



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
MÉDICOS DEL HOSPITAL IESS AMBATO DE:
IMAGENOLOGÍA, QUIRÓFANO Y UNIDAD DE
CUIDADOS INTENSIVOS, APLICANDO ESTÁNDARES DE
LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.”**

**PIÑALOZA HARO DIEGO FERNANDO
SÁNCHEZ CONDO DARÍO ALEJANDRO**

TRABAJO DE TITULACIÓN TIPO: PROPUESTAS TÉCNICA

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2019**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-02-07

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

DIEGO FERNANDO PIÑALOZA HARO

Titulado:

**“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL
HOSPITAL IESS AMBATO DE: IMAGENOLÓGÍA, QUIRÓFANO Y UNIDAD DE
CUIDADOS INTENSIVOS, 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

Ing. Alex Giovanni Tenicota García
ASESOR

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-07-31

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

DARÍO ALEJANDRO SÁNCHEZ CONDO

Titulado:

**“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL
HOSPITAL IESS AMBATO DE: IMAGENOLOGÍA, QUIRÓFANO Y UNIDAD DE
CUIDADOS INTENSIVOS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.”**

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Dr. Marco Antonio Haro Medina
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra
DIRECTOR

Ing. Alex Giovanni Tenicota García
ASESOR

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DIEGO FERNANDO PIÑALOZA HARO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL IESS AMBATO DE: IMAGENOLOGÍA, QUIRÓFANO Y UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.”

Fecha de Examinación: 2019-01-17

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			
Ing. Alex Giovanni Tenicota García ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**CERTIFICACIÓN DE EXAMINACIÓN DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DARÍO ALEJANDRO SÁNCHEZ CONDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL IESS AMBATO DE: IMAGENOLOGÍA, QUIRÓFANO Y UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.”

Fecha de Examinación: 2019-01-17

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			
Ing. Alex Giovanni Tenicota García ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Dr. Marco Antonio Haro Medina.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de titulación que se presenta es original y basado en las normas de la Organización Mundial de la Salud para la elaboración del plan de mantenimiento de los equipos médicos del hospital IESS Ambato y los resultados muestran la situación actual del mantenimiento. Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Diego Fernando Piñaloza Haro

Cédula de identidad: 180320903-8

Darío Alejandro Sánchez Condo

Cédula de identidad: 180376041-0

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Diego Fernando Piñaloza Haro y Darío Alejandro Sánchez Condo, 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 proviene de otra fuente están debidamente citadas y referenciadas.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Diego Fernando Piñaloza Haro

Cédula de identidad: 180320903-8

Darío Alejandro Sánchez Condo

Cédula de identidad: 180376041-0

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres Bethy Haro y Vicente Piñaloza quienes me regalaron una hermosa vida inculcándome el respeto, la humildad y la responsabilidad para formarme como persona, a mis hermanos Daniel y Antonio gracias por su apoyo moral e incondicional en la etapa universitaria para lograr superar un escalón más de la vida.

Diego Fernando Piñaloza Haro

El presente trabajo de titulación quiero dedicar a todas las personas que de una u otra forma han influenciado en el proceso de aprendizaje y superación continua en el que me encuentro.

Darío Alejandro Sánchez Condo

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios por guiar mí camino y regalarme momentos inolvidables con las personas que más estimo en este mundo padres, hermanos y familia. Agradezco a mis maestros de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH, los cuales me brindaron sus conocimientos para formarme en una vida profesional como Ingeniero de Mantenimiento, a mi amigo y compañero de tesis por su apoyo, esfuerzo y sacrificio de cada día para que el este trabajo sea un éxito, así mismo quiero expresar mi reconocimiento a los Ingenieros del Hospital General Ambato quienes abrieron sus puertas para realizar las prácticas pre-profesionales y a su vez desarrollar el trabajo de titulación en este centro de salud.

Diego Fernando Piñaloza Haro

Agradezco mi trabajo de titulación a mis padres por los consejos y apoyo incondicional con lo que he podido culminar tan importante objetivo, a mis maestros por el conocimiento y consejos impartidos, a mi compañero de tesis por la paciencia y el respeto, a mis amigos por todas las experiencias adquiridas, y al amor que siempre ha estado presente en mi vida.

Darío Alejandro Sánchez Condo

CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

Pág.

CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general:.....	5
1.3.2. <i>Objetivos específicos:</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Generalidades del mantenimiento	6
2.2. Concepto de mantenimiento:	6
2.3. Objetivos del mantenimiento.	6
2.4. Tipos de mantenimiento	7
2.5. Evaluación de la gestión del mantenimiento.....	8
2.5.1. Tipos de investigación utilizada para la auditoría.....	9
2.5.2. Fundamentos teóricos de auditoría.....	9
2.5.3. Descripción del proceso de auditoría	11
2.6. Equipo médico y contexto operacional:	15
2.7. Inventario.....	16
2.8. Niveles jerárquicos	18
2.9. Codificación	18
2.10. Ficha técnica	19
2.11. Análisis de criticidad.....	19
2.12. Modelos de mantenimiento.....	22
2.12.1. Selección del modelo de mantenimiento.....	23
2.13. MCC abreviado	26
2.14. Asignación de tareas según el modelo escogido.....	28
2.15. Frecuencias de mantenimiento.....	29

2.16.	Rutinas de mantenimiento.....	30
2.17.	Documentación técnica de mantenimiento	30
2.18.	Herramienta informática de GMAO.....	33
2.18.1.	La GMAO puede utilizarse para:	33
2.18.2.	Inducción para el manejo de sisMAC	34

CAPÍTULO III

3.	DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	39
3.1.	Evaluación de la gestión de mantenimiento.....	39
3.1.1.	Objetivos de la auditoría.	39
3.1.2.	Programa de auditoría	40
3.2.	Inventario.....	42
3.2.1.	Estatus operativo	48
3.3.	Niveles jerárquicos	49
3.4.	Codificación de inventario.....	50
3.5.	Ficha técnica	50
3.6.	Análisis de criticidad.....	51
3.7.	Designación del modelo de mantenimiento.....	53
3.8.	Asignación de tareas de mantenimiento.....	55
3.9.	Asignación de recursos a las tareas	55
3.10.	Frecuencias de intervenciones de equipos.....	58
3.11.	Software de Mantenimiento	62
3.11.1.	Pasos para la implementación del plan de mantenimiento en sisMAC:	62
3.11.2.	Capacitación al personal técnico	71
3.11.3.	Cronograma de mantenimiento	75

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO.....	77
4.1.	Resultados de la evaluación de la gestión de mantenimiento.....	77
4.2.	Resultados del plan de mantenimiento.....	78
4.3.	Resultados de la implementación del Software	78
4.3.1.	Rutas de intervenciones con sus respectivas sub rutas.....	79
	Conclusiones	82

Recomendaciones 82

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1: Formato de designación de preguntas para cada factor clave	13
Tabla 2-2: Valoración de respuestas para la auditoría.....	14
Tabla 2-3: Datos del inventario	17
Tabla 2-2: Asignación de tareas y recursos	29
Tabla 2-5: Rutinas y sub rutas	31
Tabla 3-1: Conteo de encuestados	41
Tabla 3-2: Promedios.....	41
Tabla 3-3: Índice de conformidad.....	42
Tabla 3-4: Valores de referencia.....	42
Tabla 3-5: Encuesta	43
Tabla 4-1: Cronograma de sub rutas.....	79

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1: Tipos de mantenimiento	7
Figura 2-2: Diagrama de flujo del proceso para gestión de un programa de auditoría .	12
Figura 2-3: Código de equipo.....	19
Figura 2-4: Pantalla principal de sisMAC	34
Figura 2-5: Ventana de navegación	36
Figura 2-6: Sub-listado	36
Figura 2-7: Puntos de referencia gráfica	36
Figura 2-8: Ubicación geográfica.....	37
Figura 2-9: Ítems-inventario técnico	37
Figura 2-10: Fichas técnicas.....	37
Figura 2-11: Lista base de recambios.....	37
Figura 2-12: Rutinas de mantenimiento asignadas.....	38
Figura 2-13: Tareas de mantenimiento asignadas	38
Figura 2-14: Tareas de mantenimiento ejecutadas	38
Figura 2-15: Documentación técnica.....	38
Figura 2-16: Barra de edición.....	38
Figura 3-1: Nivel Jerárquico del HGA	49
Figura 3-2: Código de equipo.....	50
Figura 3-3: Ventana de creación de instalaciones	62
Figura 3-4: Ubicación para crear áreas.....	63
Figura 3-5: Nueva especialidad	63
Figura 3-6: Nuevo sistema.....	64
Figura 3-7: Selección de familia/tipo/clase/subclase	64
Figura 3-8: Ficha técnica de sisMAC.....	65
Figura 3-9: Asignación de tareas	66
Figura 3-10: Rutinas	67
Figura 3-11: Diseño de rutinas	67
Figura 3-12: Rutina cíclicas-rutas	68
Figura 3-13: Equipos existentes	68
Figura 3-14: Selección de equipos en la ruta.....	69

Figura 3-15: Rutinas cíclicas-programación	70
Figura 3-16: Asignación de rutinas	70
Figura 3-17: Listado de rutinas.....	71
Figura 3-18: Ventana de inicio de sisMAC.....	72
Figura 3-19: Ventana de usuario sisMAC	72
Figura 3-20: Solicitud de trabajo	74
Figura 3-21: Orden de trabajo	75

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 2-1: Flujograma de decisión del modelo de mantenimiento	24
Gráfico 3-1: Diagrama del estado o estatus operativo Imagenología.....	48
Gráfico 3-2: Diagrama del estado o estatus operativo Quirófano	48
Gráfico 3-3: Diagrama del estado operativo de Unidad de Cuidados Intensivos.....	49
Gráfico 3-4: Clasificación de equipos de Imagenología.....	53
Gráfico 3-5: Clasificación de equipos de Quirófano	53
Gráfico 3-6: Clasificación de equipos de UCI.....	53
Gráfico 3-7: Frecuencias de mantenimiento de Imagenología	61
Gráfico 3-8: Frecuencias de mantenimiento Quirófano	61
Gráfico 3-9: Frecuencias de mantenimiento UCI.....	61
Gráfico 4-1: Diagrama de radar, Cumplimiento de la gestión actual del HGA	77
Gráfico 4-2: Cuadro comparativo de gestión de mantenimiento.....	78
Gráfico 4-3: Conteo de sub rutas por mes	81

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Inventario de equipos médicos de Hospital General Ambato

Anexo B: Criticidad de equipos médicos

Anexo C: Selección del modelo de mantenimiento

Anexo D: Asignación de recursos

Anexo E: Frecuencias de mantenimiento

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
AMFE	Análisis de Modo de Falla y Efecto
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
GE	Gestión de Equipos
GMAO	Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador
GTS	Gestión de Tecnologías Sanitarias
HGA	Hospital General Ambato
MCC	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
OMS	Organización Mundial De La Salud
PM	Plan de Mantenimiento
SISMAC	Sistema de Mantenimiento Asistido por Ordenador
TEIN	Terapia Intensiva

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se diseña el plan de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS Ambato de las áreas de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos, aplicando estándares de la Organización Mundial de la Salud. Mediante una auditoría interna se pudo evaluar la situación actual de la gestión del mantenimiento en el área de Servicios Generales resultando que la institución de salud se encuentra en un nivel aceptable pero mejorable y destacando los puntos clave donde empezar la gestión de mantenimiento. El plan de mantenimiento está basado en directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estos documentos establecen una Introducción a la Gestión de Inventarios de Equipos Médicos, Introducción al Programa de Mantenimiento y un Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento, documentación con la cual se elaboró secuencialmente el inventario de equipos médicos de las áreas de estudio constando con su respectiva codificación y su verificación del estado operativo en el que se encuentra, se aplica una jerarquización de equipos utilizando los criterios de inclusión establecidos por la OMS para el cálculo de Gestión de Equipos (GE) dando como resultado la frecuencia de intervención, para la determinación de las tareas de mantenimiento se efectúa el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) para cada equipo. La información obtenida se implementa en un software de mantenimiento el cual automatiza la gestión. Como resultado final se muestra el cronograma planificado de sub rutas de intervenciones con los recursos necesarios ya sean estos económicos, humanos y materiales para el año 2019. Se recomienda al departamento de Servicios Generales considerar la información del plan de mantenimiento para la elaboración del plan general de todas las áreas del hospital, incluyendo instalaciones e infraestructura.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA TECNOLOGÍA>, <INVENTARIO>, <CRITICIDAD>, <FRECUENCIA DE INTERVENCIONES>, <ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLA>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <NOMBRE (SOFTWARE DE MANTENIMIENTO)>

ABSTRACT

Through the present project it is designed towards Ambato IESS medical maintenance equipment for Intensive Care Unit, Surgery Room and Medical imaging applying Health World Organization Standards through an internal audit that was evaluated the current situation about the maintenance on General Services Area resulting that health institution it is placed in an acceptable but improvable and highlighting the key points where to begin the maintenance management. Improvement plan is based in (OMS) World Health Organization, these documents establish a Management Introduction addressed towards the medical equipment inventories, Maintenance Program Introduction and its Maintenance Computerized System Management, documents which have been sequentially elaborated the medical equipment inventory from the study areas confirming with each corresponding coding and operative status, it is applied an equipment nesting, using the inclusion criteria established by OMS in order to get the Equipment Management Calculation (GE) giving as a result the intervention frequency in order to perform Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for each equipment. The gathered info it is implemented through planned maintenance software which automates the management. As a final result it is displayed a planned chronogram on interventions sub routes with the necessary resources could be those economical, human beings or material designed for year 2019. It is recommended for General Services Department to take into account the maintenance plan info to elaborate the general plan proposed for each areas of the hospital, including infrastructure and facilities.

KEY WORDS: <TECHNOLOGY SCIENCES AND ENGINEERING>, <INVENTORY>, <CRITICALITY>, <INTERVENTION FREQUENCY>, <FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS>, <MAINTENANCE PLAN>, <SISMAC (MAINTENANCE SOFTWARE)>

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto técnico tiene como propósito diseñar el plan de mantenimiento de equipos médicos del Hospital General Ambato (HGA), para las áreas de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos aplicando criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos documentos técnicos establecen una Introducción a la Gestión de Inventarios de Equipos Médicos, Introducción al Programa de Mantenimiento y un Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento.

En el primer capítulo se muestra un diagnóstico del problema del proyecto técnico, que se determinó mediante la recopilación de criterios del personal que labora dentro de la institución en el departamento de Servicios Generales, responsable del mantenimiento. Para ello se aplica una auditoría interna al personal del departamento de Servicios Generales (4 integrantes) del HGA. Dicha auditoría fue basada en directrices metodológicas de la (ISO 19011: 2012), con 18 preguntas cerradas seleccionadas de la obra de (GARCÍA GARRIDO, 2009), las cuales toman en cuenta de manera directa todos los factores claves establecidos en el documento técnico “Introducción a la Gestión de Inventario” (OMS 2012), tales como: Inventario, Metodología de gestión de mantenimiento y Recursos.

La colaboración fue total dentro de la institución de servicio de salud de modo que se describieron las principales debilidades en los factores analizados en la auditoría interna, que resumiéndolas denotaban como problema principal, la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Con el análisis del diagnóstico de la situación del departamento de Servicios Generales fueron planteadas las soluciones, mencionando los objetivos y metas a cumplir, para con el diseño del plan e inventario.

En el segundo capítulo se detalla el marco teórico referencial, que contempla los antecedentes, misión y visión del HGA, además consta de un marco conceptual donde se describe diversos conceptos y métodos utilizados en mantenimiento hospitalario, estos documentos son estandarizados por Santiago Garrido García 2009 para la auditoría de mantenimiento; basados en la OMS para la introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, y una inducción a la herramienta informática.

En el tercer capítulo se desarrolla el diseño de la investigación, que pertenece al detalle de los procedimientos específicos para la elaboración de la auditoría interna de la gestión actual de mantenimiento. Se realiza el inventario de equipos médicos de las áreas de estudio del HGA constando con su respectiva codificación y su verificación del estado operativo en el que se encuentra. Además se aplica una jerarquización a los equipos médicos con las tablas de criterios de inclusión establecidas por la OMS para el cálculo de Gestión de Equipos (GE), dando como resultado la frecuencia de intervenciones propia de cada equipo, Se realiza el AMEF tomando como referencia el MCC abreviado para la determinación de tareas de mantenimiento de cada equipo. De ese modo se pudo diseñar el plan de mantenimiento en el Software para la Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).

En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos de la auditoría interna aplicada a los jefes encargados del departamento de Servicios Generales, reflejando la situación actual en la que se encuentra la gestión de mantenimiento del HGA. Adicionalmente se describe el diseño de las rutas de intervenciones de actividades establecidas para los equipos médicos, la asignación de rutinas cíclicas y rutinas de servicio tomando en cuenta la posición física de cada equipo en su respectiva área.

En el quinto capítulo se describe las conclusiones que surgen de cada objetivo específico planteado y recomendaciones a seguir para aprovechar los aportes realizados en el proyecto técnico.

1.1. Antecedentes

En el HGA el departamento de Servicios Generales es el encargado de gestionar el mantenimiento de los equipos médicos de las diferentes áreas como Imagenología,

Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos. Se puede evidenciar una disminución en la disponibilidad de los equipos biomédicos, resultando un incremento en el riesgo a la salud de los pacientes.

La metodología utilizada para el mantenimiento de los equipos biomédicos del HGA es la tercerización de servicios de mantenimiento con las diferentes casas comerciales. Con la implementación de este proyecto técnico se puede lograr la automatización de la gestión del mantenimiento incluyendo intervenciones a los equipos, administración de recursos. Esta herramienta es una necesidad del hospital que permitirá facilitar la administración del mantenimiento.

El HGA se categoriza de segundo nivel en la actualidad, que brinda atención de salud a la zona central del país, de inicio atendió por muchos años en una edificación de estructura rústica, muy pequeña ubicada en el centro de la ciudad en la calle Cuenca y Montalvo, y desde su inauguración en el año 1938, en el terremoto de Ambato que se produjo el 5 de agosto de 1949 prestó atención a los pacientes no afiliados. Siempre atendió solamente consulta de primer nivel sin pensar que con el paso de los años esa tradición se quedaría muy arraigada en la población afiliada que hasta la fecha sigue con esa misma rutina de acudir a la única institución de atención de salud del IESS en el cantón Ambato; con el aumento cada vez mayor de la demanda de población afiliada dio lugar a que en el año de 1991 las autoridades institucionales decidieran la construcción de una nueva edificación y su traslado a un nuevo edificio, localizado en el sector de Atocha, de construcción vertical.

Después de terminada la edificación en 1996 el hospital es utilizado inicialmente solo la planta baja con el servicio de Consulta Externa y en 1999, mencionado hospital amplió al tercer piso con el servicio de Hospitalización. Para el año 2005 el hospital incorpora el 4to piso compartido con especialidades clínico quirúrgicas, en el año 2006 aparece la Unidad de Cuidados Intensivos con este modelo funciona hasta el primer trimestre del 2011. A partir del segundo trimestre del 2011 por encargo de las autoridades centrales y por gestión de las autoridades de ese momento consiguen la ampliación y equipamiento de la totalidad del edificio y nuevos servicios llegando a tener un número de 211 camas censo en funcionamiento los 7 pisos de la estructura con una ocupación promedio del 88 al 90 %. (GRANDA, 2014)

Misión.- “El Hospital IESS Ambato es una entidad de atención médica moderno organizado e innovador que se fundamenta en los principios de solidaridad, universalidad, equidad, eficiencia, ética que se encarga de prevención promoción y recuperación de la salud de los usuarios cuenta con un equipo multidisciplinario con gran capacidad y experiencia.” (GRANDA, 2014)

Visión.- “El hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Ambato se encuentra en una etapa de transformación, el plan estratégico que se está aplicando, sustentado en la Ley de Seguridad Social vigente y en la normativa del sistema nacional de salud la convertirá en un hospital de referencia de segundo nivel complejidad 4 moderna, técnica, con personal capacitado que atenderá con eficiencia, oportunidad y amabilidad a toda persona que solicite los servicios y prestaciones que ofrece.” (GRANDA, 2014)

1.2. Justificación

Es imprescindible en el sector hospitalario contar con equipos médicos con la mayor disponibilidad, éstos deben encontrarse en óptimas condiciones, con el fin de realizar su función requerida, basados en las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Según entrevista con el departamento de mantenimiento del HGA se resume que el principal problema es un plan de mantenimiento no definido, el cual debe contener procedimientos adecuados y lógicos para el desarrollo de la gestión de los recursos necesarios sean en actividades preventivas o correctivas. Para ello se propone el diseño del plan de mantenimiento ya que organizaciones en el sector hospitalario han obtenido como resultado la disminución de tiempos muertos, pérdidas económicas y su incremento en la calidad de atención. Realizado por: Autores D

El proyecto técnico se enfoca en las siguientes necesidades encontradas:

- Diseño y actualización del inventario con fichas técnicas
- Clasificación de los equipos de manera jerárquica y los recursos a priorizar
- Diseño de la planificación de actividades de mantenimiento por equipo o grupo de equipos
- Diseño del sistema de GMAO para el HGA

1.3. Objetivos

1.1.1. Objetivo general:

- Diseñar el plan de mantenimiento de equipos médicos del hospital IESS Ambato de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos, aplicando estándares de la organización mundial de la salud.

1. 1.3.2. Objetivos específicos:

- Diagnosticar la gestión actual del mantenimiento del departamento de Servicios Generales del Hospital General Ambato (HGA)
- Determinar el marco teórico referencial necesario en función a las diferentes normas de la OMS y documentos especializados para la elaboración del proyecto técnico.
- Elaborar la metodología para el plan de mantenimiento del HGA, basado en documentos técnicos y normas de la OMS.
- Detallar los resultados obtenidos del diseño del plan de mantenimiento para cada área de servicio en estudio.

CAPITULO II

2. MARCO REFERENCIAL

1.4.Generalidades del mantenimiento

En la actualidad el mantenimiento ha evolucionado en la forma de mantener sus activos físicos en óptimas condiciones, bajo estándares establecidos para ofrecer eficacia, eficiencia y disponibilidad a los usuarios, evitando afectar a la seguridad y al medio ambiente.

Las tecnologías sanitarias son esenciales para el funcionamiento de un sistema de salud. En particular, los dispositivos médicos son indispensables para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento de enfermedades, dolencias, y también para la rehabilitación de los pacientes. (OMS, 2012). Por lo citado anteriormente es necesario contar con definiciones estandarizadas que ayuden a identificar los pasos adecuados para el desarrollo del proyecto técnico.

1.5. Concepto de mantenimiento:

La norma define al mantenimiento como: “Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida.” (UNE-EN13306, 2011). Por lo dicho anteriormente es necesario describir objetivos del mantenimiento para definir metas a cumplir dentro de una organización.

1.6.Objetivos del mantenimiento.

La norma (UNE-EN 13306, 2011) redacta metas asignadas y aceptadas para las actividades de mantenimiento. Estas metas pueden incluir lo siguiente.

- Mantener la disponibilidad de los equipos en un rango aceptable
- Reducir de costes de mantenimiento
- Ofrecer calidad en el servicio prestado por los equipos médicos
- Mantener al equipo en óptimas condiciones y bajo estándares de protección del medio ambiente
- Proveer medidas de seguridad al personal de mantenimiento y a los usuarios, para operar al equipo de una manera segura
- Preservar y prolongar la vida útil de los equipos médicos

1.7. Tipos de mantenimiento

Al hablar de mantenimiento preventivo como de mantenimiento correctivo, se debe tomar en cuenta la diferencia que existe entre estos dos tipos; justificando así que el primero, busca prevenir los fallos; mas no así el segundo que actúa cuando el fallo ya se produjo. La norma (UNE-EN 13306, 2011) describe esta clasificación en la figura 2-1.

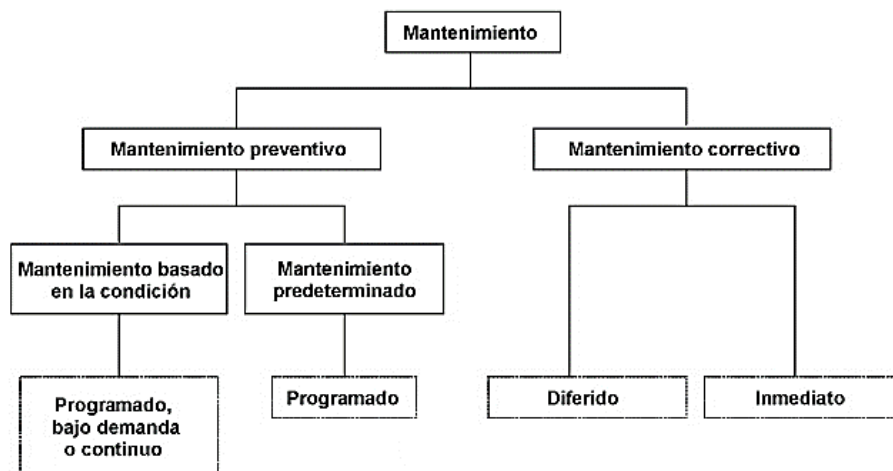


Figura 2-1 Tipos de mantenimiento
Fuente: (UNE-EN 13306, 2011)

Los diferentes tipos de mantenimiento según la norma (UNE-EN 13306, 2011) son descritos a continuación:

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

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

NOTA La monitorización de la condición y/o la inspección y/o los ensayos se pueden programar bajo demanda o de forma continua. (UNE-EN 13306, 2011)

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

Mantenimiento correctivo inmediato: Mantenimiento correctivo que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables. (UNE-EN 13306, 2011)

Mantenimiento correctivo diferido: Mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas. (UNE-EN 13306, 2011)

Mantenimiento in situ: Mantenimiento que se realiza en el lugar donde el elemento está instalado normalmente. (UNE-EN 13306, 2011)

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

NOTA En el caso de que se contraten externamente de forma completa todas las actividades de mantenimiento, esto se conoce como externalización completa del mantenimiento. (UNE-EN 13306, 2011)

1.8. Evaluación de la gestión del mantenimiento

Cuando se encuentra la necesidad de conocer en qué estado se encuentra o en qué nivel se cumple ciertos parámetros de los sistemas de gestión en una organización es la oportunidad para realizar una auditoría de gestión del mantenimiento, que sirve para verificar el estado de la gestión del proceso, el estado del mantenimiento de los equipos e instalaciones, ayuda a que los procedimientos sean entendidos y aplicados, e induce a trabajar sistemáticamente según métodos establecidos. (ISO 19011, 2011). Por lo que es necesario describir tipos de investigaciones y fundamentos teóricos establecidos para la auditoría interna

2.1.1. Tipos de investigación utilizada para la auditoría

Investigación no experimental:

“La investigación no experimental es también conocida como investigación *Ex Post Facto*, término que proviene del latín y significa después de ocurridos los hechos”. (ÁVILA BARAY, 2006)

Investigación cualitativa:

Actualmente la investigación cualitativa es utilizada para explorar la realidad de fenómenos sociales, teniendo como base las experiencias subjetivas de los objetos que se encuentran inmersos en un determinado contexto. (PORTILLA CHAVES, Melissa, 2014)

Investigación descriptiva:

Trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudio: encuesta, casos, exploratorios, casuales, de desarrollo, predictivos, de conjuntos, y de correlación. (GRAJALES G., 2000)

2.1.2. Fundamentos teóricos de auditoría

Auditoría

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría. (ISO 19011, 2011)

Las auditorías internas, denominadas en algunos casos como auditorías de primera parte, se realizan por, o en nombre de, la propia organización, para la revisión por la dirección y con otros fines internos (ej. para confirmar la efectividad del sistema de gestión o para obtener información para la mejora del sistema de gestión). (ISO 19011, 2011)

Auditoría de gestión de mantenimiento

En el momento en que la dirección de una empresa o el responsable del departamento se plantea si la gestión que se hace del mantenimiento es el adecuado, la respuesta puede ser si, no o regular. (GARCÍA GARRIDO, 2009 págs. 6-8)

La mejor solución suele ser realizar una Auditoría de Mantenimiento, comparando el departamento con un departamento modélico, ideal, y determinar qué hace falta para llegar a ser como el modelo. Es viable contratar esta Auditoría a una empresa externa, y tener la opinión de alguien externo a la empresa, pero también es posible prepararla desde dentro. (GARCÍA GARRIDO, 2009 págs. 6-8)

Auditado

Organización que está siendo auditada. (ISO 19011, 2011)

Equipo auditor

Uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría, con el apoyo, si es necesario, de expertos técnicos. (ISO 19011, 2011)

NOTA 1 A un auditor del equipo auditor se le designa como líder del mismo. (ISO 19011, 2011)

NOTA 2 El equipo auditor puede incluir auditores en formación. (ISO 19011, 2011)

Alcance del programa de auditoría

Extensión y límites de una auditoría. (ISO 19011, 2011)

NOTA El alcance de la auditoría incluye generalmente una descripción de las ubicaciones, las unidades de la organización, las actividades y los procesos, así como el período de tiempo cubierto.

2.1.3. Descripción del proceso de auditoría

Plan de auditoría

Descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría. (ISO 19011, 2011). Los procesos a seguir para la gestión de un programa de auditoría se describen en la figura 2-2.

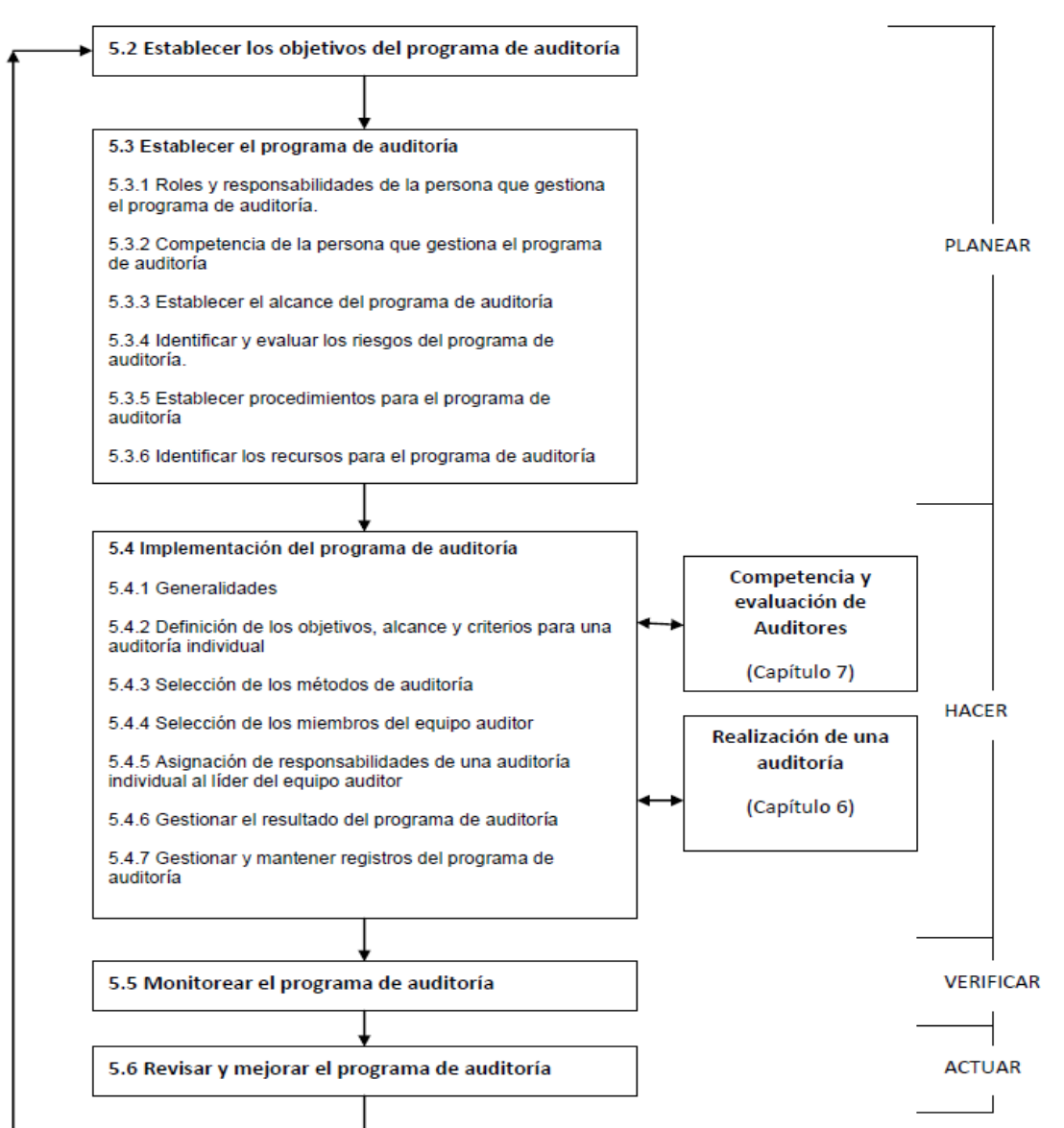


Figura 2-2 Diagrama de flujo del proceso para la gestión de un programa de auditoría
Fuente: (ISO 19011, 2011)

La recolección de información para evaluar la auditoría de gestión de mantenimiento se consideró realizarla mediante encuesta por entrevista, luego se efectúa el análisis estadístico de la información.

La encuesta

La investigación por encuesta es un método de colección de datos en los cuales se definen específicamente grupos de individuos que dan respuesta a un número de preguntas específicas (ÁVILA BARAY, 2006).

La instrumentación consiste en el diseño de un cuestionario basado en una serie de preguntas o de una cédula de entrevistas elaborados para medir opiniones sobre eventos o hechos específicos. (ÁVILA BARAY, 2006)

Criterios para la elaboración de la encuesta:

Grupo de políticas, procedimientos o requisitos usados como referencia y contra los cuales se compara la evidencia de auditoría (ISO 19011, 2011)

Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables. (ISO 19011, 2011)

La encuesta se divide en tres factores clave para la gestión de mantenimiento los cuales son: inventario, metodología de la gestión y recursos (OMS, 2012). Las preguntas relacionadas con cada factor fueron basadas en preguntas definidas en auditorías de gestión de mantenimiento (GARCÍA GARRIDO, 2009) y se describen en la tabla 2-1.

Luego de haber desarrollado el instrumento para la evaluación de la situación actual de la gestión del mantenimiento se procede a realizar la entrevista.

La entrevista:

Una entrevista es una pieza de la interacción social en la cual una persona responde a otra una serie de preguntas sobre un tópico específico, en si representa una interacción cara a cara entre dos o más personas. La entrevista representa una excelente técnica de recolección de la información. Las respuestas que se obtienen pueden ser registradas por medios electrónicos o por escrito. (ÁVILA BARAY, 2006)

Tabla 2-1 Formato de designación de preguntas para cada factor clave

FACTOR CLAVE	BASE DE PREGUNTAS
Inventario	¿Conoce todos los equipos que se encuentran en el HGA?
	¿Posee un inventario actualizado de los equipos del HGA?
	¿Poseen los equipos su respectiva ficha técnica?
	¿Conoce el funcionamiento de los equipos?

Metodología de gestión de mantenimiento	¿Posee un plan de mantenimiento preventivo?
	¿Posee frecuencias de mantenimiento preventivo?
	¿Poseen los equipos un check list de mantenimiento?
	¿Lleva registro de las intervenciones a los equipos?
	¿Se realiza tercerización de mantenimiento?
	¿El personal médico responsable de reportar los modos de fallo en los equipos conoce el procedimiento de generar las OT?
	¿Se tiene planificado la paralización de las actividades de mantenimiento para darles servicio técnico?
	Cuenta con una herramienta informática para la gestión de la información requerida en el mantenimiento.
Recursos	¿Cuenta con un espacio apropiado destinado para la ubicación de repuestos?
	¿Cuenta con un taller en el cual se puedan desempeñar tareas de mantenimiento correctivo?
	¿Posee stock de repuestos completo?
	¿Dispone de equipo necesario para realizar las actividades de mantenimiento?
	¿Dispone de recursos humanos suficientes para realizar la gestión de mantenimiento?
	¿Cuenta con capacitación continua del personal?

Fuente: (GARCÍA GARRIDO, 2009)

Realizado por: Autores

Seguimiento de la información:

Después de recopilar la información de las encuestas realizadas al encargado y a los técnicos de mantenimiento del área de Servicios Generales se procede a realizar el análisis estadístico para la obtención de los resultados tomando en cuenta el siguiente análisis de valoración:

Tabla 2-2 Valoración de respuestas para la auditoría

Valor	Definición
-------	------------

3	Si la respuesta a la cuestión planteada es muy favorable
2	Si la situación es mejorable aunque aceptable
1	Si la situación es desfavorable y se hace necesario un cambio
0	Si la respuesta es desalentadora o un auténtico desastre

Fuente: (GARCÍA GARRIDO, 2009)

Realizado por: Autores

La representación de los resultados se realiza mediante gráficos que faciliten la interpretación visual de la información analizada mediante diagramas de radar, donde muestre la comparación de un sistema de gestión ideal con el sistema de gestión actual del HGA.

Hallazgos de la auditoría

Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría. (ISO 19011, 2011)

NOTA 1 Los hallazgos de auditoría indican conformidad o no conformidad.

NOTA 2 Los hallazgos de auditoría pueden llevar a la identificación de oportunidades de mejora o al registro de mejores prácticas.

Conclusiones de la auditoría

Resultado de una auditoría, tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría. (ISO 19011, 2011)

1.9. Equipo médico y contexto operacional:

Para una organización hospitalaria es importante definir qué es un equipo médico y bajo qué estándares de funcionamiento debe operar.

Un equipo médico es un dispositivo que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con

accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso. (OMS, 2012)

El contexto operacional se define como “Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema” establecido por la norma (SAE-JA 1012, 2002).

1.10. Inventario

Un inventario es una relación detallada de los activos que posee una organización o institución. Para ser útil, un inventario debe mantenerse y actualizarse continuamente de modo que refleje la situación actual de cada activo. Según la naturaleza de la organización y de sus activos asociados, se controlan y actualizan diferentes datos cuando se producen cambios. El objetivo es disponer de un registro exacto y actualizado de todos los activos que posee la organización, en el que se refleje la situación actual en cada momento. En la gestión de tecnología sanitaria (GTS), un inventario es el primer instrumento, y el más importante, para lograr una serie de metas generales: (OMS, 2012)

- Un inventario de equipos médicos ofrece una evaluación técnica de la tecnología disponible, información sobre el tipo, la cantidad y su situación operativa actual. (OMS, 2012)
- El inventario proporciona la base para una gestión eficaz de los activos, facilitando la programación del mantenimiento preventivo y el seguimiento de las tareas de mantenimiento, reparaciones, alertas y órdenes de baja de equipos. (OMS, 2012)
- El inventario puede aportar información financiera para respaldar evaluaciones económicas y presupuestarias. (OMS, 2012)
- El inventario es la base imprescindible para organizar un departamento eficaz de GTS. En el marco general del inventario de equipos se crean, gestionan y mantienen elementos como historiales, manuales de uso y reparación, procedimientos e indicadores de análisis y aseguramiento de la calidad. Por otra parte, los inventarios de accesorios, material fungible y repuestos son vinculados directamente con el inventario principal de equipo médico. (OMS, 2012)

El departamento de ingeniería biomédica debe identificar y seleccionar los dispositivos que es preciso registrar en el inventario, y resolver cuáles de ellos se deben incluir en el programa de mantenimiento. La (OMS, 2012) ha confirmado que no es preciso incluir, inspeccionar o mantener todos los equipos.

De esta manera se evidencia en la siguiente tabla los requerimientos mínimos establecidos por la OMS para la elaboración de inventario.

Tabla 2-3. Datos del inventario

DATOS DEL INVENTARIO		
Datos mínimos incluidos en la ficha de inventario		
Elemento	Breve descripción / finalidad	Tipo de inventario
Número de identificación de inventario	Identificador único para cada equipo	Equipos médicos
Breve descripción del equipo	Describe el artículo y su función o finalidad	Todos
Fabricante	Identifica la empresa que fabrica el artículo, indicando su nombre, dirección y datos de contacto	Todos
Modelo / número de catálogo	Identificador único de la línea de productos (asignado por el fabricante)	Todos
Número de serie	Identificador único del artículo (asignado por el fabricante)	Todos

Tabla 2-3 (continúa). Datos del inventario

Ubicación física en el centro de atención sanitaria	Incluye el número de habitación, o área; permite localizar el equipo médico cuando deba someterse a mantenimiento preventivo; puede incluir información sobre el lugar de almacenamiento del material fungible y las refacciones.	Todos
Estado / estatus operativo	Indica si el equipo está “en servicio” o “fuera de servicio”, y en el segundo caso indica el motivo: por ejemplo, pendiente de calibración o de mantenimiento preventivo, en reparación, en espera de refacciones o dañado sin posibilidad de reparación.	Equipos médicos, equipos de medición

Fecha inicial de registro en el inventario y de actualización	Fecha en la que se registra el equipo en el inventario y fecha de la actualización más reciente de la información	Todos
Proveedor del servicio de mantenimiento	Proporciona información sobre el proveedor incluyendo el nombre, contacto y, en caso de contar con una empresa o taller externo para el mantenimiento del equipo, incluir detalles del contrato (incluyendo vigencia de la garantía); información que indique fecha en que se realiza el mantenimiento.	Equipos médicos, equipos de medición

Fuente: (OMS, 2012)
Realizado por: Autores

1.11. Niveles jerárquicos

El nivel jerárquico es una clasificación sistemática de artículos en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios artículos como: ubicación, uso, equipo y subdivisión. Una clasificación de los datos relevantes se recopilan de acuerdo con la norma (ISO 14224, 2016).

Los niveles jerárquicos a utilizar en el HGA se escogieron de la tabla 2-4 que son planta/unidad, sección/sistema, equipo/unidad y componente/artículo mantenible.

Tabla 2-4 Niveles Jerárquicos

Uso y localización	1. Industria
	2. Categoría de negocio
	3. Instalación
	4. Planta / Unidad
	5. Sección / Sistema
Subdivisiones de equipos	6. Equipo / Unidad
	7. Subunidad
	8. Componente / Artículo mantenible
	9. Parte

Fuente: (ISO 14224, 2016)
Realizado por: Autores

1.12. Codificación

Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e

intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, y permite el control de costes. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

La codificación de equipos médicos se debe realizar en base a la jerarquización de cada nivel, dándole un único código para su identificación y gestión adecuada de información. Ver figura 2-3.

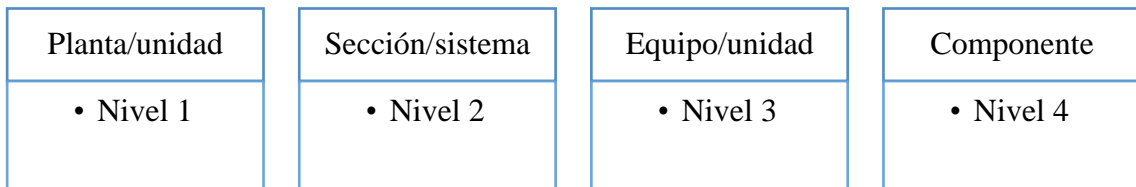


Figura 2-3 Código de equipo
Fuente: (GARCÍA GARRIDO, 2009)
Realizado por: Autores

Un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que se refiere: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

1.13. Ficha técnica

Una vez culminado el proceso de levantamiento de información para el inventario donde se encuentran detallados todos los equipos en un mismo documento, y se realiza un formato de ficha técnica que contenga la información más relevante de cada equipo de una forma didáctica como lo indica la norma (ISO 14224, 2016)

- Nombre del activo
- Marca del activo
- Modelo del activo
- Número de serie
- Principales componentes del activo
- Foto del activo y su placa
- Ubicación del activo
- Código contable del activo

1.14. Análisis de criticidad

Criterios para clasificar equipos biomédicos basados en el riesgo

Se estableció criterios de inclusión para clasificar los equipos médicos correspondientes a las áreas de estudio del HGA, se han asignado valores numéricos a cada tipo de dispositivo según la clasificación por función, riesgo físico con la aplicación clínica, requisitos de mantenimiento y antecedentes de problemas del equipo según lo establece la (OMS, 2012)

Para obtener un número de gestión del equipo (GE) se efectúa la suma del número resultante de cada criterio de inclusión y la suma o resta del factor basado en los antecedentes de averías del equipo. Para realizar el cálculo se presenta la siguiente fórmula: (OMS, 2012)

$$NÚMERO\ GE\# = \#función + \#aplicación + \#mantenimiento + \#antecedentes$$

Tabla 2-5 Criterio de inclusión: Función del equipo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN	PUNTUACIÓN
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico de control y diagnóstico	6
Analítico	Análisis de laboratorio	5
	Accesorio de Laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionados con el paciente y otros	2

Fuente: (OMS, 2012)

Realizado por: Autores

Tabla 2-6. Criterio de inclusión: riesgo físico asociado con la aplicación clínica

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DURANTE EL USO	PUNTUACIÓN
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Sin riesgo significativo identificado	1

Fuente: (OMS, 2012)
Realizado por: Autores

Tabla 2-7 Criterio de inclusión: requisitos de mantenimiento

REQUISITOS DE MANTENIMIENTO	PUNTUACIÓN
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

Fuente: (OMS, 2012)
Realizado por: Autores

Se incluirán en el programa los dispositivos con un valor GE de 12 o superior y se programarán las inspecciones y el mantenimiento preventivos de todos ellos. En cuanto a la aceptación de equipos nuevos, se incluirá en el programa todo dispositivo nuevo que haya sido previamente evaluado y clasificado para su inclusión. Si no ha sido evaluado anteriormente, se podrá crear una clasificación para nuevos dispositivos. El nuevo dispositivo será evaluado de acuerdo con el procedimiento descrito para obtener un número GE e incluido en el programa si corresponde. De ser así, se formularán por escrito procedimientos de inspección, verificación del funcionamiento y mantenimiento preventivo (OMS, 2012).



Tabla 2-8 Criterio de inclusión: antecedentes de problemas del equipo

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

Fuente: (OMS, 2012)
Realizado por: Autores

En la tabla 2-9 se describe el formato a utilizar para el análisis de criticidad de equipos, donde consta el nombre del equipo, las calificaciones obtenidas de cada criterio de inclusión, el cálculo de GE y su clasificación de incluir (I) o no incluir (N) en el plan de mantenimiento.

Tabla 2-9 Criticidad de equipos

 CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 							
REALIZADO POR:							
FECHA:							
ÁREA:							
N°	Nombre del activo:	Función del equipo:	Riesgo físico asociado con la aplicación clínica:	Requisitos de mantenimiento:	Antecedentes de problemas del equipo:	GE	Clasificación:

Realizado por: Autores

1.15. Modelos de mantenimiento

El departamento de Servicios Generales del HGA necesita definir el modelo para mejorar su sistema de gestión, lo cual (GARCÍA, 2010) lo clasifica en 5 tipos para el mantenimiento de equipos.

- Modelo correctivo: es una estrategia en la cual el personal de mantenimiento se encarga solo de reparar averías. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Modelo condicional: es una estrategia en la cual se realizan inspecciones sensoriales y trabajos de mantenimiento condicional. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

- Modelo sistemático: es una estrategia en la cual se realizan tareas de mantenimiento a intervalos de tiempo predeterminados, en los activos del inventario técnico. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Modelo de alta disponibilidad: es una estrategia que busca obtener una disponibilidad alta, mediante la programación de tareas basadas en la condición para los activos a mantener, cuyos intervalos de intervención tienden a ser precisos para asegurar la producción. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Modelo de alta disponibilidad y fiabilidad: es la estrategia que trata de reducir los fallos mediante análisis como: el árbol de fallos, Análisis de modo de falla y efecto (AMFE), Análisis de causa y efecto, de las cuales se obtienen tareas que aseguren la máxima disponibilidad de los activos. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

2.1.4. Selección del modelo de mantenimiento

Para la selección del modelo de mantenimiento (GARCÍA GARRIDO, 2010) presenta el flujograma de decisión que se observa en el gráfico 2-1, aquí se considera la criticidad de los equipos para asignar su modelo correspondiente.

- Si el equipo resulta ser Crítico, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que corresponden a Mantenimiento Programado. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Si el equipo es Importante, tendremos que estudiar todavía un poco más las consecuencias de una avería. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Si el equipo necesita estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo (más del 90%), el modelo será el de Alta Disponibilidad. Este modelo, como hemos visto, es el más caro y completo, y es el único que no incluye la reparación de averías, porque se parte de la base de que estas averías no pueden surgir. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Si es un equipo del que precisamos una disponibilidad media, el modelo será el Sistemático. Estarían incluidos aquí aquellos equipos que no funcionan de manera continua, pero que cuando lo hacen deben hacerlo con absoluta fiabilidad. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- El tercer caso será aquel que corresponde a equipos cuya posibilidad de fallo es baja, o bien, que la disponibilidad que precisamos es muy baja. El modelo

correspondiente será el Condicional, en el que según hemos visto, realizaremos determinadas pruebas funcionales o determinados ensayos, y solo actuaremos en caso de observar algo anormal en estas pruebas. Dentro de los modelos de mantenimiento programado es el modelo más básico. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

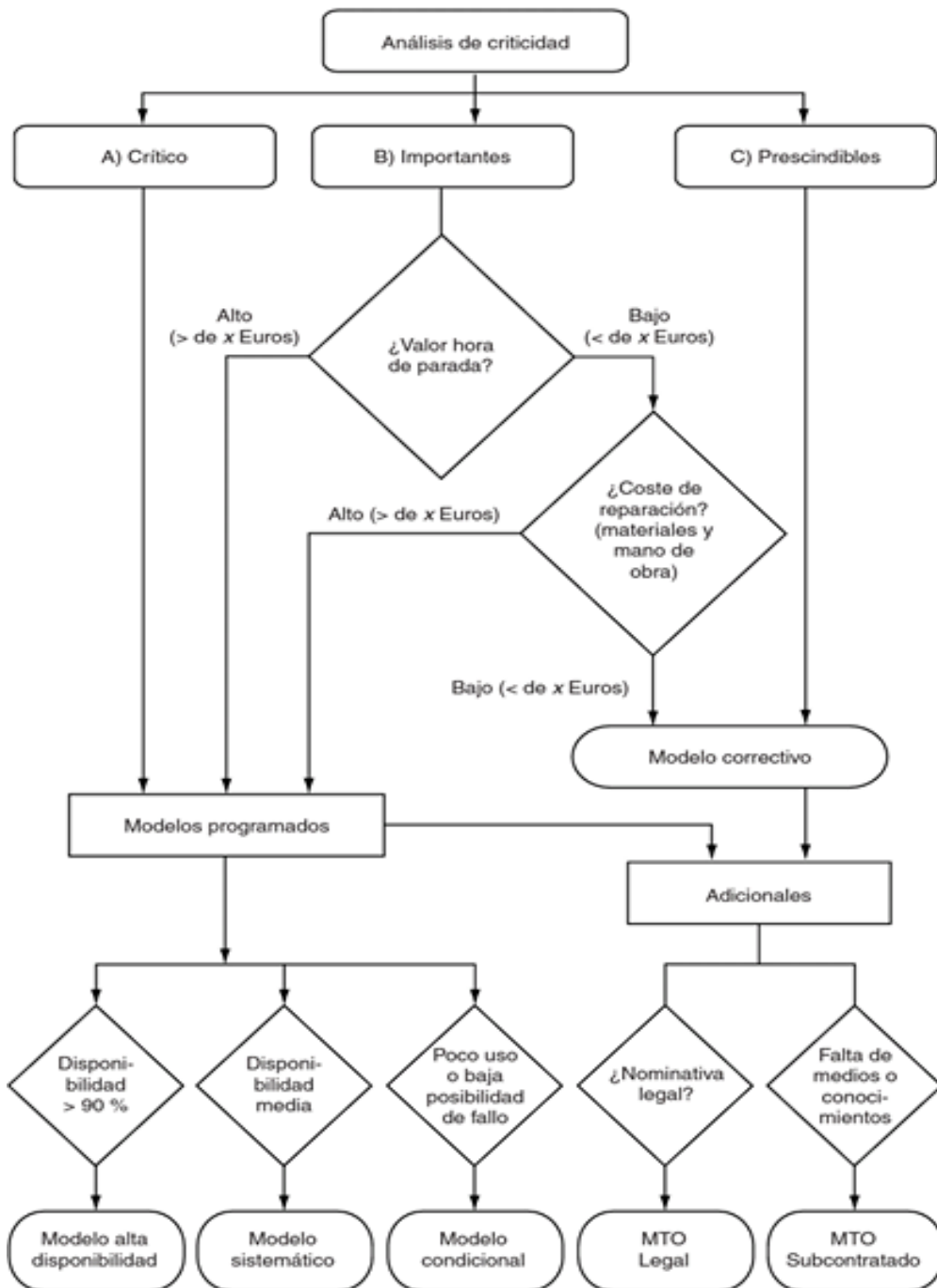


Gráfico 2-1 Flujograma de decisión del modelo de mantenimiento

Fuente: (GARCÍA GARRIDO, 2010)

Para recopilar la información de la evaluación de los equipos en el flujograma de decisión fue diseñada la tabla 2.10 que describe el nombre del equipo, el análisis de criticidad y el modelo de mantenimiento asignado.

Tabla 2-10 Selección del modelo de mantenimiento

 SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 			
REALIZADO POR:			
FECHA:			
ÁREA:			
Nº	Nombre del equipo	Análisis de criticidad	Modelo de mantenimiento

Realizado por: Autores

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad MCC

Para definir las tareas del plan de mantenimiento de los equipos médicos del HGA se debe tomar en consideración la metodología MCC ya que es una técnica más de las posibles para poder elaborar un plan de mantenimiento, esta técnica presenta algunas ventajas importantes sobre otras. El análisis según la metodología MCC aporta una serie de resultados como: (GARCÍA GARRIDO, 2010)

- Mejora en la comprensión del funcionamiento de los equipos (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Estudio de las posibilidades de fallo de un equipo y el desarrollo de los mecanismos que tratan de evitarlas, ya sean producidas por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Elaboración de planes que permiten garantizar la operación de los equipos dentro de los parámetros marcados. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

Luego de analizar la criticidad de los equipos y el modelo de mantenimiento que mejor se adaptó a las características de cada equipo el MCC describe las siguientes fases:

- Determinación de los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los equipos (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Determinación de los modos de fallo, tanto funcionales como técnicos (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Estudio de las consecuencias de un fallo: clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Determinación de medidas preventivas que eviten o amortigüen los efectos de los fallos (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Selección de las tareas de mantenimiento que se ajustan al modelo de mantenimiento determinado para cada equipo (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Determinación de las frecuencias óptimas para cada tarea (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Agrupación de las tareas en rutas de mantenimiento, y elaboración del plan inicial de mantenimiento (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Puesta en marcha de las rutas, y correcciones al plan inicial (GARCÍA GARRIDO, 2010)

1.16. MCC abreviado

El MCC abreviado es una herramienta que permite determinar las tareas de mantenimiento de cada equipo, para lo cual se debe desarrollar secuencialmente los siguientes requerimientos:

- Tener definida la criticidad
- Definir los fallos funcionales, fallos técnicos y sus modos de fallo
- Seleccionar el modelo de mantenimiento que se va a utilizar para la determinación de las tareas

Falla funcional: Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado. (SAE JA 1012, 2002)

Fallo técnico: Es aquel que, no impidiendo al equipo que cumpla su función, supone un funcionamiento anormal de este. Estos fallos, aunque de una importancia menor que los

fallos funcionales, suponen funcionamientos anormales que pueden provocar una degradación acelerada del equipo y acabar convirtiéndose en fallos funcionales según (GARCÍA GARRIDO, 2010)

Modo de fallo: La norma (SAE-JA1012, 2002) lo describe como un evento único, que causa una falla funcional.

Tareas de mantenimiento

Determinados los modos de fallo de cada uno de los equipos, sistemas o elementos que componen la planta que se analiza, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten, bien evitar el fallo, o bien minimizar sus efectos. La medida a utilizar es la tarea de mantenimiento que se clasifica en los siguientes tipos. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

- Tipo 1: Inspecciones visuales. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 2: Lubricación. Igual que el caso anterior las tareas de lubricación, por su bajo coste siempre son rentables. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 3: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line). Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo4: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos externos del equipo. Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 5: Limpiezas técnicas condicionales. Dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

- Tipo 6: Ajustes condicionales. Dependiendo de que el equipo haya dado síntomas de estar desajustado. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 7: Limpiezas técnicas sistemáticas. Realizadas cada ciertas horas de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar cómo se encuentre el equipo. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 8: Ajustes sistemáticos. Sin considerar si el equipo ha dado síntomas de estar desajustado. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 9: Sustitución sistemática de piezas: por horas de servicio o por fecha de calendario sin comprobar su estado. (GARCÍA GARRIDO, 2010)
- Tipo 10: Grandes revisiones. Con la sustitución de todas las piezas sometidas a desgaste. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

Determinado el modelo de mantenimiento, es posible seleccionar qué tareas son posibles. Si el modelo es Correctivo, solo serán posibles tareas del tipo 1 y 2, e incluso en determinados casos del tipo 3. Si el modelo es Condicional, también son posibles tareas de tipo 4, 5 y 6. Si el modelo es Sistemático, también serán tareas posibles del tipo 7, 8 y 9. Si el modelo es de alta disponibilidad, serán posibles todos los tipos de tareas incluso del tipo 10. (GARCÍA GARRIDO, 2010)

El sistema de mantenimiento asistido por ordenador (SisMAC) codifica a las tareas de mantenimiento según el tipo de actividades a realizar como: “A” si es de lubricación, “B” si es una tarea preventiva, “C” si es una tarea predictiva, “D” si es trabajo preventivo como se muestra en la tabla 2-11

Tabla 2-11 Clasificación de tareas de mantenimiento

Código	Descripción
A	Lubricación/filtros
B	Inspecciones preventivas
C	Inspecciones predictivas
D	Trabajos preventivos

Fuente: sisMAC
Realizado por: Autores

1.17. Asignación de tareas según el modelo escogido

Para la asignación de las tareas de mantenimiento de cada equipo se toma en consideración el modelo de mantenimiento seleccionado, el cual brinda los diferentes

tipos de tareas a ejecutar. En la tabla 2-12 se describe el formato de asignación de tareas a equipos, donde se detalla el tipo de tarea, descripción de la tarea de mantenimiento, materiales a utilizar, herramientas, mano de obra y el tiempo de ejecución.

Tabla 2-42 Asignación de tareas y recursos

Equipo	Tipo de tarea	Tareas de mantenimiento	Materiales	Herramientas	Mano de obra	Tiempo de ejecución (min)

Realizado por: Autores



1.18. Frecuencias de mantenimiento

Basándonos en el documento técnico de la (OMS, 2012) se determinan las frecuencias de mantenimiento para cada tarea asignada a los equipos médicos, por lo cual se presenta las siguientes programaciones y sus valoraciones:

- Para todos los dispositivos con requisitos importantes de mantenimiento en la clasificación (valor característico de 4 o 5), se programarán tareas de mantenimiento preventivo cada seis meses. (OMS, 2012)
- Para los dispositivos con requisitos usuales o mínimos de mantenimiento (valores de 3, 2 o 1) se programan tareas de mantenimiento preventivo anuales. (OMS, 2012)
- Para los dispositivos con un valor de GE de 15 o más se programan inspecciones por lo menos cada seis meses. (OMS, 2012)
- Para los dispositivos con un valor de GE de 19 o 20 se programan inspecciones cada cuatro meses. (OMS, 2012)
- Todos los equipos relacionados con la atención al paciente, con fines terapéuticos, de supervisión, diagnóstico o análisis que no se incluyan en el programa porque no han obtenido un valor de GE de 12 o más, pueden figurar en el inventario de equipos biomédicos del hospital pero en ellos solo se cubren las tareas de reparación. (OMS, 2012)

La tabla 2-13 describe el formato a utilizar para el cálculo de la frecuencia de intervenciones, donde consta el nombre del equipo, el valor obtenido de GE y su respectiva frecuencia de intervenciones.

Tabla 2-13 Formato de frecuencias de mantenimiento

 FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 				
REALIZADO POR:				
FECHA:				
ÁREA:				
N°	Nombre del activo:	GE	Clasificación:	Frecuencia de mantenimiento

Realizado por: Autores

1.19. Rutinas de mantenimiento

Las rutinas son actividades de mantenimiento preventivo designadas a equipos de un mismo tipo, que poseen frecuencias y recursos definidos. La norma (UNE-EN 13306, 2011) las describe como actividades de mantenimiento preventivo simples, regulares o repetidas.

La rutina de mantenimiento posee una gran cantidad de equipos enlistados, por lo que es necesario dividirla en sub rutas (agrupación de equipos de un mismo tipo) para facilitar las intervenciones programadas.

La tabla 2-14 muestra el formato utilizado para la planificación de rutinas y sub rutas de intervenciones de mantenimiento preventivo, en ésta se detalla el nombre de la rutina, su división en sub rutas con sus respectivas frecuencias, fecha de programación, y un cronograma anual dividido en meses para su mejor interpretación.

1.20. Documentación técnica de mantenimiento

La documentación técnica empleada para el seguimiento de las actividades del plan de mantenimiento debe ejecutarse de una manera ordenada y sistemática, para ello se consideran los siguientes formatos a utilizarse: solicitud de trabajo y orden de trabajo.

Tabla 2-14 Rutinas y sub rutas



PLANIFICACIÓN DE SUB RUTAS DE MANTENIMIENTO DEL HGA															
Rutinas	Sub ruta	Frecuencia	Fecha programada próxima	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Realizado por: Autores

Solicitud de trabajo:

Cuando se presenta en un equipo una falla funcional, se genera al departamento de mantenimiento un pedido o solicitud de trabajo, donde se inicia el proceso de una OT. Ver tabla 2-15

Tabla 2-15 Solicitud de trabajo



 SOLICITUD DE TRABAJO 			
1. Fecha:	Día:	Mes:	Año:
2. Área de servicio:			Piso:
3. Código institucional:			
4. Descripción del requerimiento / trabajo			
5. Persona que solicita:			
Nombre:		Firma del solicitante:	

Realizado por: Autores

Orden de trabajo:

Documento que contiene toda la información relativa a una operación de mantenimiento y las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento. (NTE INEN EN 13460, 2009) Ver tabla 2-16

Tabla 2-16 Orden de trabajo

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">ORDEN DE TRABAJO</h2> </div>  </div>				
1. Fecha:	Día:	Mes:	Año:	
2. Área asignada:	Infraestructura		Bioelectrónica	
3. Tipo de orden de trabajo:	Correctiva		Preventiva	
4. Prioridad / tipo:	Urgente emergencia	Urgente	Regular	Pospuesta
5. Código institucional:				
6. Recursos utilizados:				
Cantidad	Descripción	Especificaciones técnicas		
7. Trabajo realizado:				
8. Tiempo empleado:				
9. Observaciones y recomendaciones:				
10. Responsabilidad y evaluación del trabajo:				
Técnico responsable			Persona que recibe	
Nombre:			Nombre:	
Firma			Firma y sello	
Evaluación (1-10)			Evaluación (1-10)	

Realizado por: Autores

1.21. Herramienta informática de GMAO

Los sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), muestran una evolución para facilitar el mantenimiento de equipos médicos y el control automático de los costos asociados en asistencia con los encargados de la gestión tecnológica sanitaria (GTS). (OMS, 2012)

La GMAO integra todos los servicios referentes a equipos médicos en una base de datos compuesta por campos, tablas, módulos y pantallas. (OMS, 2012)

La herramienta seleccionada que cumple con lo establecido por la Organización Mundial de la Salud y según estudios realizados por (Tenicota, 2011), es sisMAC el cual es distribuido por C&V INGENIERIA cía Ltda. a nivel nacional.

El uso de mencionada herramienta es responsabilidad del departamento de Servicios Generales, sabiendo que en este trabajo se utiliza la versión 2018.7.6 a cargo del personal de planificación. Sin embargo como aporte técnico los autores del proyecto son los encargados del diseño, planificación y en lo posterior de capacitar al personal técnico sobre el proceso de lanzamiento, seguimiento de OT, evaluación y control del mantenimiento.

2.1.5. La GMAO puede utilizarse para:

El sistema computarizado de gestión del mantenimiento brinda agilidad en el manejo de la información. La (OMS, 2012) establece los siguientes objetivos a desarrollar

- Estandarizar y armonizar la información incluida en un programa de GTS
- Ayudar en la planificación, programación, mantenimiento preventivo, y seguimiento de la inspección y reparación
- Controlar los indicadores de desempeño de los equipos, como el tiempo medio entre fallo, el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento de equipos concretos o de grupos de equipos del mismo modelo, tipo o fabricante
- Generar informes que se puedan usar para planificar los programas de capacitación de usuarios, basándolos en los datos de frecuencia de averías de los equipos en ciertos departamentos o centros sanitarios

- Poseer bibliotecas de requisitos reglamentarios e información sobre seguridad
- Generar la documentación adecuada para obtener la acreditación de organizaciones de reglamentación y estandarización
- Generar informes para ayudar en el control y la mejora de la productividad, la eficacia y el desempeño de la GTS

2.1.6. Inducción para el manejo de sisMAC

Es una herramienta que facilita la gestión de datos que pertenecen a cada equipo como: información de placa, fechas de compra, procedimiento de intervenciones, paradas programadas, responsables, repuestos, materiales y costos.

Se consideró pertinente el uso del programa sisMAC (Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador), el cual fue diseñado para administrar empresas o instituciones de una forma automatizada, pudiendo reflejar indicadores fundamentales para la evaluación de la gestión.

Para una navegación correcta en el software es necesario una inducción al programa, indicando las partes fundamentales como ventanas e íconos con sus respectivas descripciones, lo que facilita el seguimiento de las órdenes de trabajo que se generan.

Pantalla de navegación:

Una vez iniciado la sesión con el usuario correspondiente se muestra la ventana principal, dividida en ventanas de navegación e íconos de acceso.

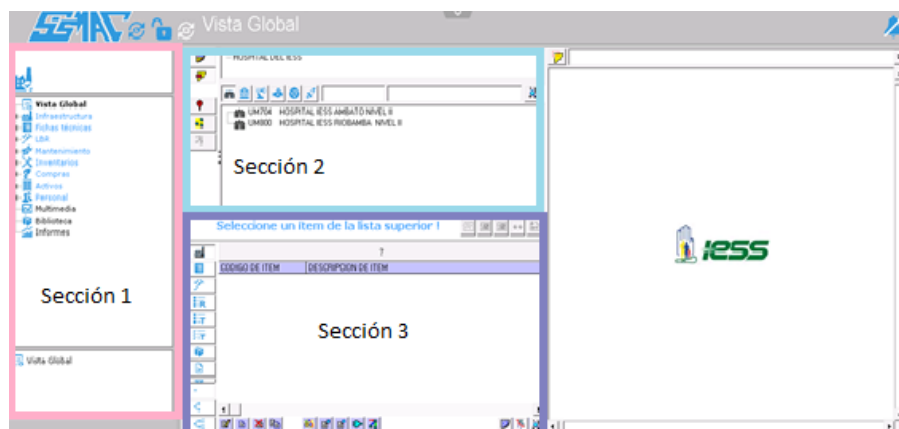


Figura 2-4 Pantalla principal de sisMAC

Fuente: sisMAC

En la sección 1 de la ventana principal se muestra un menú de vista global de navegación del software que permite programar la gestión del mantenimiento del HGA en el sistema. Presenta los siguientes íconos de acceso:

Infraestructura: permite crear los diferentes niveles jerárquicos como empresa, área de servicio, sistemas, especialidades, equipos, tipos de equipos, clase de equipo, componentes, departamentos, secciones, centros de costos, cuentas contables, marcas, familia de equipos, partidas presupuestarias; crear instalaciones, brinda un historial de modificaciones, suspensiones y obtener una ágil consulta de instalaciones/equipos.

Fichas técnicas: se diseña la ficha técnica con parámetros necesarios como magnitud, unidad, campos varios que incluye, campos validados y sub tipos. Así mismo podemos asignar, editar y consultar.

LBR: se asigna materiales a equipos, grupos, equivalencias, caducidad, sustituciones y consultas.

Mantenimiento: existen parámetros de tipos de mantenimiento, tareas generales, formatos de tareas, modos de operación, frecuencias comunes, estado de operación, consumibles, especialistas, cuadrillas, fichas de parámetros, rutinas, orden de trabajo, motivos de falla, retraso, trabajo y especificaciones generales, tipos de justificación, de horas extras, de conformidad y documentos de mantenimiento. Se puede ingresar y consultar los diferentes datos de mantenimiento.

Inventarios: permite el ingreso de un inventario maestro, de ingreso, egreso, devolución, préstamo, transferencia, ajuste, baja y herramientas. Se puede consultar los datos de inventarios.

Compras: permite el ingreso de información de proveedores en general.

Activos: permite consultar los activos fijos relacionados a la empresa.

Personal: permite ingresar el personal técnico involucrado en la gestión.

Multimedia: herramienta informática que permite seleccionar, editar, vincular gráficos a los equipos.

Bibliotecas: es una bitácora de asignación de manuales, folletos, revistas, guía de usuario, relacionados con el mantenimiento de cada equipo.

Informes: brinda informes de indicadores, costos y estadísticas de la gestión del mantenimiento.

En la sección 2 se muestra el nombre de la empresa en la que se programa la gestión de mantenimiento, donde se puede acceder a los diferentes sub niveles haciendo doble clic en los diferentes íconos.

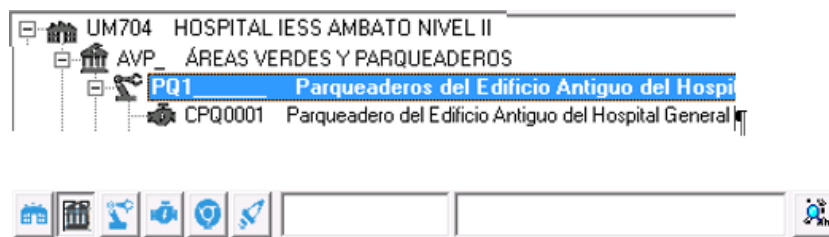


Figura 2-5 Ventana de navegación
Fuente: sisMAC

Adicionalmente muestra una barra de consulta con sus respectivos filtros que limitan y facilitan la búsqueda por localización, áreas, máquina/sistema, equipo, componente, elemento.



Figura 2-6 Sub-listado
Fuente: sisMAC

El ícono de sub-listado de la sección 2 permite desplegar u ocultarla sección 3, que muestra el sub listado del nivel jerárquico en que se encuentre situado el operario.



Figura 2-7 Puntos de referencia gráfica
Fuente: sisMAC

El ícono de puntos de referencia gráfica permite desplegar u ocultar la sección de vista previa de gráficos.



Figura 2-8 Ubicación geográfica
Fuente: sisMAC

El ícono ubicación geográfica enlaza el programa con la aplicación Google Maps.

La sección 3 describe una barra vertical con íconos de acceso, que se muestran en la parte restante de la sección.



Figura 2-9 Ítems-inventario técnico
Fuente: sisMAC

El ícono inventario técnico muestra los elementos que se han introducido en la sección inventario de la sección 1, también permite crear, editar, eliminar equipos establecidos.

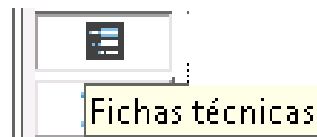


Figura 2-10 Fichas técnicas
Fuente: sisMAC

El ícono ficha técnica permite determinar que equipos del inventario poseen una ficha técnica, permite crear una nueva, editar, eliminar fichas establecidas.



Figura 2-11 Lista base de recambios
Fuente: sisMAC

La lista de base de recambios permite crear, editar, eliminar los diferentes repuestos de los equipos.

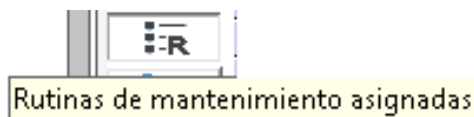


Figura 2-12 Rutinas de mantenimiento asignadas
Fuente: sisMAC

El ícono rutinas de mantenimiento asignadas permite crear, editar, eliminar las rutinas asignadas de mantenimiento a los diferentes grupos de equipos.



Figura 2-13 Tareas de mantenimiento asignadas
Fuente: sisMAC

El ícono tareas de mantenimiento permite crear, editar, eliminar tareas de mantenimiento para los diferentes equipos de estudio.



Figura 2-14 Tareas de mantenimiento ejecutadas
Fuente: sisMAC

Muestra el nivel de cumplimiento de las rutinas asignadas, si se han emitido, ejecutado, pospuesto y realizado.



Figura 2-15 Documentación técnica
Fuente: sisMAC

El ícono documentación técnica permite visualizar, vincular, editar, eliminar los manuales técnicos y demás documentos de cada equipo.



Figura 2-16 Barra de edición
Fuente: sisMAC

La barra inferior de la sección 3 permite editar, nuevo, eliminar, copiar, referenciar gráficamente, mover, ubicar, suspender, referencia de ubicación, ver detalles y origen de cada equipo.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

1.22. Evaluación de la gestión de mantenimiento

La auditoría de la gestión de mantenimiento aplicada al HGA está catalogada de tipo no experimental al tener la investigación después de haber sucedido los hechos, cualitativa al explorar la realidad del sistema de gestión y descriptiva al presentar una interpretación correcta de los resultados analizados.

En el tipo de estudio seleccionado para la recolección de datos es la encuesta y el instrumento de auditoría se fundamentó en los factores clave para la planificación de un programa de mantenimiento según (GARCÍA GARRIDO, 2009) y enfocadas a las necesidades del proyecto técnico en desarrollo.

Para la recolección de la información se desarrollaron las entrevistas, y las respuestas que se obtuvieron fueron registradas e interpretadas mediante ordenador y métodos de estadística descriptiva.

Proceso a seguir para la gestión de un programa de auditoría del HGA

3.1.1. Objetivos de la auditoría.

- Describir el modelo de gestión de mantenimiento que se ejecuta en el HGA a los equipos médicos.
- Definir el cumplimiento de requisitos mínimos para el desarrollo del plan de mantenimiento del HGA.

3.1.2. Programa de auditoría

El programa de auditoría interna aplicado al departamento de Servicios Generales durante el mes de octubre 2018, sirvió para el diseño de la metodología descrita en el capítulo 2, bajo la siguiente estructura:

Involucrados en la auditoría

- **Auditados**

Ing. Juan Carlos González coordinador del área de Servicios Generales

Ing. Mauricio Vaca coordinador de Mantenimiento

Ing. Luis Santos encargado de la Infraestructura

Ing. David López oficinista.

- **Equipo auditor**

Piñaloza D, y Sánchez D. son los designados como auditores de la gestión actual del mantenimiento de los equipos médicos en el HGA.

Alcance del programa de auditoría

Para determinar el grado de cumplimiento de la gestión del mantenimiento en el HGA se ha realizado el alcance del programa de auditoría que considera a la totalidad del personal técnico del área de Servicios Generales como muestra para llevar a cabo la evaluación, realizando entrevistas personales referentes a gestión del mantenimiento. La auditoría se efectuó en el transcurso de una semana a un auditado por día.

Procedimientos para el programa de auditoría

Como resultado de la entrevista realizada a los técnicos de mantenimiento se presenta el cuestionario completo (ver tabla 3-5) evaluando los factores clave que describe (GARCÍA GARRIDO, 2009) para la planificación de un programa de mantenimiento. Los encuestados tienen la opción de calificar a las preguntas con un rango numérico desde 0

como desalentadora, hasta 3 como muy favorable, para mayor detalle de la valoración ver la tabla 2-2

Análisis de la información:

- Luego de obtener la encuesta completada se procede a hacer la sumatoria de los puntos obtenidos de cada técnico de mantenimiento, estos resultados se multiplicaron por la valoración designada en la tabla 2-2 según corresponda. Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 3-1.

Tabla 3-1 Conteo de encuestados

Conteo general de encuestados	Ing. Juan Carlos González				Ing. Mauricio Vaca				Ing. Luis Santos				Ing. David López			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Inventario	0	2	0	3	0	2	0	3	0	1	2	3	0	2	0	3
Metodología de la gestión	0	3	4	6	0	1	2	9	0	3	2	9	0	3	6	6
Recursos	0	2	4	3	0	2	4	3	0	1	2	6	0	2	4	3

Realizado por: Autores

- Una vez hecho el conteo de valoraciones se realizó una suma horizontal de los resultados obtenidos de cada factor clave de la tabla 3-1 y se dividió para el número de encuestados, este promedio se refleja en la tabla 3-2.

Tabla 3-2 Promedios

Promedio de encuestados	
Inventario	5,25
Metodología de la gestión	13,5
Recursos	9

Realizado por: Autores

- Se dividió el promedio obtenido de cada factor clave para su máxima calificación posible, siendo 9 para inventario, 27 para metodología de la gestión y 18 para recursos, este resultado se lo multiplicó por 100 para obtener el índice de

conformidad que representa el porcentaje de cumplimiento de la gestión como se puede apreciar en la tabla 3-3.

Tabla 3-3 Índice de conformidad

	Índice de conformidad	Gestión óptima
Inventario	58,33%	100%
Metodología de la gestión	50,00%	100%
Recursos	50,00%	100%

Realizado por: Autores

Monitoreo del programa de auditoría:

Monitoreando la gestión actual del mantenimiento del HGA se pudo visualizar el índice de conformidad con relación a cada factor clave, a estos porcentajes se los compara individualmente con los valores de referencia del índice de conformidad establecidos por (GARCÍA GARRIDO, 2009), como se puede apreciar en la tabla 3-4.

Tabla 3-4 Valores de referencia

Valores de Referencia del Índice de Conformidad	
< 40% de índice de conformidad	Sistema muy deficiente
40-60% de índice de conformidad	Aceptable pero mejorable
60-75% de índice de conformidad	Buen sistema de mantenimiento
75-85% de índice de conformidad	El sistema de mantenimiento es muy bueno
>85% de índice de conformidad	El sistema de mantenimiento puede considerarse excelente

Realizado por: Autores

1.23. Inventario

El inventario para el HGA es esencial para visualizar la información detallada de los equipos médicos como marca, modelo, número de serie, descripción del activo, responsable de reportar los daños, ubicación del activo, código institucional, estado o estatus operativo, como lo detalla la tabla 2-3. Fue realizado el levantamiento de la información de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos como se muestra en la tabla 3-5

Tabla 3-5 Encuesta

PERSONAL ENCUESTADO		ENCUESTA SOBRE LA GESTIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO DEL HGA															
		Ing. Juan Carlos González				Ing. Mauricio Vaca				Ing. Luis Santos				Ing. David López			
Nº	FACTOR CLAVE	BASE DE PREGUNTAS				0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
1	Inventario	¿Conoce todos los equipos que se encuentran en el HGA?							X				X				X
2		¿Posee un inventario actualizado de los equipos del HGA?					X				X					X	
3		¿Poseen los equipos su respectiva ficha técnica?					X				X				X		
4		¿Conoce el funcionamiento de los equipos?							X				X				X
5		¿Posee un plan de mantenimiento preventivo?					X				X				X		
6		¿Posee frecuencias de mantenimiento preventivo?						X					X			X	

Tabla 3-5 (Continúa) Encuesta

7	Metodología de gestión de mantenimiento	¿Poseen los equipos un check list de mantenimiento?		X			X				X				X		
8		¿Lleva registro de las intervenciones a los equipos?			X			X				X			X		
9		¿Se realiza tercerización de mantenimiento?				X			X				X				X
10		¿El personal médico responsable de reportar los modos de fallo en los equipos no conoce el procedimiento de generar las OT?		X				X				X				X	
11		¿Se tiene planificado la paralización de las actividades de mantenimiento para darles servicio técnico?	X					X				X				X	
12		Cuenta con una herramienta informática para la gestión de la información requerida en el mantenimiento.	X					X				X				X	

Tabla 3-5 (continúa) Encuesta

13	Recursos	¿Cuenta con un espacio apropiado destinado para la ubicación de repuestos?			X				X				X			X
14		¿Cuenta con un taller en el cual se puedan desempeñar tareas de mantenimiento correctivo?				X			X				X			X
15		¿Posee stock de repuestos completo?			X				X			X				X
16		¿Dispone de equipo necesario para realizar las actividades de mantenimiento?		X				X			X				X	
17		¿Dispone de recursos humanos suficientes para realizar la gestión de mantenimiento?		X				X				X			X	
18		¿Cuenta con capacitación continua del personal?	X				X			X				X		

Realizado por: Autores

Tabla 3-6 Inventario



 INVENTARIO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 										
REALIZADO POR:		Diego Fernando Piñaloza Haro; Darío Alejandro Sánchez Condo								
FECHA:		06/12/2018								
APROBADO POR:		Ing. Luis Santos								
ÁREA:		Imagenología								
N°	Nombre del activo:	Marca del activo:	Modelo del activo:	Número de serie:	Responsable de reportar daños del activo:	Ubicación del activo:	Código institucional:	Estado operativo:		
								B	R	M
1	Mesa de rayos X telecomandada	SHIMADZU	RAY DIAGNOS	0362A-48601	Tlgo. Fabián Andagana.	Sala de RX Especiales.	UM704IMAG EE-AF-025	X		
2	Mamógrafo	SIEMENS	8383114	1031	Tlgo. Fabián Andagana.	Sala de Mamografía.	UM704IMAG EE-AF-026	X		
3	Sistema de digitalización rayos X e impresora	AGFA	CR 85-X	5272	Tlgo. Fabián Andagana.	Sala de Digitalización	UM704IMAG EE-AF-028	X		
4	Ecógrafo 3D - 4D	MEDISON	ACCUVIX V20LV-EXP	BOC6013000 01733	Tlgo. Fabián Andagana.	Sala de Ecografía 1	UM704IMAG EE-AF-32		X	
5	Equipo de resonancia magnética	HITACHI	AIRIS VENTO	KR11512101	Tlgo. Fabián Andagana.	Sala de Resonancia Magnética	UM704IMAG EE-AF-33	X		

Tabla 3-6 (continúa) Inventario

Área:		Quirófano								
12	Procesador de imágenes	RICHARD WOLF	S/M	1100215538	Lcda. Miryam Córdova	QR27	UM704CEQR EE-AF-005	X		
13	Procesador de imágenes	proMIS	ECS-222-R	936793	Lcda. Miryam Córdova	QR27	UM704CEQR EE-AF-006	X		
14	Monitor	SONY	LMD-2140MD	2014010	Lcda. Miryam Córdova	QR27	UM704CEQR EE-AF-010	X		
15	Monitor multiparámetros	MINDRAY	PM-9000 EXPRESS	BX-83107076	Lcda. Miryam Córdova	QR15	UM704CEQR EE-AF-012	X		
16	Negatoscopio 1 cuerpo	S/M	S/M	S/S	Lcda. Miryam Córdova	QR06	UM704EMER EE-AF-023	X		
Área:		Unidad de cuidados intensivos								
139	Monitor cardiaco	PENLON	PM-9000Express	BX61-042010	Lcda. Silvia Vilema	Sección 1. Recuperación	UM704TEINE E-AF-001	X		
140	Lámpara cuello de ganso	WECHALYN	S/N	LS--135	Lcda. Silvia Vilema	Sección 1. Recuperación	UM704TEINE E-AF-003		X	
141	Monitor desfibrilador	WECHALYN	PIC 30	89664	Lcda. Silvia Vilema	Sección 1. Recuperación	UM704TEINE E-AF-015	X		
142	Monitor desfibrilador	WECHALYN	PIC 30	89667	Lcda. Silvia Vilema	Sección 1. Recuperación	UM704TEINE E-AF-014	X		
143	Cama metabólica	STRYKER	EPIC II	O401-062181	Lcda. Silvia Vilema	Sección 1. Recuperación	UM704TEINE E-AF-018	X		

Realizado por: Autores

3.1.3. Estatus operativo

Adicionalmente como resultado de la fase de actualización de inventario se pudo reflejar el estado o estatus operativo de los equipos médicos, donde se observa que la mayoría de estos se encuentran en buen estado, pocos en estado regular y ninguno en mal estado operativo, lo que significa que los equipos se encuentran en un nivel aceptable para la utilización del personal médico y usuarios del HGA. Cabe destacar que el estado se debe analizar anualmente.

El gráfico 3-1 muestra el porcentaje de los equipos de Imagenología representados en estado bueno de color azul, regular de color rojo y malo de color verde.

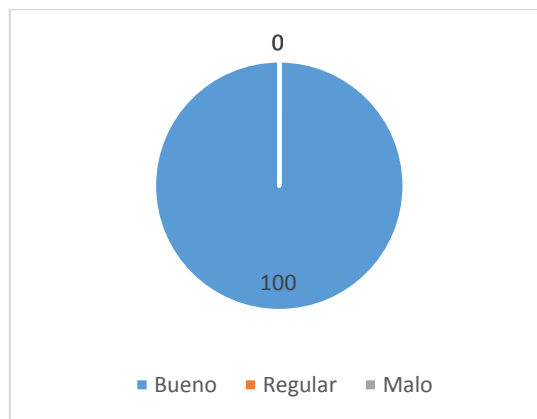


Gráfico 3-1 Diagrama del estado o estatus operativo Imagenología
Realizado por: Autores

El gráfico 3-2 muestra el porcentaje de los equipos de Quirófano representados en estado bueno de color azul, regular de color rojo y malo de color verde.

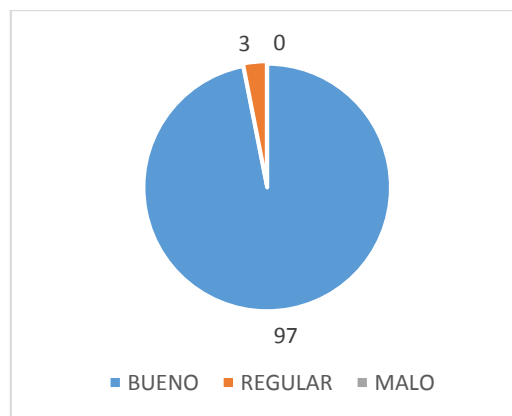


Gráfico 3-2 Diagrama del estado o estatus operativo Quirófano
Realizado por: Autores

El gráfico 3-3 muestra el porcentaje de los equipos de Unidad de Cuidados Intensivos representados en estado bueno de color azul, regular de color rojo y malo de color verde

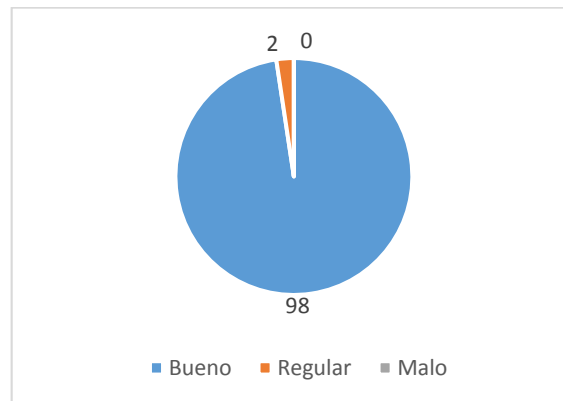


Gráfico 3-3 Diagrama del estado o estatus operativo de Unidad de Cuidados Intensivos
Realizado por: Autores

1.24. Niveles Jerárquicos

Se desarrolló el esquema de nivel jerárquico en base a la (ISO 14224, 2016) para el HGA detallado en la figura 3-1, que facilita la descripción de la unidad médica desde el nivel global hasta el tipo de equipo, tomando como referencia la teoría expuesta en el marco teórico en la figura 2-3.

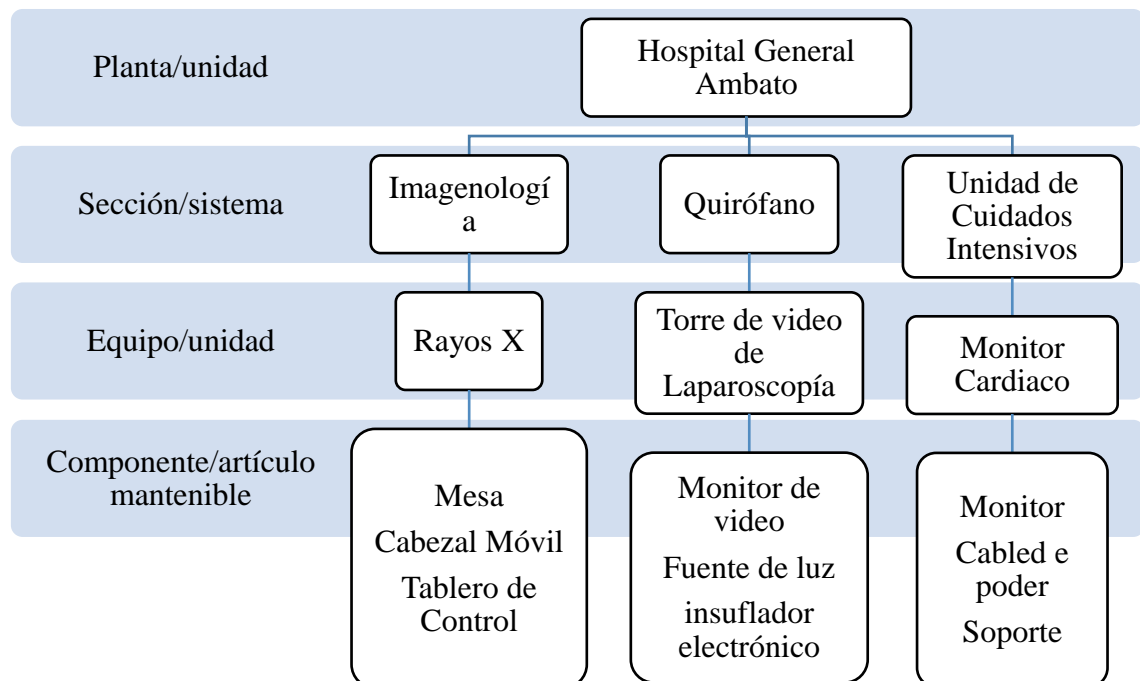


Figura 3-1 Nivel Jerárquico del HGA
Realizado por: Autores

1.25. Codificación de inventario

La codificación se realizó en base a la jerarquización de cada nivel, designando a los equipos un único código para su identificación y gestión adecuada de información. Ver figura 3-2.

UM 704	QRFO	EE-AF-001	HMO
• Unidad médica 704	• Área de quirófano	• Equipo especializado • Activo fijo número 10	• Hospitalario • Monitor

Figura 3-2 Código de equipo
Realizado por: Autores

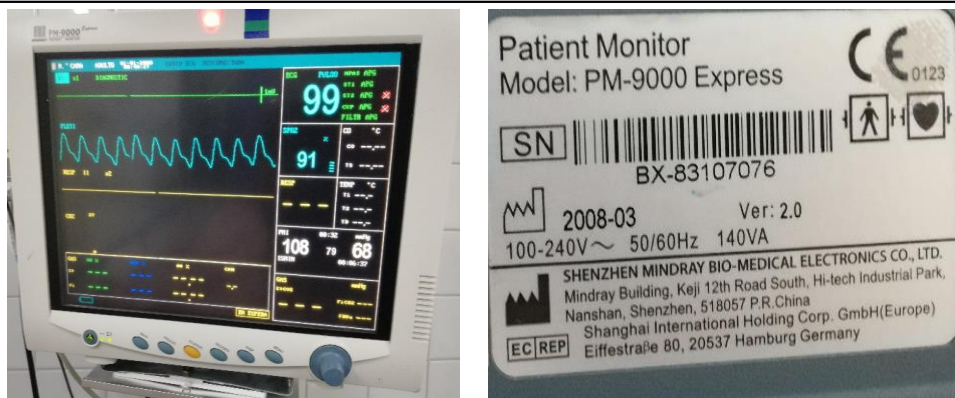
- La codificación del primer nivel jerárquico para equipos médicos está compuesta por un código alfanumérico que consta de dos letras y tres números, éstos significan UM (Unidad Médica) y 704 que es el número contable de hospitales a nivel nacional
- Para el segundo nivel se consideró 4 letras que significan abreviadamente el área donde se ubican los equipos, como ejemplo citamos los siguientes: QRFO (Quirófano), TEIN (terapia intensiva) y IMAG (Imagenología)
- El tercer nivel está constituido de 4 letras y tres números, las primeras dos letras clasifican a los equipos como EE (equipo especializado), ME (mueble y enser) y OB (otro bien), las dos siguientes letras catalogan como AF (activo fijo) y 3 dígitos que numeran al equipo (001).
- El cuarto nivel está constituido por tres letras, la primera letra designa la familia de los equipos como H (hospitalario), la dos siguientes letras clasifican el tipo de equipo como MO (monitor), MV (monitor de video), CA (cama), MQ (mesa quirúrgica), entre otros.

1.26. Ficha técnica

Se elaboró el formato de ficha técnica para cada equipo médico (ver tabla 3-7) tomando en consideración la norma (ISO 14224, 2016), ofreciendo a los técnicos de mantenimiento

una herramienta que permita visualizar la información de una manera didáctica, detallada y ordenada.

Tabla 3-7 Ficha técnica

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
Nombre	Monitor multiparámetros
Marca:	MINDRAY
Modelo:	PM-9000 EXPRESS
Número de serie:	BX-83107076
Principales componentes:	
Cable ekg, 5 leds, sensor de pulso, cable de poder, batería, fusibles, soporte metálico.	
	
Responsable de reportar daños:	Lcda. Miryam Córdova
Persona a la que se le reporta los daños:	Tlgo. Mauricio Vaca
Ubicación:	
Recuperación quirófono	
Código contable:	UM704-QRFOEE-AF-012

Realizado por: Autores

1.27. Análisis de criticidad

El análisis de criticidad de los equipos médicos de las áreas de estudio se determinó mediante la fórmula de cálculo del número GE, según el documento técnico Introducción al Programa de Mantenimiento de la OMS.

En la tabla 3-8 se puede apreciar la evaluación de puntajes para cada equipo médico de acuerdo con las valoraciones de las tablas de criterios de inclusión para el cálculo de GE. Clasificando a los equipos como “críticos” si tienen un valor de GE mayor o igual a 12, puntuación que indica que se incluyen (I) en el programa de mantenimiento preventivo,

o “no crítico” si el GE es menor a 12, lo que indica que estos equipos no incluyen (N) y se programarán tareas de mantenimiento correctivo.

Tabla 3-8 Análisis de criticidad

		CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018						
REALIZADO POR:		Diego Fernando Piñaloza Haro; Darío Alejandro Sánchez Condo						
FECHA:		06/12/2018						
APROBADO POR:		Ing. Luis Santos						
ÁREA:		Imagenología						
N°	Nombre del activo:	Función del equipo:	Riesgo físico asociado con la aplicación clínica:	Requisitos de mantenimiento:	Antecedentes de problemas del equipo:	GE	Clasificación	
1	Mesa de rayos X telecomandada	6	3	5	1	15	I	
2	Mamógrafo	6	3	5	1	15	I	
3	Sistema de digitalización rayos X e impresora	6	3	5	1	15	I	
4	Ecógrafo 3D - 4D	6	3	5	1	15	I	
5	Equipo de resonancia magnética	6	3	5	1	15	I	
6	Densitómetro	6	3	5	1	15	I	
7	Equipo de rayos X	6	3	5	1	15	I	
8	Tomógrafo 64 cortes	6	3	5	1	15	I	
9	Equipo de rayos X móvil	6	3	5	1	15	I	
10	Ecosonógrafo	6	3	5	1	15	I	
11	Impresora	4	3	5	1	13	I	
Área:		Quirófano						
12	Procesador de imágenes	9	5	3	1	18	I	
13	Procesador de imágenes	9	5	3	1	18	I	
14	Monitor	9	3	3	1	16	I	
15	Monitor multiparámetros	9	3	3	1	16	I	
16	Negatoscopio 1 cuerpo	4	2	1	1	8	N	
17	Unidad electro quirúrgica	9	5	3	1	18	I	
18	Cama eléctrica	8	2	3	1	14	I	
19	Monitor multiparámetros	9	3	3	1	16	I	

Realizado por: Autores

Una vez culminada la fase de jerarquización se reflejan los resultados expuestos en los siguientes diagramas que señalan la clasificación de equipos que incluyen y no incluyen en el plan de mantenimiento preventivo.

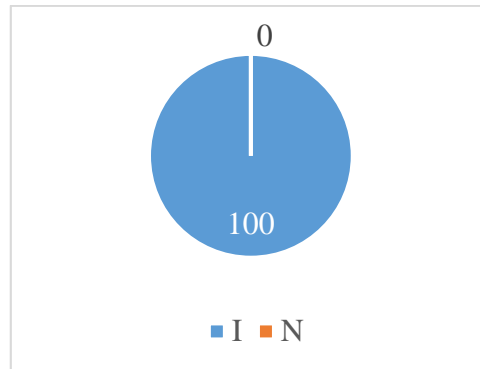


Gráfico 3-4 Clasificación de equipos de Imagenología
Realizado por: Autores

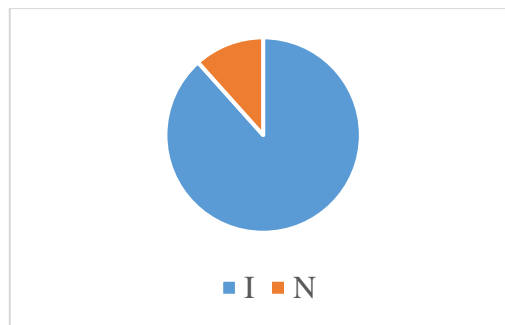


Gráfico 3-5 Clasificación de equipos de Quirófano
Realizado por: Autores

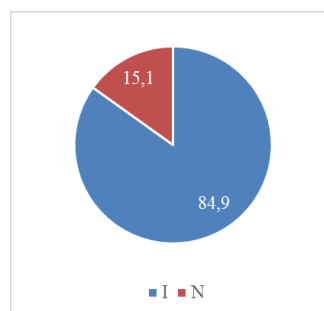


Gráfico 3-6 Clasificación de equipos de UCI
Realizado por: Autores

Nomenclatura:
I = Incluye
N = No incluye



1.28. Designación del modelo de mantenimiento

Para escoger el modelo de mantenimiento adecuado para cada equipo médico se tiene en cuenta los resultados obtenidos en el cálculo de GE, que clasifica como críticos a los que se incluyen en el programa y no críticos a los que se excluyen. Según (GARCÍA

GARRIDO, 2010) el modelo de mantenimiento a seguir de cada equipo médico se clasifica mediante un flujograma de decisión. Ver tabla 2-8.

La tabla 3-9 muestra el modelo de mantenimiento designado a cada equipo médico según la criticidad obtenida en el cálculo de GE.

Tabla 3-9 Modelos de mantenimiento

 SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 			
REALIZADO POR:		Diego Fernando Piñaloza Haro; Darío Alejandro Sánchez	
FECHA:		06/12/2018	
ÁREA:		Imagenología	
Nº	Nombre del equipo	Análisis de criticidad	Modelo de mantenimiento
1	Mesa de rayos X telecomandada	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
2	Mamógrafo	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
3	Sistema de digitalización rayos X e impresora	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
4	Ecógrafo 3D - 4D	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
5	Equipo de resonancia magnética	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
Área:		Quirófano	
12	Procesador de imágenes	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
13	Procesador de imágenes	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
14	Monitor	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
15	Monitor multiparámetros	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
16	Negatoscopio 1 cuerpo	Prescindible	Modelo correctivo
Área:		Unidad de cuidados intensivos	
139	Monitor cardiaco	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
140	Lámpara cuello de ganso	Prescindible	Modelo correctivo
141	Monitor desfibrilador	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
142	Monitor desfibrilador	Crítico	Modelo de alta disponibilidad
143	Cama metabólica	Crítico	Modelo de alta disponibilidad

Realizado por: Autores

1.29. Asignación de tareas de mantenimiento

Para la selección de las tareas de mantenimiento de los equipos críticos según el modelo de alta disponibilidad se considera el (AMFE) Análisis de Modo de Falla y Efecto que es un conjunto de directrices que tratan de identificar, eliminar o reducir los fallos.

El equipo escogido para este análisis es la mesa de rayos X tele comandada, la cual tiene la función de generar imágenes de las partes del cuerpo humano para detectar anomalías o enfermedades en los pacientes. Se realiza el AMFE del equipo (ver tabla 3-11) y se evalúa el sistema, la función, tipo de falla funcional o técnica, descripción de la falla, modo de falla, clasificación del modo de falla como “a evitar” cuando es una falla funcional y “a amortiguar” si es una falla técnica, asignación del código de tarea (ver tabla 2-11) y su respectiva descripción.

1.30. Asignación de recursos a las tareas

Los recursos a utilizar en las intervenciones de mantenimiento deben estar codificados especificando si es un repuesto (R), si es herramienta (H) o si es material (M), adicional a ello indica la unidad médica 704, el tipo de equipo al que pertenece y el número de tres dígitos.

Tabla 3-10 Inventario de recursos

INVENTARIO DE REPUESTOS HERRAMIENTAS Y MATERIALES					
Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
R-704-HMO-001	Cable de poder	R-704-HTO-004	Tomas eléctricas	R-704-HLA-002	kit de tuberías, válvulas y empaquetadura
R-704-HMO-002	Cables ECG	R-704-HTE-001	Brazaletes	R-704-HBI-001	Censores de fluidos
R-704-HMO-003	Baterías	R-704-HTE-002	Tuberías de presión	R-704-HBI-002	Tuberías
R-704-HMO-004	Fusibles	R-704-HTE-003	Peras	R-704-HBI-003	Fusibles
R-704-HLG-001	Focos	R-704-HEL-001	Batería	R-704-HBI-004	Cable de poder
R-704-HCA-001	Ruedas y frenos	R-704-HEL-002	1 cable de ECG	R-704-HMM-001	Filtros de aire
R-704-HCA-002	Baterías	R-704-HEL-003	Electrodos precordiales	R-704-HMM-002	Tarjetas de procesamiento de imagen

Realizado por: Autores

Tabla 3-11 AMEF

Análisis de Modo y Efecto de Fallo y determinación de las tareas de mantenimiento								
Equipo	Sistemas	Función	Tipo de falla	Descripción de la falla	Modo de falla	Clasificación	Tipo de tarea	Tareas de mantenimiento
Mesa de rayos X tele comandada	Mesa de rayos X	Tomar radiografías del cuerpo humano	Funcional	El equipo no toma radiografías	No hay alimentación eléctrica al equipo	A evitar	B1	Inspección de conexiones eléctricas y electrónicas
					Tubo de rayos X quemado	A evitar	D1	Verificación de funcionamiento tubo de rayos X
			Técnico	No toma radiografías enfocadas	A amortiguar	B2	Calibración del punto focal del colimador	
				Colimador dañado	A amortiguar	D2	Verificación de funcionamiento de colimador	
	Sistema de transmisión de la mesa de rayos X	Generar movimientos longitudinales y transversales	Funcional	Sistema de transmisión no genera movimiento	Cadena y bandas rotas	A evitar	A1	Lubricación de partes móviles (rieles, cadena, ejes) y cambio de grasa dieléctrica
					Motor eléctrico sin alimentación eléctrica	A evitar	B3	Inspección de conexiones eléctricas del motor

Tabla 3-11 (continúa) AMEF

					Rieles atascados o descarrilados	A evitar	D3	Limpieza de rieles
			Técnico	Sistema de transmisión genera movimiento deficiente	Escobillas desgastadas del motor eléctrico	A amortiguar	B4	inspección de escobillas del motor
					Pernos de anclaje del motor desajustados	A amortiguar	D4	Ajuste de pernos de anclaje del motor
Consola de operación	Ordenar movimientos a la mesa de rayos X	Funcional		El equipo no genera la señal de movimientos	Palancas de mando desconectadas	A evitar	B5	Inspección de estado de palancas de mando
				El monitor no muestra la imagen	Cable de video o cable de poder dañado	A evitar	B6	Inspección del cable de video y cable de poder
		Técnico		El equipo genera la señal de movimientos de manera deficiente	Contactos de las palancas desgastados	A amortiguar	B7	Inspección de estado de palancas de mando

Realizado por: Autores

El técnico de mantenimiento (TE) debe utilizar una variedad de recursos en cada intervención de mantenimiento, es por ello que se agrupa las herramientas (CH), los materiales de limpieza (ML), el equipo de protección personal (EPP) como se observa en la tabla 3-12.

Tabla 3-12 Codificación de recursos

Codificación de recursos para tareas de mantenimiento		
Código	Definición	Detalle
CH	Caja de herramientas	Juego de hexagonales, llaves mixtas, alicates, playo, martillo, estilete, juego de destornilladores
ML	Material de limpieza	Brocha, franela, aire comprimido, espray limpiador
EPP	Equipo de protección personal	Guantes aislantes, gafas, mandil, zapatos punta de acero, orejeras, casco
TM	Técnico de mantenimiento	Personal técnico

Realizado por: Autores

En la tabla 3-13 se asignan los recursos mediante su codificación para cada tarea de mantenimiento incluyendo materiales, herramientas, mano de obra y el tiempo de ejecución.

1.31. Frecuencias de intervenciones de equipos



En la tabla 3-14 se evalúan las frecuencias de mantenimiento de cada equipo médico, definiéndolas como anuales (A), semestrales (S) y correctivas (C), según la determinación del cálculo de GE definido por la (OMS, 2012) detallado en el capítulo 2.

Tabla 3-13 Asignación de recursos a la mesa de rayos X tele comandada

Equipo	Tipo de tarea	Tareas de mantenimiento	Materiales	Herramientas	Mano de obra	Tiempo de ejecución (min)
Mesa de rayos X tele comandada	B1	Inspección de conexiones eléctricas y electrónicas	EPP	Multímetro	TM	20
	D1	Verificación de funcionamiento tubo de rayos X	EPP	Multímetro	TM	20
	B2	Calibración del punto focal del colimador	EPP, ML	CH	TM	30
	D2	Verificación de funcionamiento de colimador	EPP	Multímetro	TM	20
	A1	Lubricación de partes móviles (rieles, cadena, ejes) y cambio de grasa dieléctrica	EPP, ML	CH	TM	45
	B3	Inspección de conexiones eléctricas del motor	EPP, ML	Multímetro, CH	TM	45
	D3	Limpieza de rieles	EPP, ML	CH	TM	45
	B4	Inspección de escobillas del motor	EPP, ML	CH	TM	30
	D4	Ajuste de pernos de anclaje del motor	EPP, ML	CH	TM	30
	B5	Inspección de estado de palancas de mando	EPP	Multímetro	TM	20
	B6	Inspección del cable de video y cable de poder	EPP	Multímetro	TM	20
	B7	Inspección de estado de palancas de mando	EPP	Multímetro	TM	20

Realizado por: Autores

Tabla 3-14 Frecuencias de mantenimiento de equipos

 FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HOSPITAL GENERAL AMBATO 2018 				
REALIZADO POR:		Diego Fernando Piñaloza Haro; Darío Alejandro Sánchez Condo		
FECHA:		06/12/2018		
ÁREA:		Imagenología		
N°	Nombre del activo:	GE	Clasificación:	Frecuencia de mantenimiento
1	Mesa de rayos X telecomandada	15	I	S
2	Mamógrafo	15	I	S
3	Sistema de digitalización rayos X e impresora	15	I	S
4	Ecógrafo 3D - 4D	15	I	S
5	Equipo de resonancia magnética	15	I	S
Área:		Quirófano		
12	Procesador de imágenes	18	I	S
13	Procesador de imágenes	18	I	S
14	Monitor	16	I	S
15	Monitor multiparámetros	16	I	S
16	Negatoscopio 1 cuerpo	8	N	A
Área:		Unidad de cuidados intensivos		
139	Monitor cardíaco	16	I	S
140	Lámpara cuello de ganso	10	N	A
141	Monitor desfibrilador	16	I	S
142	Monitor desfibrilador	16	I	S
143	Cama metabólica	14	I	A

Realizado por: Autores

Una vez culminado el proceso de análisis de información de la tabla 3-14, se determina en diagramas de pastel las frecuencias de intervenciones a los equipos médicos de cada área de estudio.

Nomenclatura:

A = Anual

S = Semestral

C = Correctivo

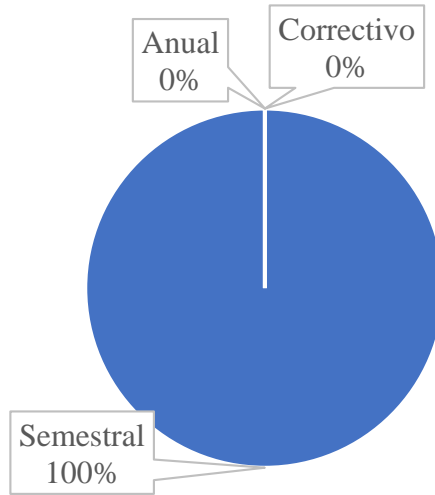


Gráfico 3-7 Frecuencias de mantenimiento de Imagenología
Realizado por: Autores

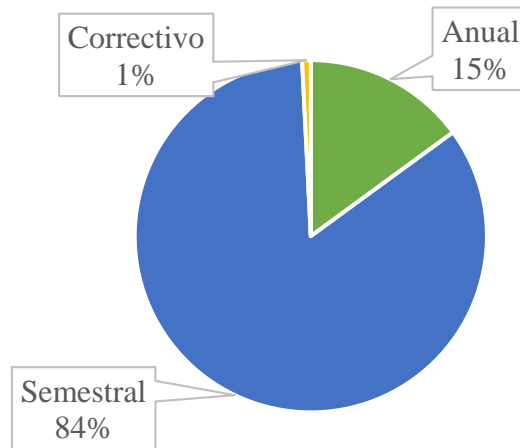


Gráfico 3-8 Frecuencias de mantenimiento Quirófano
Realizado por: Autores

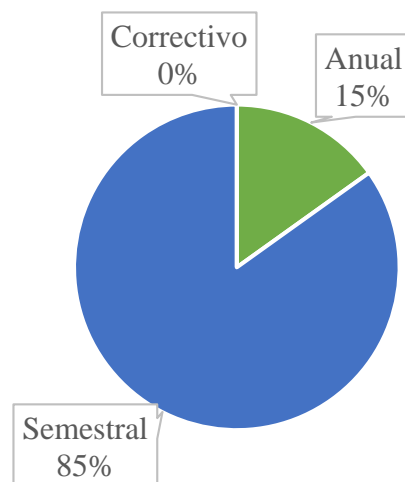


Gráfico 3-9 Frecuencias de mantenimiento UCI
Realizado por: Autores

1.32. Software de Mantenimiento

3.1.4. Pasos a seguir para la implementación del plan de mantenimiento en sisMAC:

Paso 1. Nivel de instalaciones

Para crear la unidad médica Hospital IESS Ambato nivel II de código UM704 en el software se accede a infraestructura, luego en la opción ingreso seleccionamos “crear instalaciones/equipo” como se observa en la figura 3-3.

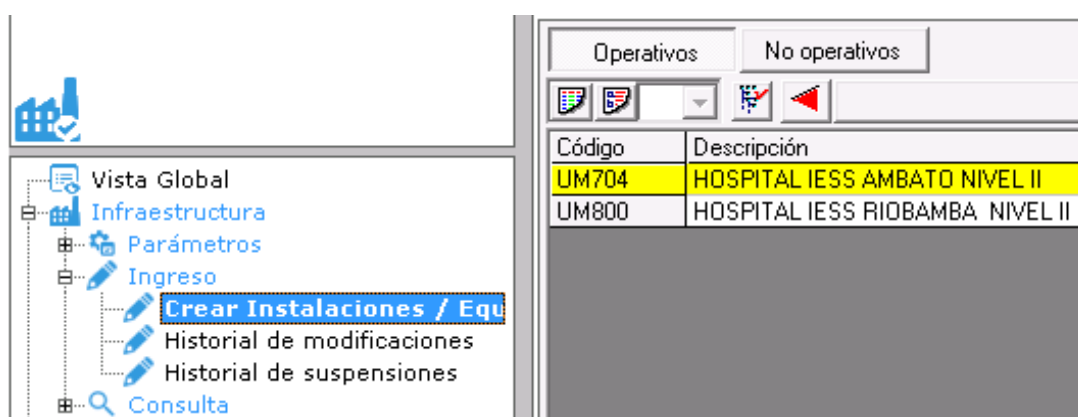


Figura 3-3 Ventana de creación de instalaciones
Fuente: sisMAC

Paso 2. Nivel de especialidades

Para crear las diferentes áreas del HGA ubicamos la unidad médica UM704 ya creada, seleccionamos el ítem “especialidades” y hacemos clic en nuevo como se puede ver en la figura 3-4

En el ícono “nuevo” se despliega la ventana de inventario técnico, donde codificamos el área, añadimos la descripción y finalmente aceptamos como se aprecia en la figura 3-5.

Paso 3. Nivel de sistemas

Para crear los sistemas de equipos de cada área, seleccionamos la especialidad ya creada y damos clic en nuevo, donde se desplegará la ventana “inventario técnico-edición/nuevo sistema”, codificamos el sistema, colocamos una descripción y aceptamos, como se indica en la figura 3-6.

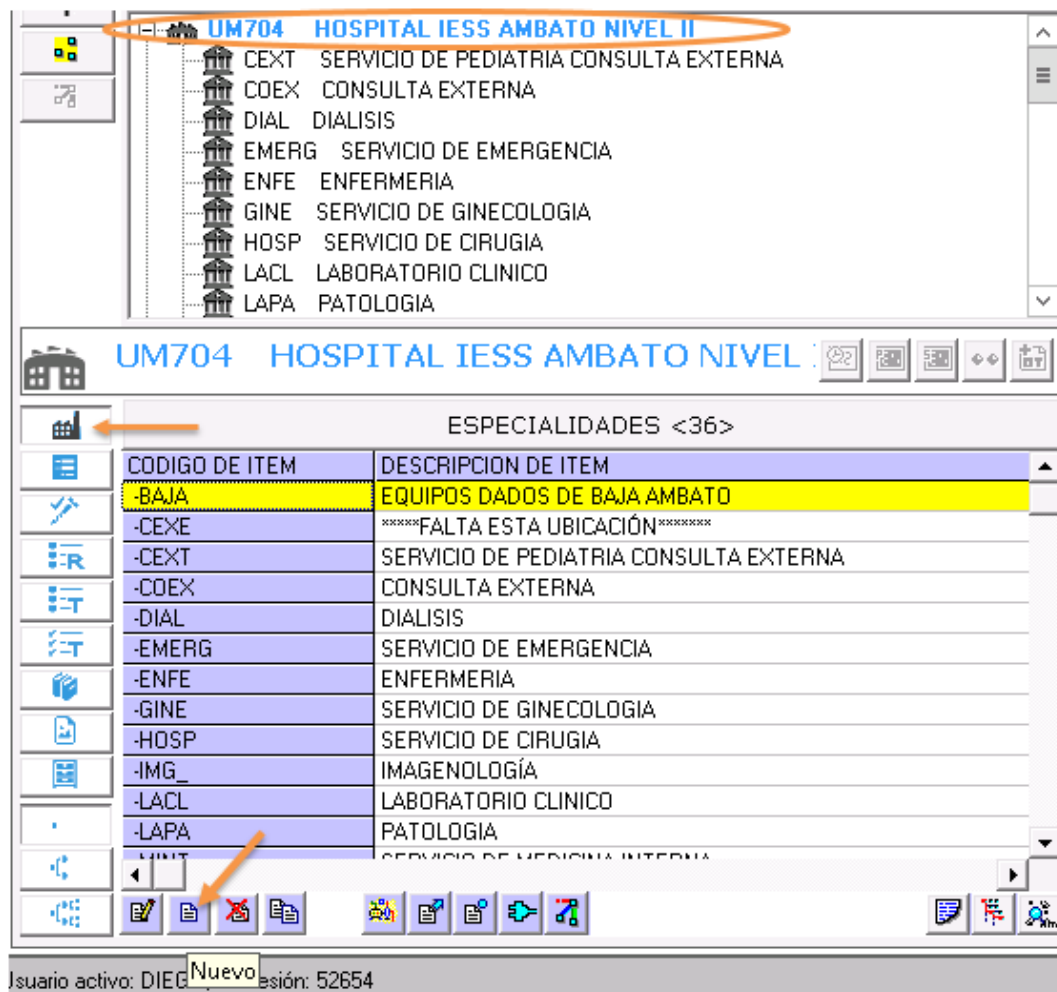


Figura 3-4 Ubicación para crear áreas
Fuente: sisMAC

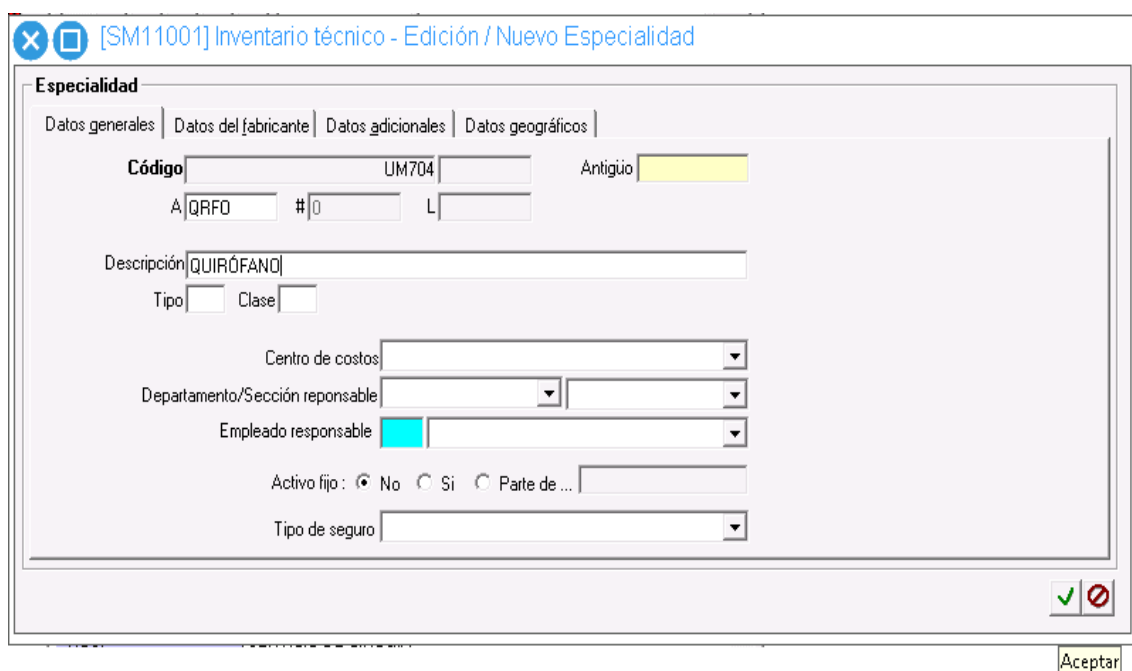


Figura 3-5 Nueva especialidad
Fuente: sisMAC

Figura 3-6 Nuevo sistema
Fuente: sisMAC

Paso 4. Nivel de equipo

Para introducir equipos seleccionamos el sistema previamente creado y hacemos clic en nuevo, donde se desplegará la ventana “selección de familia/tipo/clase/subclase”, se escoge la familia, el tipo, la clase y la subclase que pertenece el equipo y aceptamos, como se puede observar en la figura 3-7.

Figura 3-7 Selección de familia/tipo/clase/subclase
Fuente: sisMAC

Paso 5. Fichas técnicas

Para subir los datos de la tabla 3-7 de fichas técnicas en sisMAC ubicamos el nivel de sistema, seleccionamos el ítem de ficha técnica, y damos clic en “nuevo” donde se desplegará la ventana “ficha/ingreso de datos” con los campos a llenar como marca, modelo, serie, sección hospitalaria, centros de costos, año de fabricación, código contable del activo, foto del equipo, placa y aceptamos.



Ficha - Ingreso de datos

Marca MINDRAY

Modelo PM-9000 EXPRESS

No. Serie BX-83107076

Seccion Hospitalaria Quirofano

Centro de costo 0

Año de Fabricacion

Codigo Contable del Activo UM704CEQREE-AF-012

Foto del Equipo

Foto Placa

Patient Monitor
Model: PM-9000 Express
SN BX-83107076
2008-03 Ver: 2.0
100-240V~ 50/60Hz 140VA
SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.
Mindray Building, Kaji 12th Road South, Hi-tech Industrial Park,
Nanshan, Shenzhen, 518057 P.R.China
Shanghai International Holding Corp. GmbH(Europe)
Eiffelstrale 80, 20537 Hamburg Germany

Ligado

Aceptar

Figura 3-8 Ficha técnica de sisMAC
Fuente: sisMAC

Paso 6. Asignación de tareas de mantenimiento

Para asignar las tareas a los tipos de equipos accedemos a “mantenimiento” en el ítem “parámetros”, luego en “tareas generales” se despliega una ventana donde seleccionamos la familia, la clase del equipo y el tipo de la tarea. Luego hacemos clic en nuevo donde se

editan los campos de código, descripción de la tarea y aceptamos como se puede ver en la figura 3-9.

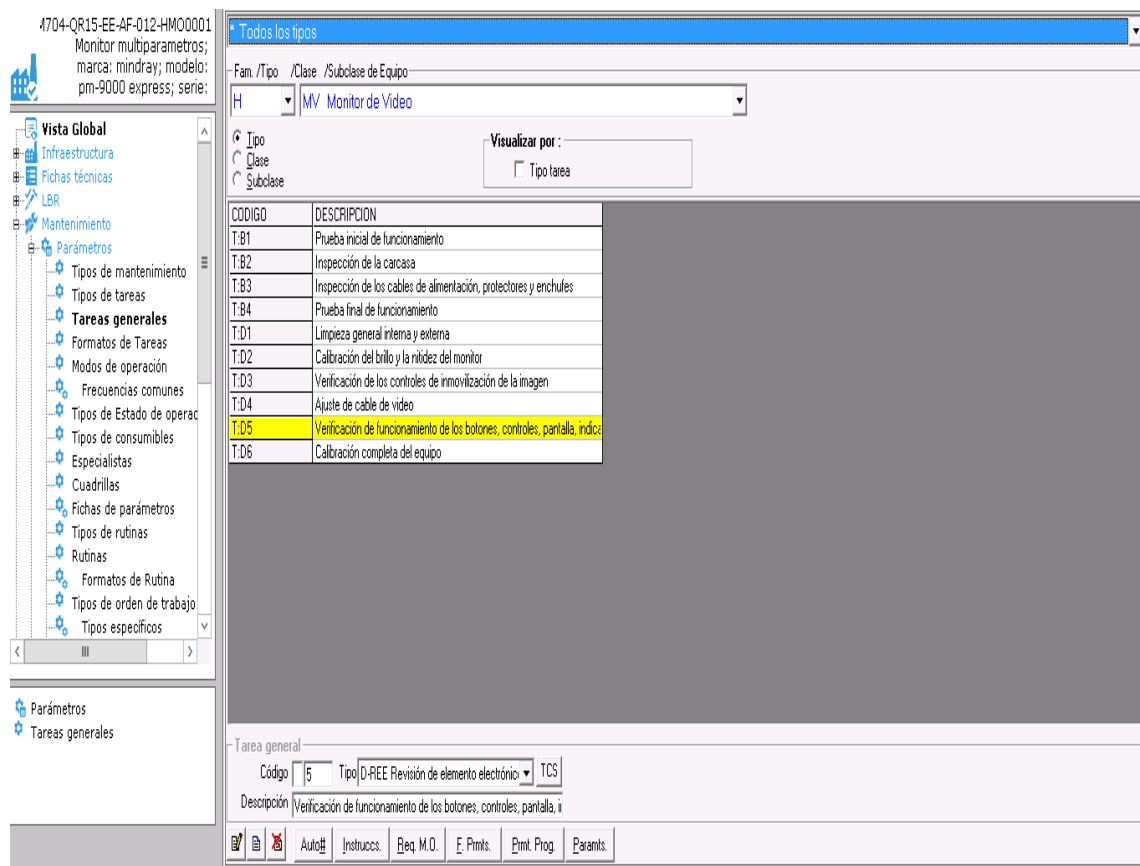


Figura 3-9 Asignación de tareas
Fuente: sisMAC

Rutinas.- Para crear una rutina de inspección de mantenimiento dar clic en el ícono mantenimiento, luego en parámetros buscar la sección rutinas donde se despliega la ventana “rutinas” (ver figura 3-10), seleccionar la unidad médica, el departamento, dar clic en nuevo, escoger el filtro de rutinas y añadir la descripción con su frecuencia de intervención.

Luego de haber creado la rutina dar clic en diseñar donde se despliega la ventana “diseño de rutinas” (ver figura 3-11), que sirve para escoger los equipos similares y vincular las tareas de mantenimiento.

- **Rutinas cíclicas Rutas.-** Para crear una nueva rutina cíclica-rutas hacer clic en módulo de mantenimiento, clic en sección ingreso y buscar la opción rutinas cíclicas-rutas donde se despliega la ventana “rutinas cíclicas-rutas” (ver figura 3-12), seleccionar la unidad médica y el departamento encargado.

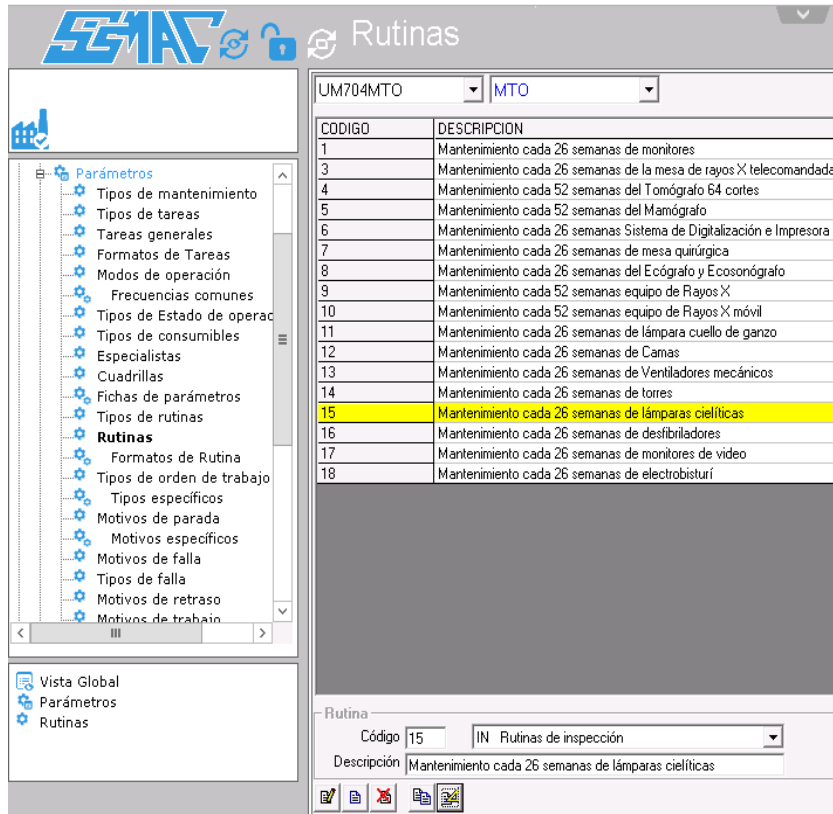


Figura 3-10 Rutinas
Fuente: sisMAC

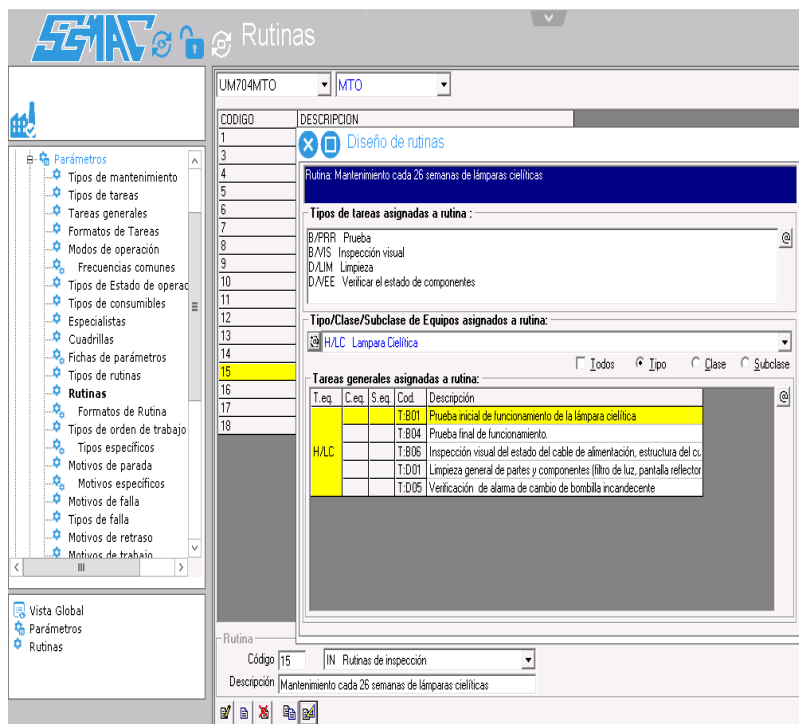


Figura 3-11 Diseño de rutinas
Fuente: sisMAC

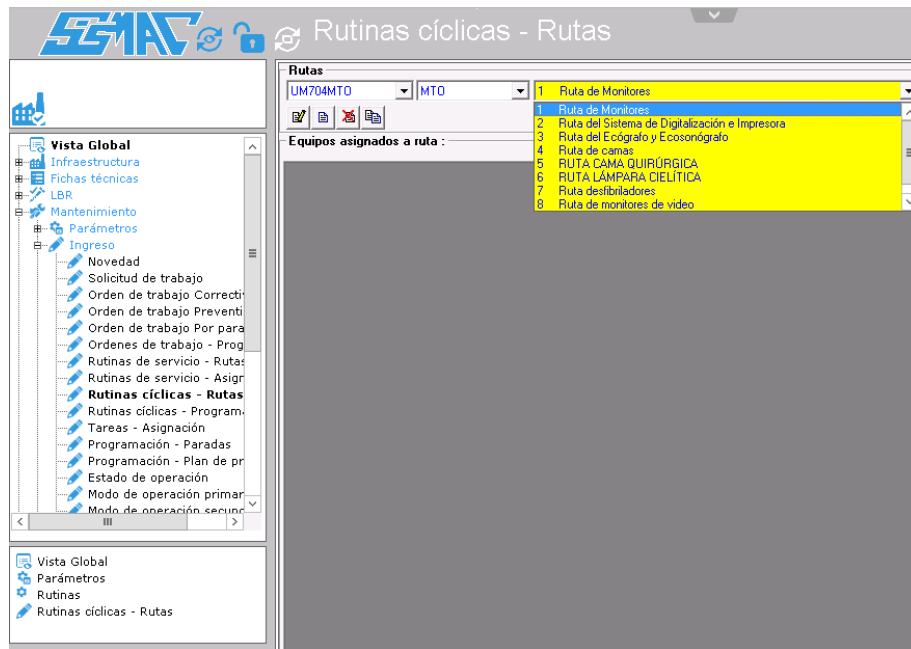


Figura 3-12 Rutina cíclicas-rutas
Fuente: sisMAC

Dar clic en nuevo y se despliega la ventana “equipos existentes” (ver figura 3-13) donde al presionar F4 en la sección de color verde se muestra la ventana de “selección de familia/tipo/clase/subclase”, seleccionar la familia, tipo y dar clic en aceptar, luego presionar en el ícono “buscar” para mostrar todos los equipos del mismo tipo. Finalmente describir el nombre de la rutina y aceptar.

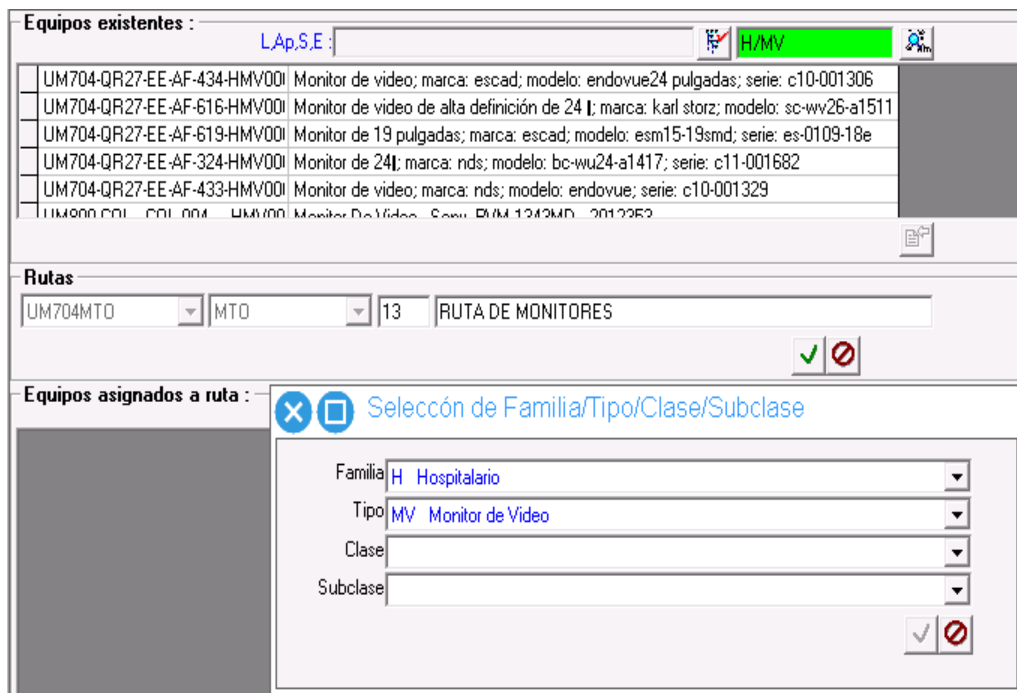


Figura 3-13 Equipos existentes
Fuente: sisMAC

Luego seleccionamos la ruta creada y procedemos a enlistar los equipos.

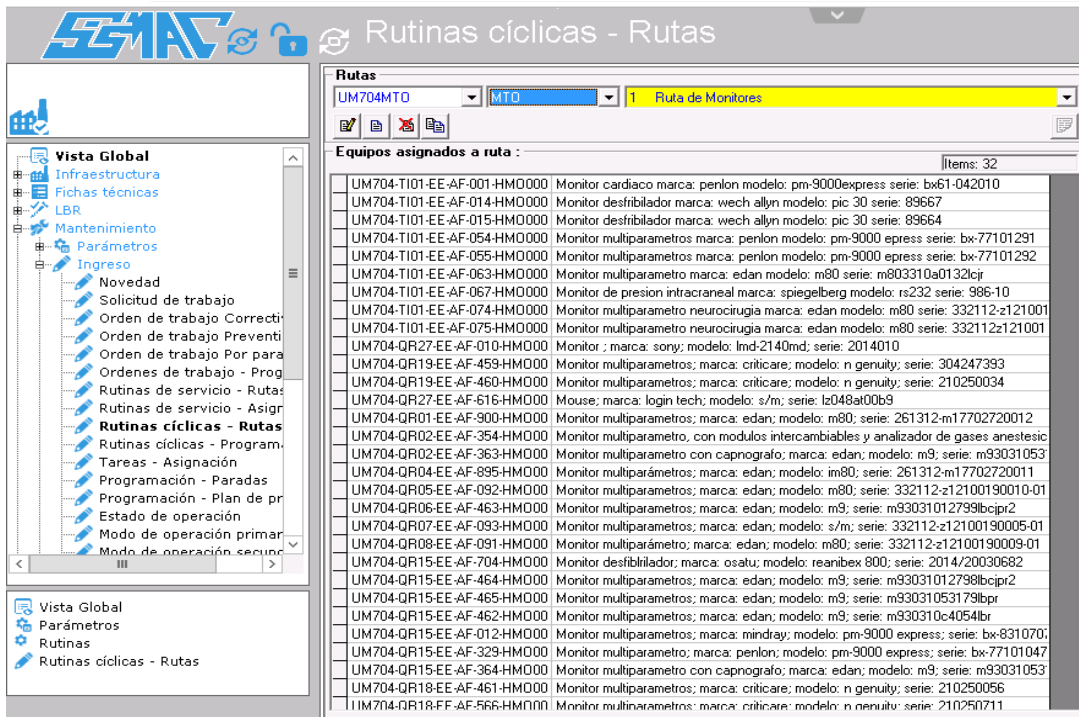


Figura 3-14 Selección de equipos en la ruta
Fuente: sisMAC

Programación de rutinas cíclicas.- La rutina cíclica se utiliza para agrupar equipos del mismo tipo con sus tareas de mantenimiento.

Para programar rutinas cíclicas seleccionar el módulo de mantenimiento, en la sección “ingreso” clic el ítem “rutinas cíclicas-programación”, donde se despliega la ventana “rutinas cíclicas-programación” (ver figura 3-15), elegir la unidad médica y el departamento responsable. Seleccionar la rutina creada y programar las sub rutas de los equipos, colocar la última fecha de intervención para designar la frecuencia con su respectiva unidad de tiempo.

Programación de rutinas de servicio.- Las rutinas de servicio sirven para asignar tareas a un solo sistema de equipos a la vez

Luego de crear la rutina y asignar las tareas a cada tipo de equipo, desde vista global ubicar el sistema, seleccionar el ícono “rutinas de mantenimiento asignadas”, dar clic en nuevo, donde se despliega la ventana “asignación de rutinas” (ver figura 3-16),

seleccionar la unidad médica, el departamento, escoger la rutina creada y dar clic en agregar.

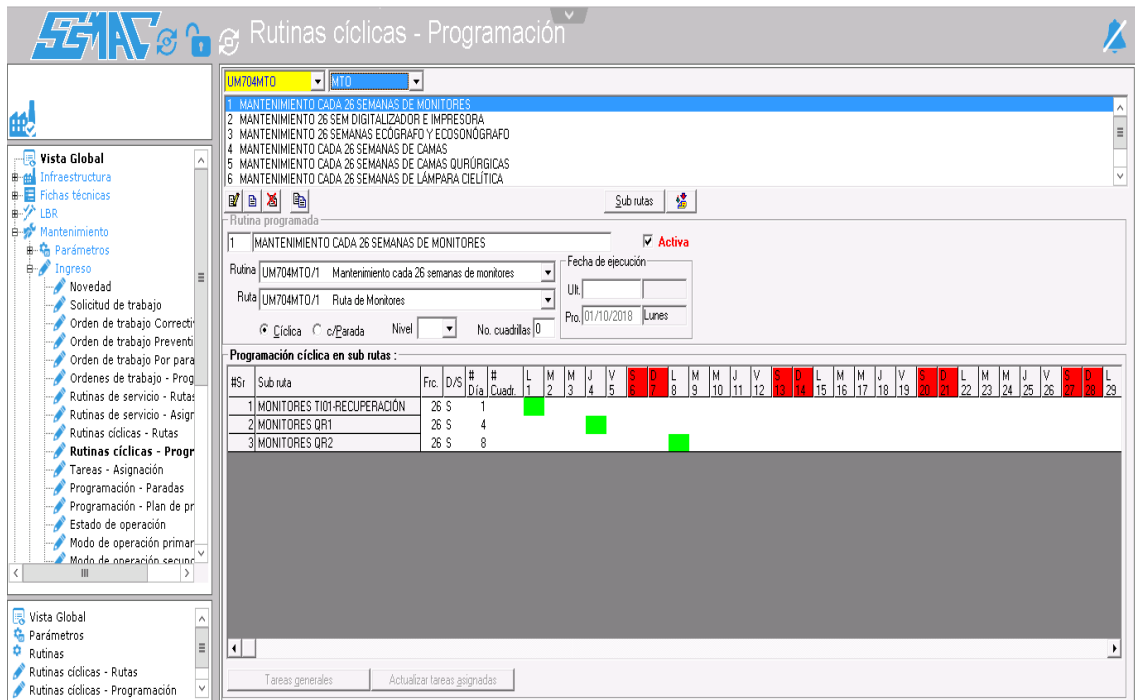


Figura 3-15 Rutinas cíclicas-programación
Fuente: sisMAC

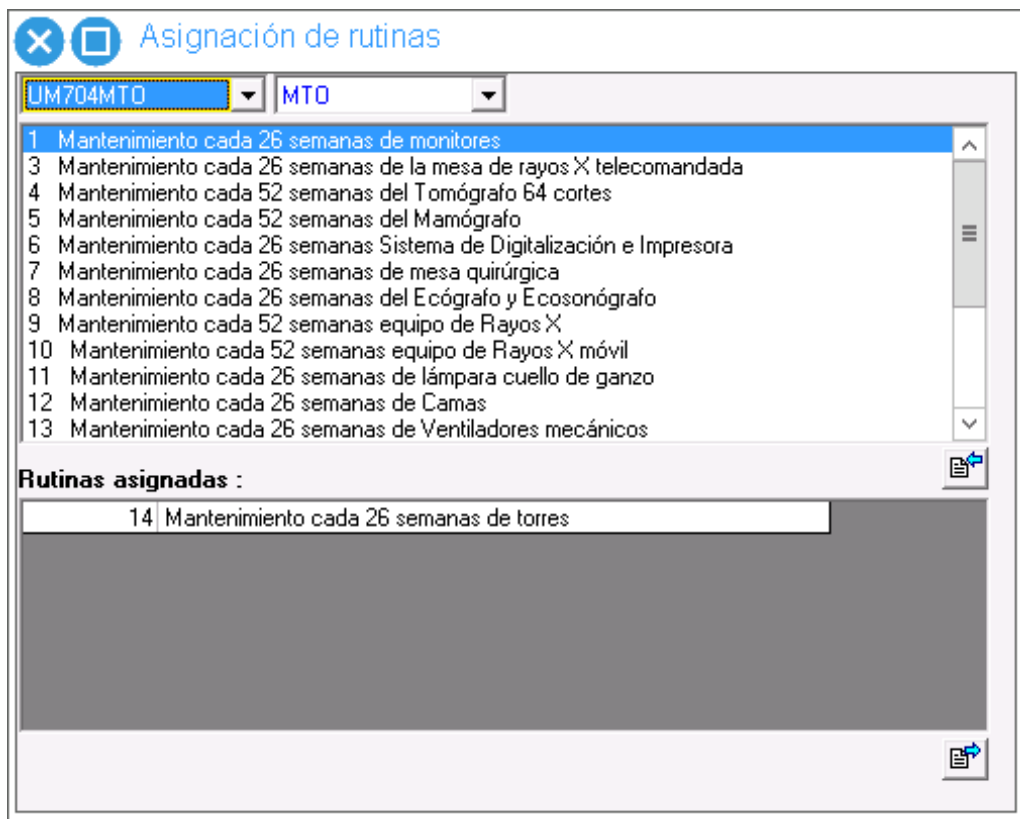


Figura 3-16 Asignación de rutinas
Fuente: sisMAC

Se edita la rutina de servicio y se muestra la ventana “listado de rutinas”, en esta ventana se escoge la frecuencia en semanas y se coloca la última fecha de ejecución, luego se ubica el cursos en la próxima fecha de ejecución, se presiona la tecla F2 y automáticamente se calcula la siguiente intervención de mantenimiento.

Figura 3-17 Listado de rutinas
Fuente: sisMAC

3.1.5. Capacitación al personal técnico

Los tesistas Diego Fernando Piñaloza Haro y Darío Alejandro Sánchez Condo, proporcionaron la capacitación al personal técnico involucrado en la gestión de equipos médicos referente al manejo adecuado de la herramienta informática sisMAC en los temas de:

1. Ingreso al sisMAC

Para tener acceso al software se requiere conexión a internet y un ordenador o teléfono con sistema operativo android. Ingresamos al sitio web oficial <https://cloud.sismac.net> donde se extenderá la siguiente ventana en la cual ingresaremos el nombre y la contraseña de la base de datos de nuestro proyecto técnico.

Usuario: hiess

Contraseña: I3Ssismac



Figura 3-18 Ventana de inicio de sisMAC
Fuente: cloud.sismac.net

Luego de hacer clic en “log on” se despliega la ventana de usuario, utilizada por el personal de mantenimiento y los responsables de cada área, donde deben estar previamente registrados con su respectivo nombre y clave.



Figura 3-19 Ventana de usuario sisMAC
Fuente: cloud.sismac.net

Tabla 3-15 Usuarios y contraseñas

Área	Personal administrativo	Usuario	Contraseña
Servicios Generales	Ing. Juan Carlos González	JGONZALEZ	123
Área	Técnicos de mantenimiento	Usuario	Contraseña
Servicios Generales	Ing. Luis Santos	LSANTOS	123
Servicios Generales	Ing. Isabel Vaca	IVACA	123
Servicios Generales	Ing. Mauricio Vaca	MVACA	123
Servicios Generales	Ing. David López	DLOPEZ	123
Área	Auxiliares de mantenimiento	Usuario	Contraseña
Taller	Patricio Ramón	PRAMON	123
Taller	Paúl Ramos	PRAMOS	123
Taller	Paúl Bustos	PBUSTOS	123
Taller	Edmundo Loaiza	ELOAIZA	123
Taller	Ricardo Acosta	RACOSTA	123
Área	Jefe de área	Usuario	Contraseña
Imagenología	Lcda. Susana Rodríguez	SRODRIGUEZ	123
Quirófano	Lcda. Miriam Córdova	MCORDOVA	123
Unidad de Cuidados Intensivos	Lcda. Silvia Villena	SVILEMA	123

Fuente: sisMAC

Proceso a seguir para generar una Solicitud de Trabajo

El personal responsable de las áreas de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos es el encargado de generar la solicitud de trabajo, accediendo a sisMAC con su respectivo usuario y código. Dando clic en el ítem “solicitud de trabajo”, se despliega una ventana con las siguientes celdas a ser llenadas:

- **Descripción S. T:** Definir una breve descripción del trabajo solicitado.
- **Solicita:** Describe la unidad médica, el departamento quién solicita y quién ejecuta respectivamente, y el motivo de la solicitud.
- **Descripción adicional:** especifica el nivel de prioridad, la persona que emite, la fecha del documento y el equipo a cuál se va a intervenir

Finalmente hacer clic en aceptar para generar la solicitud.

Figura 3-20 Solicitud de trabajo
Fuente: sisMAC

Proceso a seguir para generar una Orden de trabajo

El personal técnico de mantenimiento es el encargado de generar la orden de trabajo para cada solicitud de trabajo, accediendo previamente a sisMAC con su respectivo usuario y clave. Dando clic en ingreso, seleccionamos orden de trabajo correctiva, donde se abrirá una ventana con especificaciones necesarias como:

- **Descripción de trabajo a ejecutar:** Describe el trabajo específico solicitado
- **# de la orden de trabajo:** Es un número único de cada orden realizada

- **Cuenta contable:** Seleccionar la cuenta mantenimiento
- **Centro de costos:** Seleccionar instalación mantenimiento y reparación
- **Destino:** Especificar el equipo a intervenir
- **Tipo OT:** Seleccionar entre OT correctivo y OT proyecto
- **Solicita:** Seleccionar la unidad y el departamento quién solicita la OT
- **Ejecuta:** Seleccionar la unidad y el departamento responsable de ejecutar la OT
- **Proveedor sugerido:** Seleccionar el proveedor de mantenimiento tercerizado

Figura 3-21 Orden de trabajo
Fuente: sisMAC

Finalmente hacer clic en aceptar para generar la orden de trabajo.

3.1.6. Cronograma de mantenimiento

El cronograma de mantenimiento en las áreas de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos del HGA para el año 2019 se muestra en la tabla 3-16, donde se observa la programación de frecuencias calculadas de 26 y 52 semanas con la fecha de intervención, divididas en sub rutas que agrupan equipos del mismo tipo.

Tabla 3-16 Planificación de sub rutas del área de Quirófano

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL HGA 2019																								
N°	Sub ruta	Frc.	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Sub ruta 1 qrfo bomba de succión irrigación	26S	OT																					
2	Sub ruta 2 qrfo equipo de radiofrecuencia	26S		OT																				
3	Sub ruta 3 qrfo fuente de luz	26S			OT																			
4	Sub ruta 4 qrfo fuente de luz	26S				OT																		
5	Sub ruta 5 qrfo de grabador de imágenes	26S						OT																
6	Sub ruta 6 qrfo insuflador electrónico	26S							OT															
7	Sub ruta 7 qrfo monitor de video	26S								OT														
8	Sub ruta 8 qrfo monitores de video	26S									OT													
9	Sub ruta 9 qrfo motor eléctrico para neurocirugía	26S										OT												
10	Sub ruta 10 qrfo procesador de imágenes	26S												OT										
11	Sub ruta 11 qrfo procesador de imágenes	26S													OT									
12	Sub ruta 12 qrfo shaver	26S														OT								
13	Sub ruta 13 qrfo sistema succión humo	26S															OT							
14	Sub ruta 14 qrfo tele pack	26S																OT						
15	Sub ruta 15 qrfo trépano	26S																	OT					
16	Sub ruta 16 qrfo unidad de succión	26S																		OT				
17	Sub ruta 17 qrfo unidad electroquirúrgica	26S																			OT			
18	Sub ruta 18 qrfo cuna de calor radiante	26S																				OT		
19	Sub ruta 19 qrfo desfibrilador	26S																					OT	

Fuente: sisMAC

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO

1.33. Resultados de la evaluación de la gestión de mantenimiento

Con los resultados obtenidos del índice de conformidad de los factores clave de inventario, metodología de la gestión y recursos de la tabla 3-4 se realizó una comparación con la gestión óptima de mantenimiento reflejando los resultados mediante un diagrama de radar (ver gráfico 4-1) que facilita la interpretación del cumplimiento de la gestión de mantenimiento.

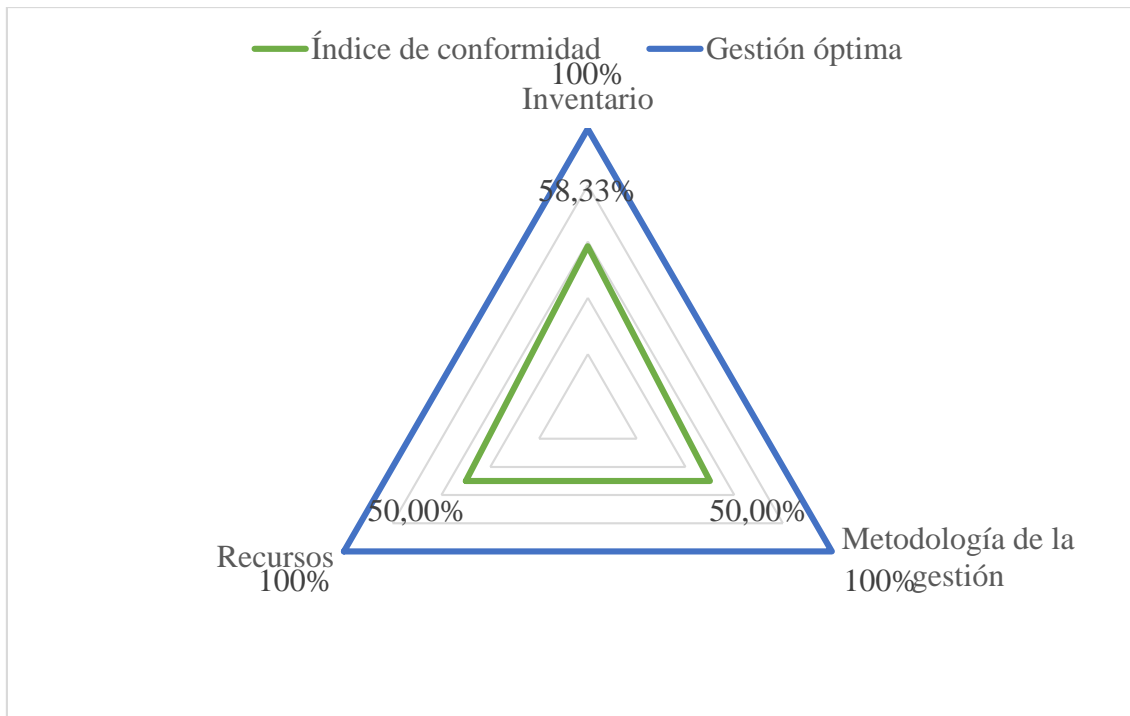


Gráfico 4-1 Diagrama de radar, Cumplimiento de la gestión actual del HGA
Elaborado por: Piñaloza D., Sánchez D.

El triángulo color rojo describe una gestión óptima del mantenimiento de acuerdo a lo que manifiestan los documentos técnicos de la (OMS, 2012), mientras que el triángulo azul refleja el nivel de cumplimiento de gestión del programa de mantenimiento del HGA.

Como resultado de la evaluación de la gestión actual de mantenimiento del HGA según los valores de referencia de la tabla 3-5 manifiesta que la institución de salud se encuentra en un nivel aceptable pero mejorable. Es por ello que el diseño del plan de mantenimiento de equipos médicos es necesario para aumentar el índice de conformidad.

1.34. Resultados del plan de mantenimiento

Para el diseño del plan de mantenimiento del HGA es necesario contar con la información completa referente a inventario, análisis de criticidad, tareas de mantenimiento preventivo, frecuencias de tareas planificadas y recursos, con el fin de obtener una adecuada gestión del mantenimiento. En el gráfico 4-2 se presenta un cuadro comparativo que muestra gráficamente el porcentaje de aporte de información para la mejora de la gestión de mantenimiento en el departamento de Servicios Generales.

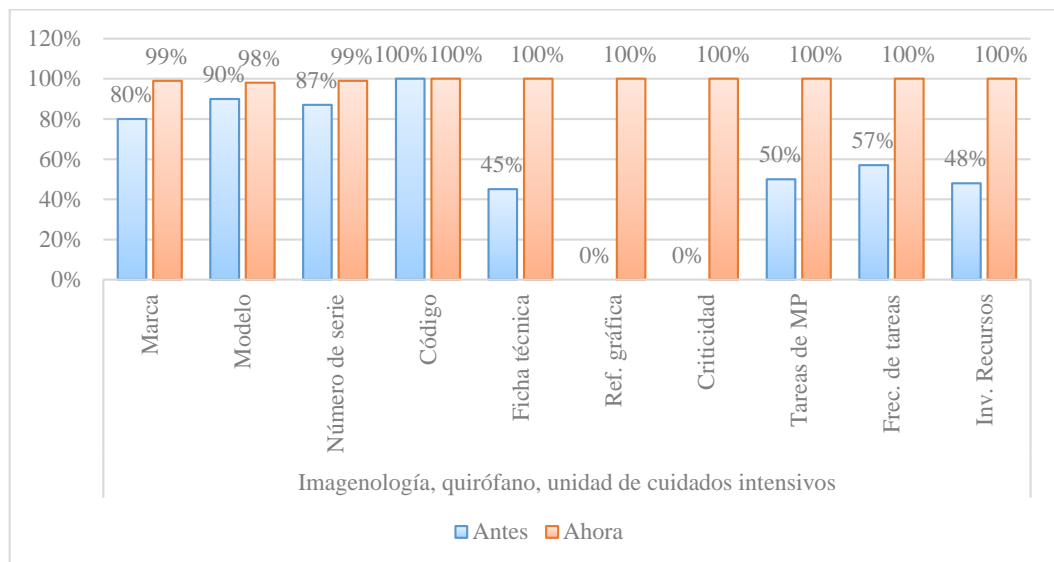


Gráfico 4-2 Cuadro comparativo de gestión de mantenimiento
Realizado por: Autores

1.35. Resultados de la implementación del Software

Como resultado final de la implementación del plan de mantenimiento del HGA en el software sisMAC se obtiene un cronograma planificado de sub rutas de intervenciones.

4.1.1. Rutas de intervenciones con sus respectivas sub rutas

La planificación para el año 2019 del mantenimiento para los equipos médicos de las áreas de Imagenología, Quirófano y Unidad de Cuidados Intensivos se diseña tomando en consideración el uso de rutinas con frecuencias calculadas de 26 y 52 semanas, divididas en sub rutas que agrupan equipos del mismo tipo y establece la fecha secuencial de la programación de intervenciones como se muestra en la tabla 4-1.

Tabla 4-1 Cronograma de sub rutas

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL HGA 2019														
Nº	Sub ruta	Frc.	E n e	F e b	M a r	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o	S e p	O c t	N o v	D i c
1	Sub ruta 1 qrfo bomba de succión irrigación	26S												
2	Sub ruta 2 qrfo equipo de radiofrecuencia	26S												
3	Sub ruta 3 qrfo fuente de luz	26S												
4	Sub ruta 4 qrfo fuente de luz	26S												
5	Sub ruta 5 qrfo de grabador de imágenes	26S												
6	Sub ruta 6 qrfo insuflador electrónico	26S												
7	Sub ruta 7 qrfo monitor de video	26S												
8	Sub ruta 8 qrfo monitores de video	26S												
9	Sub ruta 9 qrfo motor eléctrico para neurocirugía	26S												
10	Sub ruta 10 qrfo procesador de imágenes	26S												
11	Sub ruta 11 qrfo procesador de imágenes	26S												
12	Sub ruta 12 qrfo shaver	26S												
13	Sub ruta 13 qrfo sistema succión humo	26S												
14	Sub ruta 14 qrfo tele pack	26S												
15	Sub ruta 15 qrfo trépano	26S												
16	Sub ruta 16 qrfo unidad de succión	26S												
17	Sub ruta 17 qrfo unidad electroquirúrgica	26S												
18	Sub ruta 18 qrfo cuna de calor radiante	26S												
19	Sub ruta 19 qrfo desfibrilador	26S												
20	Sub ruta 20 qrfo coche de paro	26S												
21	Sub ruta 21 qrfo electrobisturí	26S												
22	Sub ruta 22 qrfo lámpara cielítica	26S												
23	Sub ruta 23 qrfo lámpara cielítica	26S												
24	Sub ruta 24 qrfo laser de vejiga	26S												
25	Sub ruta 25 qrfo máquina de anestesia	26S												
26	Sub ruta 26 qrfo máquina de anestesia	26S												
27	Sub ruta 27 qrfo mesa quirúrgica	26S												
28	Sub ruta 28 qrfo mesa quirúrgica	26S												
29	Sub ruta 29 qrfo monitor multiparámetros	26S												
30	Sub ruta 30 qrfo monitor multiparámetros	26S												
31	Sub ruta 31 qrfo monitor multiparámetros	26S												
32	Sub ruta 32 qrfo monitor multiparámetros	26S												
33	Sub ruta 33 qrfo monitor multiparámetros	26S												
34	Sub ruta 1 qrfo equipos de torres	52S												
35	Sub ruta 2 qrfo cama de recuperación	52S												
36	Sub ruta 3 qrfo cama de recuperación	52S												
37	Sub ruta 4 qrfo negatoscopio	52S												
38	Sub ruta 1 tein camas eléctricas	52S												
39	Sub ruta 2 tein camas eléctricas	52S												
40	Sub ruta 3 tein dispositivos médicos	52S												
41	Sub ruta 1 tein monitores	26S												
42	Sub ruta 2 tein monitores	26S												
43	Sub ruta 3 tein ventiladores	26S												
44	Sub ruta 4 tein ventiladores	26S												
45	Sub ruta 5 tein ventiladores	26S												
46	Sub ruta 6 tein campana de flujo laminar	26S												

Tabla 4-2 (continúa) Cronograma de sub rutas

1.36. CONCLUSIONES

- Una vez realizado el proyecto técnico se puede comprobar que la gestión de mantenimiento del HGA ha mejorado sustancialmente en la planificación del programa de mantenimiento de acuerdo a los factores clave utilizados en los documentos técnicos de la OMS los cuales son “inventario, metodología y recursos”.
- Se realizó el levantamiento y actualización de la información de equipos médicos en las áreas de estudio, lo cual fue aprobado por el Coordinador del Área de Servicios Generales - Mantenimiento.
- Al analizar en cada equipo médico el número GE (gestión de equipos) de la metodología recomendada en los documentos técnicos de la OMS, permitieron determinar la estrategia adecuada de mantenimiento con frecuencias definidas, y prioridades de intervención.
- El AMEF como estrategia sirvió para determinar las tareas de mantenimiento preventivo adecuadas para cada equipo médico, tomando en cuenta sus modos de fallo, de ese modo se plantearon las actividades pertinentes de mantenimiento, las cuales fueron programadas de forma sistemática.
- El diseño del cronograma de mantenimiento fue el argumento ilustrativo referencial para definir rutinas de mantenimiento preventivo en cada equipo médico, de manera que cada sub ruta de intervención manifiesta una frecuencia que responde a la prioridad establecida y la programación del plan de mantenimiento sistematizado en concordancia con el desarrollo normal del servicio de salud médica para el año 2019.
- Con el diseño del plan de mantenimiento en la herramienta informática sisMAC se ha facilitado la administración de información referente a inventario, fichas técnicas, tareas de mantenimiento, frecuencias, solicitudes y órdenes de trabajo para un mejor desempeño de la gestión de mantenimiento del HGA.

1.37. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en el proceso de adquisición de equipos nuevos del HGA el personal técnico correspondiente al Departamento de Servicios Generales sea el

encargado de evaluar el número de GE, con el objetivo de determinar su jerarquización para lograr una adecuada gestión de equipos.

- Se recomienda al departamento de Servicios Generales que se considere la información del presente proyecto técnico como base para la elaboración del plan de mantenimiento general de todo el HGA, incluyendo instalaciones e infraestructura.
- En la gestión de calidad del mantenimiento se recomienda analizar el costo/beneficio de la tercerización del mantenimiento, ya que una excesiva tercerización genera costos elevados de mantenimiento.
- Se recomienda a los involucrados en la gestión de mantenimiento de equipos médicos del HGA que mantengan una constante capacitación, ya que los procesos de mantenimiento se actualizan continuamente.
- Se recomienda a las empresas tercerizadoras del mantenimiento que utilicen el software sisMAC para generar los informes de intervenciones, y de esta manera el departamento de Servicios Generales tenga un mejor entendimiento del servicio de tercerización, optimizando la gestión del plan de mantenimiento del HGA.

1.38. BIBLIOGRAFÍA

Ávila Baray, Héctor Luis. *Introducción a la Metodología de la Investigación.* Primera edición. México: Editorial Eumet.net., 2006, ISBN: 84-690-1999-6, pp 54 - 76

García Garrido, Santiago. *Auditorías de Mantenimiento.* Primera edición. Madrid-España: Editorial Renovetec., 2009, ISBN: 84-7978-548, pp 52 - 70

García Garrido, Santiago. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Primera edición. Madrid-España: Editorial Díaz de Santos S.A., 2010, ISBN: 84-7978-548-9, pp. 80 - 95

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

NORMA TÉCNICA ISO 19011. *Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión.* Suiza: Editorial Secretaria central de ISO, 2012.

MANTILLA, J. y MORLES, C. Evaluación de la gestión de mantenimiento en el Hospital Básico Público Escobar Gómez. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Industrial. Riobamba-Ecuador. 2017. pp 89

NORMA TÉCNICA UNE EN 13460. *Mantenimiento. Documentos para el Mantenimiento. Parte 1: Orden de trabajo.*

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). *Parte 1: Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.* Ginebra-Suiza, OMS 2012 pp 5 -16

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). *Parte 1: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos* Ginebra-Suiza, OMS 2012 pp 20 - 30

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). *Parte 1: Sistema computarizado de gestión de mantenimiento.* Ginebra-Suiza, OMS 2012 pp 17 -21

Portilla Chaves, Melissa. "Línea de investigación: teorías y procesos curriculares" *Investigación Cualitativa*: 2014, (Colombia) Volumen (3), pp: 55-56 ISSN: 2322-9292 file:///C:/Users/SANCHEZ/Downloads/2192-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7372-20 de febrero de 2018

NORMA TÉCNICA SAE-JA1012. *Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*: Ginebra-Suiza: Editorial MCC, 2002.

NORMA TÉCNICA UNE-EN 13306. *Terminología de mantenimiento. Parte 1: Conceptos de mantenimiento*. Ginebra-Suiza: Editorial MCC, 2002.