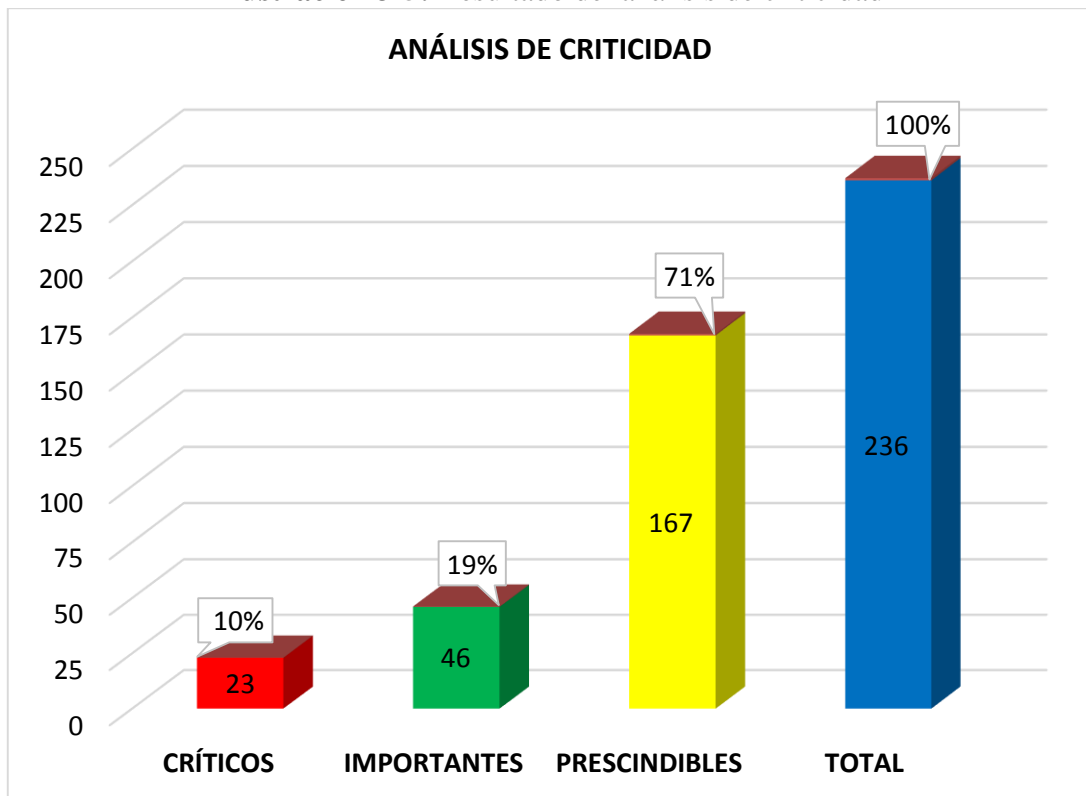
DESCRIPCIÓN	CRITICO	IMPORTANTE	PRESCINDIBLE	RESULTADO
Electrocauterio ginecológico		X		Importante
Sistema de evacuación de humo		X		Importante
Colposcopio	X			Crítico
Monitor de video		X		Importante
Incubadora para test biológico		X		Importante
Selladora		X		Importante
Cortadora de gasa			X	Prescindible
Cortadora de gasa			X	Prescindible
Incubadora para test biológico		X		Importante

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

En la Ilustración 3-5, se aprecia los resultados finales del análisis de criticidad, obteniendo un 10% de equipos críticos, 19% de equipos importantes y 71% de equipos prescindibles.

Ilustración 3-5: Resultado del análisis de criticidad



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.5 Modelos y niveles de mantenimiento.

3.3.5.2 Modelos de mantenimiento. Para determinar el modelo de mantenimiento se aplica el flujograma de análisis de criticidad de la figura 2-2. En base a la tabla 2-3, se tiene un tipo de actividades de mantenimiento a considerarse de acuerdo al modelo de mantenimiento escogido.

En el ANEXO H, se detalla la determinación del modelo de mantenimiento de los equipos, y se muestra un extracto de este en la Tabla 3-28.

Tabla 3-28: Determinación del Modelo de Mantenimiento.

CÓDIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	MODELO DE MTO
UM800-COL-COL-002-HEC01	Electrocauterio ginecológico	Importante	Básico
UM800-COL-COL-005-HSH01	Sistema de evacuación de humo	Importante	Básico
UM800-COL-COL-001-HCL01	Colposcopio	Crítico	Condicional
UM800-COL-COL-004-HMV01	Monitor de video	Importante	Básico
UM800-EST-EST-007-HIT01	Incubadora para test biológico	Importante	Básico
UM800-EST-EST-014-HSE01	Selladora	Importante	Básico
UM800-EST-EST-003-HCG01	Cortadora de gasa	Prescindible	Básico
UM800-EST-EST-004-HCG01	Cortadora de gasa	Prescindible	Básico
UM800-EST-EST-020-HIT01	Incubadora para test biológico	Importante	Básico

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.4.1 Tipos de fallo, modo de fallo y clasificación de las consecuencias. Se procede a completar nuestra tabla de análisis de fallos y clasificarlos según las consecuencias.

Se describe el fallo de cada equipo, adicionalmente se procede a identificar el tipo de fallo, que puede ser funcional o técnico, después se coloca la descripción de cada modo de falla. Los modos de fallo son las posibles causas o maneras que pueden llevar a un equipo al fallo o a su falla funcional

En el siguiente paso se escribe las acciones que se deben tomar en base a las consecuencias según el tipo de fallo y el análisis del modelo de mantenimiento, previamente realizado. Para ellos se utiliza en la figura 2-2, en donde se indica cual es la acción que se debe tomar.

La hoja de análisis de fallos y modos de fallo se muestra en el ANEXO I, la tabla 3-29, indica un resumen de este análisis.

Tabla 3-29: Análisis de Fallos y Modos de fallo.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE FALLO	TIPO DE FALLO	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLO	CLASIFICACIÓN
MONITOR DE SIGNOS VITALES	No se muestra parámetro de ECG en el monitor	Técnico	No se configuro ECG en el menú de configuraciones	Amortiguar
	Mensaje derivación OFF	Técnico	El cable de ECG no está conectado	Amortiguar
			Uno o más electrodos no están conectados	Amortiguar
			No tiene gel	Amortiguar
	Onda del ECG y lectura errática. Ruido	Técnico	Opción de filtración inadecuada	Amortiguar
	Lecturas erróneas en onda de respiración y ruido	Técnico	El electrodo del ECG no está colocado correctamente	Amortiguar
	No enciende el monitor	Funcional	Batería en al estado	Evitar
			Cable de poder en mal estado	Evitar
Toma de pared no funciona			Evitar	

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
 Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.5 Determinación de tareas en función de la criticidad.

Para este estudio se determinó una tarea en función al modo de fallo y la consecuencia que conduce a este, por lo regular la tarea que se adhiere es preventiva, pero hay casos que también hay tareas correctivas. Mediante la tabla 3-30, Se puede apreciar la información del tipo de tareas.

Tabla 3-30: Tareas aplicadas al monitor de signos vitales.

EQUIPO	MODO DE FALLO	MEDIDAS PREVENTIVAS			
		Tareas de Mantenimiento	Mejoras	Procedimientos	Procedimientos de Mantenimiento
MONITOR DE SIGNOS VITALES	No se muestra parámetro de ECG en el monitor	Configurar función ECG			
	Mensaje derivación OFF	Revisar el cable de conexión ECG.			
		Revisar si el cable del ECG está desconectado.			
		Revisar si los electrodos tienen suficiente gel.			
	Onda del ECG y lectura errática. Ruido	Seleccionar el modo de monitoreo en la opción de filtración.			
	No enciende el monitor	Revisar el cable de conexión del ECG.			
Revisar que los electrodos tengan suficiente gel.					
	Inspección Visual del Equipo (carcasa, cable de poder, cables, pantalla, teclado panel frontal).				

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
 Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.6 Determinación de la frecuencia y programación de rutinas de mantenimiento

Para la determinación de la frecuencia se utiliza el historial de fallos y la opinión de expertos, formas que se encuentran mencionadas en el capítulo anterior.

Dicha frecuencia se define en días, semanas, meses, años, revoluciones por minuto, kilómetros, espesor de desgaste, nivel de corrosión o según le convenga al usuario. Los equipos médicos optan por una frecuencia de modo calendario, ya que ninguno de estos posee un horómetro o un contador.

La información de la frecuencia con la que se va a ejecutar las tareas de mantenimiento se muestra la tabla 3-31.

Tabla 3-31: Frecuencia del Monitor de signos vitales .

SISTEMA	FRECUENCIA	TAREA
MONITOR DE SIGNOS VITALES	Trimestral	Inspección Visual del Equipo (carcasa, cable de poder, cables ECG, sensor SPO2, pantalla, teclado panel frontal).
	Trimestral	Auto test del equipo según manual.
	Trimestral	Control y verificación del Setup del equipo.
	Trimestral	Pruebas de funcionamiento con batería de respaldo y accesorios.
	Trimestral	Pruebas de funcionamiento con la toma de la pared AC.
	Trimestral	Control de la señal (amplitud, frecuencia, derivaciones).
	Trimestral	Operación de la señal de presión (auto cero y medición).
	Trimestral	Chequeo de Activación de alarmas

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Las rutinas son un conjunto de tareas, las cuales se agrupan en función de una frecuencia con la que se va a ejecutar. Se detallan en la Figura 3-4 las rutinas de mantenimiento, mismas que fueron agrupadas en función de las semanas.

Figura 3-3: Rutinas de Mantenimiento

CODIGO	DESCRIPCION
1	RUTINA CICLICA DE 26 SEMANAS DE INSPECCIONES DE LA INFRA
2	RUTINA DE INSPECCIONES DE 28 SEMANAS EQUIPOS DE SEGURIDAD
3	Mantenimiento de 52 semanas de equipo médico
4	RUTINA CICLICA DE 26 SEMANAS INSPECCIONES ELÉCTRICAS
5	RUTINA DE SERVICIO 48 SEMANAS DE ASENSORES
6	Rutinas de trabajos de Mito para Asensor
7	RUTINA CICLICA DE INSPECCIÓN EQUIPOS DE SEGURIDAD
8	Mantenimiento de 2 semanas de equipo médico
9	Mantenimiento de 4 semanas de equipo médico
10	Mantenimiento de 8 semanas de equipo médico
11	Mantenimiento de 16 semanas de equipo médico
12	Mantenimiento de 24 semanas de equipo medico
13	Mantenimiento de 26 semanas de equipo medico
15	RUTINA TRIMESTRAL DE LAVADORAS
16	RUTINA TRIMESTRAL DE SECADORAS
17	Rutina trimestral de Planchadoras

Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

3.3.7 *Determinación de los recursos de las tareas de mantenimiento.* Para determinar los recursos que requiere para cada tarea se diseñó un formato en donde se incluye parámetros como son:

- Repuestos y materiales que se requieren por tareas (incluye código, descripción, unidad y cantidad).
- Herramientas y equipos por tarea tareas (incluye código, descripción, unidad y cantidad).
- Tiempo de parada del servicio
- Mano de obra (incluye, especialista, cantidad y total de horas hombre).

En la tabla 3-32, se muestra un resumen de aquel análisis, para mayor detalle (Ver ANEXO J) donde se adjunta la información de todos los equipos en estudio.

3.3.8 *Procedimiento de las tareas de mantenimiento.*

Procedimiento de monitor ECG

Figura 3-4: Monitor Multiparámetro



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Inspección física general

1. Inspeccione el exterior del equipo para detectar roturas o piezas faltantes.
2. Inspeccione el cable de alimentación, los protectores y enchufe/s para verificar que no están dañados.
3. Inspeccione el cable paciente y los conectores para comprobar que los mecanismos mecánicos y eléctricos no están dañados.
4. Inspeccione el interior para detectar signos de corrosión o piezas faltantes.

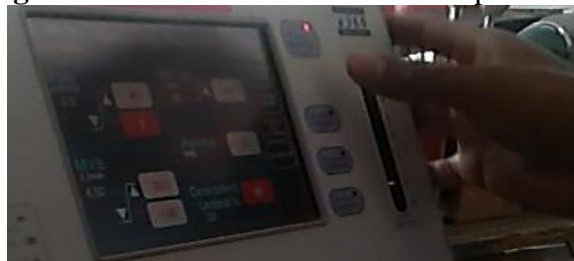
Tabla 3-32: Recursos para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Equipo	Código tarea	Descripción de la tarea de mantenimiento preventivo	Repuestos y materiales por tarea			Herramientas y equipos por tarea (obligatorio)			Tiempo de parada	Tiempos	
			Descripción	Unidad	Cantidad	Descripción	Unidad	Cantidad		Especialista	Total, hrs /h
MONITOR MULTIPARÁMETROS	B1	Prueba inicial de funcionamiento del monitor							4 horas	Ingeniero biomédico	10 min
	B2	Inspección visual del equipo (carcasa, cable de poder, cables de ECG, sensor spo2, pantalla, teclado panel frontal)								Ingeniero biomédico	15 min
	B3	Autotest del equipo según el manual								Ingeniero biomédico	5 min
	B3	Control y verificación del set up del equipo								Ingeniero biomédico	15 min
	B4	Pruebas de funcionamiento con la batería de respaldo y accesorios	Batería	Unidad	1	Multímetro	Unidad	1		Ingeniero biomédico	20 min
						Destornillado plano y estrella	Unidad	2			
	B5	Pruebas de funcionamiento con la toma de pared ac				Multímetro	Unidad	1		Ingeniero biomédico	5 min
	B6	Chequeo de activación de alarmas								Ingeniero biomédico	15 min
	B7	Verificación del reset de alarmas								Ingeniero biomédico	15 min
	C1	Control de la señal de ECG (amplitud, frecuencia, derivaciones)								Ingeniero biomédico	20 min
	C2	Operación de la señal de presión (auto cero y medición)								Ingeniero biomédico	20 min
	D1	Control y ajuste de los límites superiores e inferiores								Ingeniero biomédico	20 min
	D2	Limpieza de accesorios (spo2, ECG, temperatura)	20w40	MI		Destornillador estrella y plano	Unidad	2		Ingeniero biomédico	30 min
Franela			M	1	Juego de llaves hexagonales	Unidad	1				
E1	Cambio de cables ECG y temperatura							Ingeniero biomédico	10 min		

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Prueba de electrocardiografía a monitor

Figura 3-5: Prueba de Monitor Multiparámetro



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Encienda el panel electrónico y seleccione la función para simulación ECG contiguo con la frecuencia cardíaca de trabajo y sus derivaciones.
2. Enganche los conectores del cable ECG del monitor con los conectores del simulador para permitirse manipular las frecuencias cardíacas de trabajo.

3. Verifique la correcta amplitud de barrido, la linealidad, la centralidad, la velocidad y el espaciado vertical.
4. Verifique la amplificación de la respuesta en frecuencia y el rechazo en modo común.
5. Revise el brillo y la nitidez del trazado.

Prueba funcional del sensor SPO2 (Sensor de Pulsioximetría)

1. Conecte el sensor infrarrojo de oximetría para visualizar en la pantalla la respuesta del SpO2.
2. Con un sensor de SpO2 alternativo comprobar lo datos, proceda a desconectar el sensor original del monitor y conectar el alternativo.
3. Verifique el funcionamiento de la unidad en todas las modalidades y los datos entregados en la primera prueba con los datos del sensor alternativo.
4. Terminada la prueba retorne a la conexión original del sensor con el equipo, verificando que la conexión esté correcta.

Prueba sensor de temperatura

1. Con la ayuda de un instrumento de medición de temperatura como un termómetro digital o análogo, se procede a la prueba.
2. Mida la misma temperatura con el sensor de piel del monitor y el termómetro.
3. Verifique las lecturas entregadas por el termómetro y el sensor de temperatura para su comparación, debe existir un error de $\pm 2\%$ de diferencia.

Prueba de carga de la batería

Figura 3-6: Prueba de la batería



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Desconecte el monitor de la red eléctrica y pruebe que el indicador de carga se encuentre al cien por ciento.
2. Durante un lapso de 30 minutos compruebe el comportamiento de la carga y descarga de la batería.
3. Revise el estado físico de la batería, como presencia de quemaduras o fisuras.
4. Si presenta anomalías físicas o descarga inmediata, proceder a su reemplazo.

Prueba de alarma y niveles de sonido

1. Seleccione un módulo de monitorización para constatar los niveles actuales configurados.
2. Existen diferentes niveles de alarma, los cuales dependen del área, ambiente de trabajo y la edad del paciente.
3. Seleccione un límite de alarma y probar que las señales audibles generadas por el monitor están correctas.
4. Configure la alarma en el panel del monitor de ser necesario.
5. Realice estas acciones dependiendo del tipo de monitor y su uso.

Limpieza integral del equipo

Figura 3-7: Limpieza del equipo



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Realice la limpieza de las superficies externas como la pantalla, botones de mando y control con un aspirador.
2. Limpie los cables de paciente y sensores, sin dejar residuos líquidos o superficies húmedas.
3. Limpie las mangueras y brazaletes de presión arterial, se recomienda utilizar alcohol glicerinado.

4. Apague la unidad, abra la cubierta accesible al usuario y compruebe la integridad del interior.
5. Inspeccione el interior para detectar signos de corrosión o piezas faltantes.
6. Limpie los componentes internos como la tarjeta electrónica y contactos eléctricos, con un aspirador o con aire comprimido y los elementos electrónicos con limpiadores de circuitos.
7. Cierre la cubierta accesible al usuario.

Procedimiento de la bomba de succión

Figura 3-8: Bomba de succión



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Revisión general del equipo

1. Examine las condiciones físicas y ambientales en las que se encuentra el equipo, observando que no exista presencia de fluidos o humedad.
2. Si se cuenta con un conmutador de pie, revise cualquier anomalía o tendencia quedarse enclavado en posición ON.
3. Examine las mangueras, tubos y conexiones eléctricas no presenten quemaduras o desgaste.
4. Revise los filtros, corroborando que no exista presencia de residuos líquidos, corrosivos, partículas sólidas.
5. Inspeccione que el equipo está montado fijamente y compruebe que las ruedas giren libremente.

6. Inspeccione el cable de alimentación, los protectores y enchufe/s para verificar que no están dañados.
7. Corrobore que el equipo no tenga fugas de succión de aire en mangueras, tubos, acoples.

Calibración de niveles de succión

Figura 3-9: Calibración de la bomba de succión



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Conecte el equipo a una red eléctrica de AC y prenda para la verificación de su funcionamiento.
2. Tape el final del tubo de conexión al paciente y calibre la succión deseada, al girar en sentido horario la succión se incrementa y al girar en sentido anti-horario la succión disminuye.
3. Observe en el vacuómetro los niveles de succión a preestablecer.
4. Cuando se necesite adicionar mangueras o tubos, compruebe el nivel de presión negativa sea constante, al no ser así existe la presencia de fugas entre las conexiones.
5. No cubra por tiempo excesivo los aspiradores de flujo de aire, ya que ocasiona calentamiento de los componentes eléctricos.

Reemplazo del filtro hidrófobo

1. Desconecte el lado del tubo o manguera según corresponda a la conexión del filtro.
2. Extraiga de su compartimiento al filtro, de ser necesario desatornille.
3. Reemplace el filtro nuevo, verifique que tenga las mismas características y especificaciones del filtro viejo.

4. Acople nuevamente el tubo o la manguera y verifique que se encuentre correctamente acoplada.
5. Realice una prueba de funcional para corroborar que los niveles de succión han mejorado.

Limpieza exterior del equipo

1. Apague la unidad, verifique que el interruptor esté en posición off y desconecte de la red eléctrica.
2. Limpie las superficies y sus accesorios con un paño suave y humedecido con una solución limpiadora acorde al equipo.
3. Limpie con cuidado las impurezas acumuladas en el filtro hidrófobo.
4. Limpie los componentes internos y externos con un aspirador o con aire comprimido.
5. Inspeccione los componentes eléctricos para buscar señales de calentamiento excesivo o deterioro.
6. Realice pruebas de funcionamiento de las baterías.
7. Verifique la calibración de la presión.
8. Realice la prueba automática de estrangulamiento.
9. Compruebe que todos los botones, controles, pantallas y/o indicadores funcionen correctamente.
10. Verifique el funcionamiento de la unidad en todas las modalidades

Procedimiento de cama eléctrica

Figura 3-10: Cama eléctrica



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Inspección física

Figura 3-11: Inspección física cama eléctrica



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Verifique el estado físico de los componentes de la cama eléctrica, no deben presentar golpes, rayones y sus piezas estar en su lugar y ajustadas.
2. Examine la toma de corriente AC, cables de red eléctrica y clavija no se encuentren deteriorados y corrobore que se encuentren conectados firmemente.
3. Verifique que los conectores del motor se ajusten apropiadamente a la caja de control y esté en buena condición física.
4. Observe que las cubiertas plásticas y las plataformas de la cama estén en perfecto estado físico.

Pruebas eléctricas y mecánicas

Figura 3-12: Prueba eléctrica y mecánica de la cama eléctrica



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Verifique los pernos que no presenten desgaste o estén flojos y el buen estado de los ensambles mecánicos.
2. Compruebe que la pantalla display, los indicadores y los botones enciendan y trabajen correctamente.
3. Realice pruebas con el control manual, ejecute movimientos hacia arriba y hacia abajo.
4. Corrobore el estado de las barandillas laterales realizando movimientos y lubrique los ejes de giro.

5. Realice un leve desplazamiento de la cama para comprobar el estado de las ruedas y el funcionamiento de los frenos individuales.

Limpieza general

1. Apague los módulos eléctricos y desconecte la cama de la red eléctrica.
2. Evite que se filtre líquidos al motor, use un paño suave y ligeramente humedecido para limpiar la carcasa.
3. Limpie el módulo de control manual y el módulo de la cama eléctrica.
4. Limpie los ejes de giro de las ruedas, es importante que estén libres de material acumulado.

Procedimiento del Ventilador Mecánico

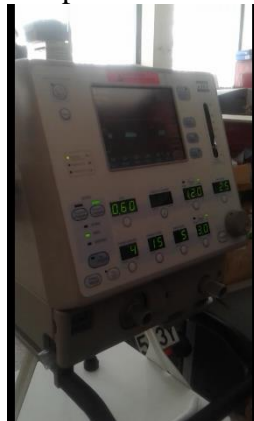
Figura 3-113: Ventilador mecánico



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Inspección general

Figura 3-14: Inspección ventilador mecánico

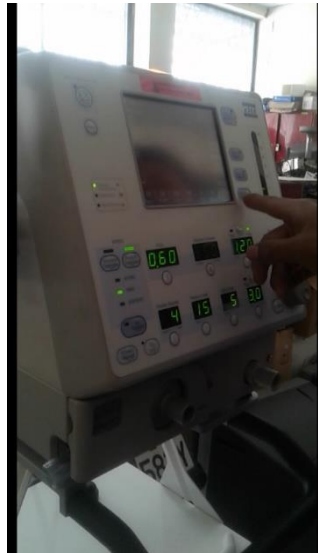


Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018
Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Verifique el suministro de gases aire/oxígeno (la entrada debe estar entre 30 y 80 PSI preferentemente iguales a 50 PSI)
2. Verifique la colocación y estado adecuados del diafragma y cuerpo de exhalación.
3. Instalar humidificador con accesorios (cámara, sensor de temperatura y conectores adaptadores).
4. Encender equipo con perilla de control de modo y ejecutar pruebas seleccionando “Modo A/C” (verificando el encendido de todos los indicadores)

Calibración del equipo

Figura 3-15: Calibración ventilador mecánico



Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

1. Programar el equipo con los siguientes parámetros de prueba:
 - Modo ventilatorio: A/C
 - Flujo base: 5 LPM
 - Flujo inspiratorio: 10 LPM
 - Presión inspiratoria al valor máximo: 40 cmH₂O
 - PEEP con un valor de: 0 cmH₂O
 - Frecuencia respiratoria de: 30 rpm
 - Tiempo inspiratorio de: 1 seg.
 - Fracción inspirada de oxígeno (FiO₂): 60%
 - Alarma de baja presión inspiratoria: 35 cmH₂O

- Alarma de alta presión inspiratoria: 45 cmH₂O
 - Alarma de bajo PEEP: -3 cmH₂O
2. Con la programación anterior, verificar que el equipo despliegue los siguientes valores:
- Presión inspiratoria pico máxima: se observa en el manómetro de aguja (40 cmH₂O). Tiempo exhalatorio de: 1 seg
 - Relación I:E: 1:1
 - Presión medida: entre 18 y 20 cmH₂O
 - Frecuencia respiratoria: 30 rpm

Prueba de funcionamiento eléctrico

1. Conecte el equipo de seguridad eléctrica y medir:
- La tensión de red
 - Potencia
 - Corriente de fuga a tierra
 - Condición de línea de alimentación abierta
 - Corriente de fuga al chasis
 - Línea de tierra abierta
 - Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra
2. Deje ciclando ventilador de 20 a 30 minutos para confirmar su buen funcionamiento.

3.4 Capacitación

La capacitación realizada al personal seleccionado del Hospital General Riobamba – IESS inicio con una breve introducción de los conceptos de mantenimiento y los tipos de mantenimiento.

Exponiendo el trabajo realizado se indicó la metodología que fue aplicada para la obtención del plan de mantenimiento como es el RCM Abreviado y los puntos analizados para la obtención del plan de manera resumida; tales como:

- Inventario y codificación de los equipos

- Fichas técnicas
- Análisis de criticidad
- Modos de fallo y clasificación de las consecuencias
- Tareas de mantenimiento
- Frecuencias de mantenimiento

Con el fin de facilitar y hacer más comprensible el uso del software SisMAC la capacitación se distribuyó en módulos tales como:

- Iniciación del software SisMAC
- Detalle general del software
- Ingreso de información (Codificación)
- Programación de tareas y frecuencias
- Fichas técnicas
- Programación de rutinas de mantenimiento
- Emisión, ejecución y cierre de órdenes de trabajo correctivas.
- Emisión ejecución y cierre de órdenes de trabajo preventivas.
- Emisión ejecución y cierre de órdenes de trabajo externas.
- Emisión ejecución y cierre de órdenes de requisición de materiales.

La instrucción del software SisMAC, incluye las pantallas de inicio y las claves de acceso que tiene cada uno de los participantes que van a hacer uso del software, demostrando que esta herramienta trabaja con conexión a internet puesto que el servidor está en la nube.

En la tabla 3-33 y en el ANEXO K se muestra al personal que se encuentra a cargo de cada área y fue capacitado en el tema de Emisión ejecución y cierre de solicitudes de trabajo con la finalidad de realizar un trabajo eficaz, además se indicó las funciones que desempeñan estos en la ejecución correcta de sus papeles para llevar adelante este proyecto, también se indicó a detalle cómo generar una solicitud de trabajo.

Asimismo, a las personas que colaboran en el departamento de mantenimiento se les creó un usuario para que pueda acceder a la plataforma de SisMAC, posterior a ello se capacitó al personal en función a los módulos citados.

Tabla 3-33: Personal del Hospital General Riobamba

CAPACITACIÓN			
TEMAS:			
<ul style="list-style-type: none">• SisMAC (Sistema de mantenimiento asistido por computador)• Generación de Solicitud de trabajo			
ÍTEM	NOMBRE Y APELLIDO	ÁREA DE:	FECHA DE CAPACITACIÓN
1	Alicia Pinto	Clínica	11/10/2018
2	María Paguay	Esterilización	12/10/2018
3	Juan Carlos Trigiño	Rayos X	15/10/2018
4	Dolores Casco	Colposcopia	16/10/2018
5	Mirella Betancourt	Emergencia	16/10/2018
6	Alejandra Villacís	Pisos Administrativos	31/10/2018
7	Alejandro Chiluiza	Jefe de departamento de mantenimiento	31/10/2018

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DE GMAO

Actualmente el Hospital del IESS-Riobamba no cuenta con un software para realizar la gestión de mantenimiento en el cual se lleve un control de la información referente a mantenimiento, razón por la cual se plantea la implementación del software de manteniendo SisMAC.

Antes de poder manejar el mencionado software se contó con una capacitación previa por parte de los integrantes del proyecto con el fin de utilizar esta herramienta de una manera apropiada.

4.1 Sistema de mantenimiento asistido por computadora

Históricamente se pensaba que mantenimiento Solo consista en reparar equipos cuando estos fallaban, actualmente esa idea es obsoleta.

En nuestros días se utilizan herramientas para llevar una gestión de mantenimiento organizada, utilizando nuevas tecnologías como el caso de software de mantenimiento que se ha transformado en un campo especializado.

SisMAC es un software eficiente diseñado para generar una mejora continua, permitiendo incrementar la producción, optimizar recursos, mejorar la utilización de mano de obra y la calidad en general y en específico controlar las actividades de mantenimiento que se deben realizar en los diversos equipos que se ingresen a este software.

Éste puede administrar toda la gestión de mantenimiento de una empresa o institución y llegar a convertirse en una herramienta de trabajo irremplazable para la gerencia, jefaturas y usuarios claves de mantenimiento, ya que fue creado para ayudar a optimizar el mantenimiento en general. (C&V Ingeniería, 2016).

Entre las diversas actividades que se pueda gestionar y controlar se tienen: inventarios,

datos, interfaz gráfica, documentación técnica, banco configurable y predefinido de tareas de mantenimiento tales como órdenes de trabajo solicitudes de trabajo planificaciones, costeos, seguimiento de órdenes de trabajo, programación y control de contadores, personal técnico, reportes, índices de mantenimiento, seguridad, etc. (C&V Ingeniería, 2016)

4.2 Iniciación de SisMAC

Para acceder a la plataforma de SisMAC es necesario tener disponible un computador con conexión a internet e ingresar a la página web cloud.sismac.net, la cual nos proyecta la página principal solicitándonos una identidad de usuario y una contraseña establecida previamente.

Figura 4-1: Iniciación Sismac

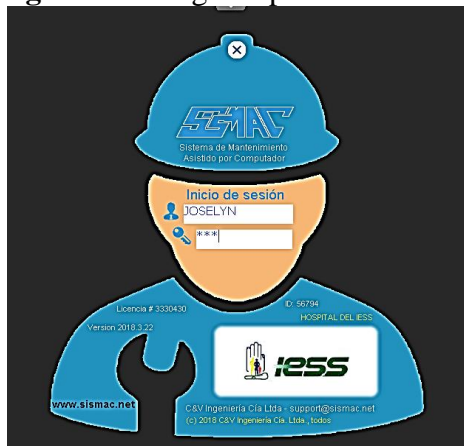


Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Posterior al ingreso tenemos que acceder nuevamente con el usuario y la contraseña para proceder a programar en el software.

Figura 4-2: Ingreso plataforma IESS



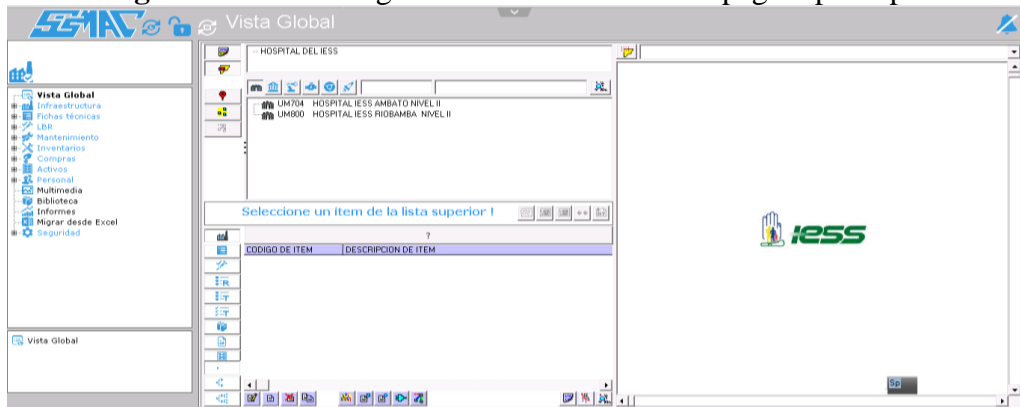
Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

4.3 Detalle general del software SisMAC

Al ingresar ya en el software se encuentra una ventana que presenta un menú principal y una vista general, es así como se observa en el lado izquierdo un panel del menú, al lado derecho se encuentra una identificación del hospital del IESS de Riobamba, mientras que en la parte central se logra visualizar los niveles jerárquicos.

Figura 4-3: Detalle general Software SisMAC página principal



Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Este software en la parte inferior nos oferta diferentes funciones las cuales se menciona a continuación:

- Inventario técnico
- Fichas técnicas
- Lista base de recambios
- Rutinas de mantenimiento asignadas
- Tareas de mantenimiento asignadas y ejecutadas
- Documentación técnica

También se puede encontrar íconos básicos los cuales son para la programación del software, los mismos que se enumeran a continuación los más utilizados:

- Editar
- Nuevo
- Eliminar
- Copiar
- Referencias gráficas, etc.

4.4 Ingreso de información al software SisMAC.

Es indispensable un inventario de las áreas del Hospital del IESS de Riobamba de todos los activos a mantener, así también para realizar una verificación del mantenimiento que se brinda a los equipos con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos.

Para tener un inventario ordenado se debe establecer parámetros de acuerdo con los niveles jerárquicos establecidos, siendo necesario detallar mínimo hasta el cuarto nivel de los seis niveles que presenta el software.

Tabla 4-1: Niveles de Inventario.

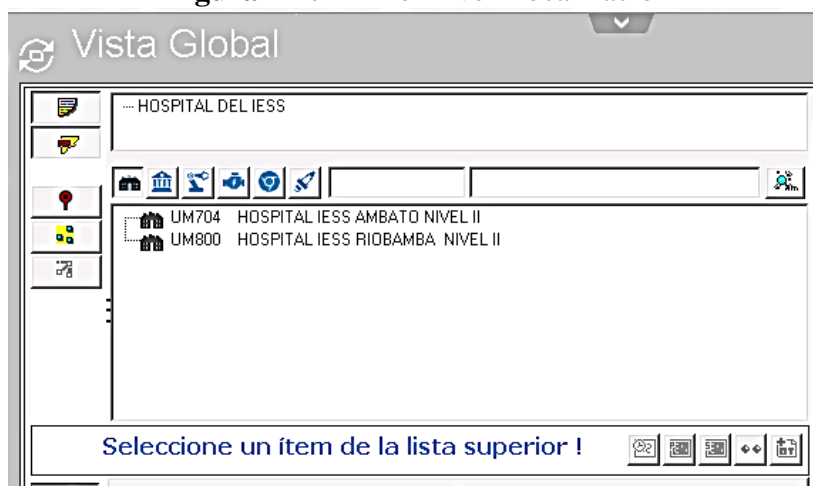
NIVEL	SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Primer nivel		Localización	Hospital
Segundo nivel		Áreas	Áreas del hospital
Tercer nivel		Máquina / sistema	Máquina
Cuarto nivel		Equipos	Partes de la máquina
Quinto nivel		Componentes	Partes del equipo
Sexto nivel		Elementos	Partes de un componente

Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

4.4.1 *Primer nivel “Localización”*. Hace referencia a la instalación en general en nuestro caso de estudio es el Hospital General IESS de Riobamba.

Figura 4-4: Primer nivel-Localización



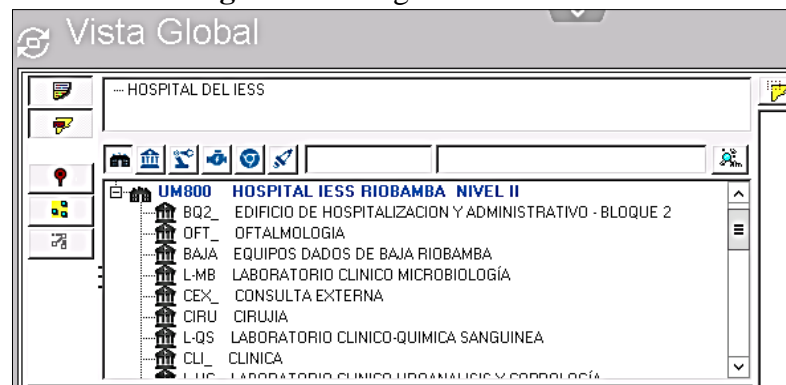
Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

4.4.2 Segundo nivel “Área”. En el segundo nivel podemos encontrar ya nuestras áreas de estudio que se mencionan a continuación:

- Emergencia
- Clínica
- Colposcopia
- Esterilización
- Imagenología

Figura 4-5: Segundo nivel-Área



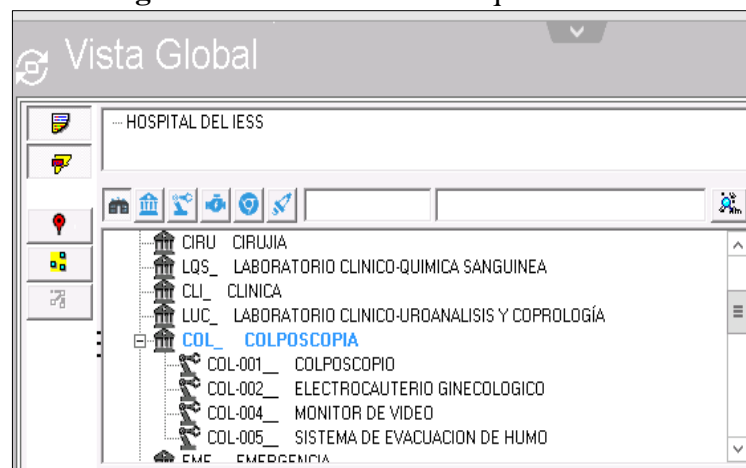
Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

4.4.3 Tercer nivel “Máquina /Sistema”. En este nivel encontramos los sistemas los cuales están conformados por un conjunto de equipos los cuales pueden ser mecánicos, eléctricos, hospitalarios, entre otros.

Visualizamos los sistemas que se encuentran en cada área ya antes mencionadas.

Figura 4-6: Tercer nivel-Máquina/Sistema



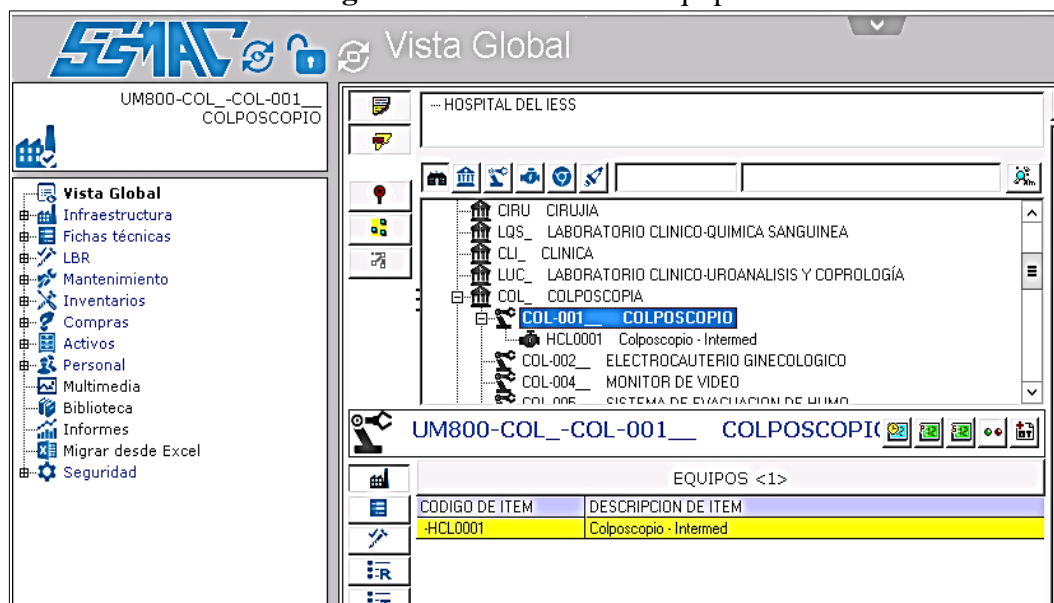
Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

4.4.4 *Cuarto nivel “Equipos”*. Este nivel se crea en función de las familias de las máquinas o sistemas ingresados al software anteriormente; en nuestro caso tenemos la familia “Hospitalario”. También es de vital importancia ya que se debe establecer tareas de mantenimiento por cada equipo que conste en el inventario.

La codificación de este nivel lo crea SisMAC automáticamente de acuerdo con la familia a la que pertenece.

Figura 4-7: Cuarto nivel-Equipos



Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Como ya se realizó la codificación y los inventarios en el anterior capítulo, los datos se migra dese Excel para llenar los campos y lo nieles de las máquinas y equipos médicos, facilitando el tipeado de la información de estos.

4.5 Programación de las tareas de mantenimiento y frecuencia.

4.5.1 *Tareas de mantenimiento*. Posterior a realizar el ingreso de los equipos se procede a la programación de las tareas de la siguiente manera:

- Ya ubicados en el equipo se da un click en el parámetro “Tareas de mantenimiento asignadas”.
- Se elige por un tipo de tarea de mantenimiento a ejecutar especificadas en la tabla siguiente.

Tabla 4-2: Tipos de tareas de mantenimiento

Tipos de tareas de mantenimiento	
A	Lubricación/Filtros
B	Inspecciones preventivas
C	Inspecciones predictivas
D	Trabajos preventivos
E	Reemplazos
F	Reparaciones
G	Mantenimiento automotriz

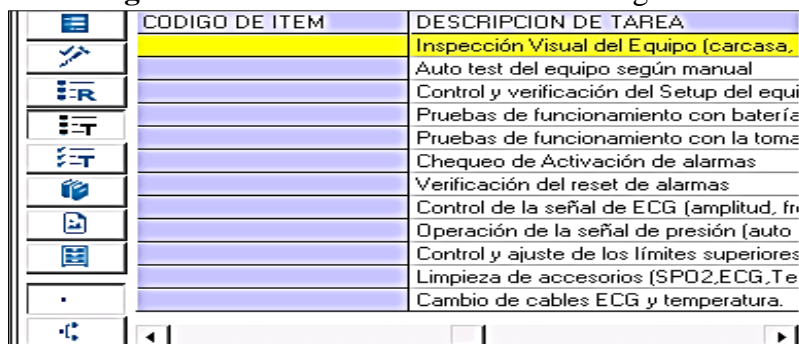
Fuente: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018.

Si no existe la tarea o tareas que se requiere se procede a agregarla aplicando el comando “Fin F2”.

Luego de crearla se agrega a nuestras tareas.

Figura 4-8: Tareas de mantenimiento asignadas



CODIGO DE ITEM	DESCRIPCION DE TAREA
	Inspección Visual del Equipo (carcasa, auto test del equipo según manual
	Control y verificación del Setup del equipo
	Pruebas de funcionamiento con batería
	Pruebas de funcionamiento con la toma
	Chequeo de Activación de alarmas
	Verificación del reset de alarmas
	Control de la señal de ECG (amplitud, frecuencia)
	Operación de la señal de presión (auto)
	Control y ajuste de los límites superiores
	Limpieza de accesorios (SPO2, ECG, Te)
	Cambio de cables ECG y temperatura.

Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Es recomendable asignar las tareas adecuadas que se vayan a ejecutar.

4.5.2 *Frecuencia.* Luego de asignar las tareas de mantenimiento es necesario estipular la frecuencia de cada una de ellas, para ello se continúa el procedimiento mencionado a continuación:

- Sobre la tarea se da un clic en el icono editar en el cual saldrá una ventana en la que se debe colocar la frecuencia con la que se ejecuta la tarea.
- Se ingresa también la última fecha de ejecución e inmediatamente al colocarnos en la fecha próxima y se obtendrá una fecha provisional de cuándo va a ejecutarse nuestro mantenimiento.

Se debe considerar también que la frecuencia depende del contexto operacional de las máquinas y equipos biomédicos de nuestro caso de estudio.

Figura 4-9: Ingreso de frecuencias

Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

Se debe considerar también que la frecuencia depende del contexto operacional de las máquinas y equipos biomédicos de nuestro caso de estudio.

4.6 Fichas técnicas

Dentro del parámetro de fichas técnicas constan las especificaciones técnicas de las máquinas. Las fichas técnicas realizadas en el anterior capítulo se introducen aquí, es decir, con el archivo de Excel se lo migra a la base de datos del software SisMAC e inmediatamente se llenan los parámetros en este.

Figura 4-10: Ficha Técnica.

Fuente: SisMAC.net.

Realizado: Hinojosa Joselyn, Chárig Kerly. 2018

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Previo a la realización del presente trabajo, se realizó el análisis de la situación de la gestión de mantenimiento del Hospital General Riobamba IESS con el uso de la metodología AHP, obteniendo un nivel de desempeño del 77,78% sobre el total de 100%, que corresponde aun un nivel cuasi satisfactorio indicando que se pueden mejorar la gestión.

Mediante la aplicación de la metodología RCM Abreviado, se realizó un análisis de criticidad en función de los estándares que presenta la OMS, analizando 236 equipos médicos, dentro de los cuales 23 son críticos, 46 son importantes y 167 son prescindibles. A los sistemas críticos se les asignó un modelo sistemático, a los sistemas importantes un modelo condicional y a los sistemas prescindibles el modelo básico, lo cual ayudará a mejorar la conservación de los equipos.

Se recopiló la información necesaria para la elaboración de las fichas técnicas de cada una de las máquinas y equipos médicos del hospital, las mismas que serán de ayuda fundamental para futuros requerimientos.

Se capacitó a los líderes de las cinco áreas de servicio, así como al jefe del departamento de mantenimiento del Hospital General IESS-Riobamba, con el fin continuar con el proceso de gestión.

5.2 Recomendaciones

Actualizar el inventario y la codificación de equipos cuando se ingrese una nueva máquina o equipo médico al Hospital General IESS-Riobamba.

Evitar el acceso de personas que no tengan conocimientos sobre el manejo del software para la gestión del mantenimiento, con el fin de impedir la incorrecta manipulación de

la información.

Se recomienda asignar un responsable para cada área que se encargue de la emisión de reportes de anomalías o el requerimiento del servicio de mantenimiento.

Es importante también unificar los códigos de los equipos en todo el hospital para llevar un manejo adecuado de la información.

Inspeccionar periódicamente el cumplimiento de las actividades de mantenimiento según el software SisMAC e instruir al personal nuevo sobre el manejo del software.

BIBLIOGRAFÍA

AZNAR, J. *Nuevos métodos de valoración: modelos multicriterios* [En línea]. Segunda edición. Valencia-España: Editorial Politécnica de Valencia, 2012. Consulta: [29-09-2018]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/19181/nuevos%20M%C3%89todos%20de%20dvaloraci%C3%93N%20-20modelos%20multicriterio.pdf?sequence=1>

BELAOCHAGA, M. *Mantenimiento industrial y Gestión de Activos*. [En línea] 2014. [Citado el: 29 de Agosto de 2018.] <http://www.mantenimiento4all.com/2012/09/basicos-de-mantenimiento-inventario-de.html>.

C&V INGENIERÍA, CIA LTDA. Sismac. [En línea] 2016. [Citado el: 05 de 05 de 2018.] www.sismac.net.

COVENIN 3049. *Mantenimiento definiciones*.

DURÁN, F. *Ánalysis de la Norma ISO 14224*. [En línea] 14 de Diciembre de 2010. [Citado el: 29 de Agosto de 2018.] <https://es.scribd.com/doc/45285559/ISO-14224>.

FRAILE, D. *Diseño, operación y mantenimiento de plantas de cogeneración*. s.l. : Díaz de Santos, 2008. pp.17-19.

GAMARRA, J. *Libro de Mantenimiento*. [En línea] 5 de Agosto de 2014. [Citado el: 28 de Agosto de 2018.] <https://es.slideshare.net/JorgeGamarraTolentino>.

GARCÍA, S. *Organización y gestión integral de mantenimiento* [En línea]. Madrid- España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. Consulta: [25-05-2018]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=PUovBdLioMC&dq=Organización+y+gestión+integral+de+mantenimiento,+Santiago+García+Garrido&hl=es&source=gbs_navlinks_s

GARCÍA, O. *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogota : Xpress Estudio Gráfico y Digital, 2012. pp. 114-125.

GOBERNACIÓN DE BOYACA. Mantenimiento hospitalario. [En línea] jueves de 27 Septiembre de 2012. [Citado el: domingo de mayo de 2018.] <http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/13-direcciones/oficina-de-planeacion/58-mantenimiento-hospitalario>.

GOMÉZ DE LÉON, F. *Tecnología del mantenimiento industrial*. Universidad de Murcia: Murcia, 1998. pp. 45-47.

GONZÁLEZ, F. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* . MADRID : FC EDITORIAL, 2005. ISBN 84-96169-49-9.

INGECON. Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad. <http://www.mantenimientomundial.com>. [En línea] 9 de 2012. [Citado el: 10 de 5 de 2018.] <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>.

INGEMAN. Mantenimiento mundial. [En línea] 9 de 2012. [Citado el: 10 de mayo de 2018.] <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>.

ISO 14224. *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*.

MÁRMOL, L. Mejoramiento de la capacidad instalada del hospital iess riobamba. Riobamba. pp. 67-69.

MARTOS, F; et al. *Gestion de la Funcion Administrativa Del Servicio Gallego de Salud*. Sevilla : MAD-Eduforma, 2006. pp. 1123-125.

MEDINA, J. Confiabilidad operativa y su implementación. <https://confiabilidadrcm.wordpress.com>. [En línea] 31 de 12 de 2016. [Citado el: 10 de 5 de 2018.] <https://confiabilidadrcm.wordpress.com/2016/12/31/capitulo-final-de-rcm-que-beneficios-se-logran-con-el-rcm-despues-de-su-implementacion-en-la-empresa-consideraciones-finales/>.

MOUBRAY, J. *Introducción al mantenimiento centrado en la confiabilidad.* Buenos Aires, Argentina - Madrid, España : Aladon Ltda, 2004. pp. 234-236.

MOYA, J. Bancos de prueba para el ensayo de transmisiones por engranajes. <https://www.researchgate.net>. [En línea] 2015. [Citado el: 12 de 10 de 2018.] https://www.researchgate.net/figure/Figura-19Sistema-planetario-simple-utilizado-para-imponer-el-torque-de-ensayo-30_fig13_282133415.

PAGUAY, W. Construcción de un simulador para el diagnóstico de modos de fallas en cojinetes planos mediante el análisis de vibraciones para la facultad de mecánica de la epoch:2018. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Mantenimiento. Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 1-2. Consulta: [08-03-2018]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/3693>

QUESADA, . *Desarrollo de un método de evaluación de la calidad del ambiente interior para el diseño de viviendas sustentables.* 2015.

SAATY, T. *The Analytic Hierarchy Process.* . s.l. : McGraw Hill New York. Reprinted by Pittsburgh: RWS Publications, 2000b., 1980.

SAE JA 1012. Estándar. *A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) standard.* Estados Unidos.

SAE JA 1011. *Internacional 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.* 1999.

SÁNCHEZ, B. Diseño de un plan de mantenimiento mediante metodología rcm. [En línea] 2016. [Citado el: 18 de 07 de 2018.] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30282/fichero/Dise%C3%B1o+de+un+plan+de+mantenimiento+mediante+metodolog%C3%ADa+RCM+para+una+l%C3%ADnea+de+valorizaci%C3%B3n+de+PEB.pdf>.

TROFFÉ, M. Análisis ISO 14224 /Oreda. *http://www.mantenimientomundial.com*. [En línea] 2016. [Citado el: 10 de 5 de 2018.] <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/0605MarioTroffeISO14224.pdf>

UNE-EN 13306. *Mantenimiento-terminología del mantenimiento. Madrid, España: AENOR.*