

**REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO E
IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EQUIPOS
BIOMÉDICOS EN LAS ÁREAS DE CIRUGÍA Y URGENCIAS DEL HOSPITAL
CIVIL DE IPIALES E.S.E.**

HENRY EDUARDO LÓPEZ CUASTUMAL

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PASTO
2014**

**REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO, PREVENTIVO E
IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EQUIPOS
BIOMÉDICOS EN LAS ÁREAS DE CIRUGÍA Y URGENCIAS DEL HOSPITAL
CIVIL DE IPIALES E.S.E.**

HENRY EDUARDO LÓPEZ CUASTUMAL

**Trabajo de grado modalidad pasantía para optar por el título de Ingeniero
Electrónico**

**Asesor:
ROLANDO BARAHONA CABRERA
Ingeniero electrónico**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PASTO
2014**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo Primero del Acuerdo 324 de Octubre 11 de 1966, Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Rolando Barahona Cabrera
Asesor

San Juan de Pasto, Septiembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad de Nariño, en especial al programa de Ingeniería Electrónica, por infundir en mí los conocimientos y herramientas para desempeñar un buen papel profesional en esta área.

Agradecer al ingeniero Rolando Barahona Cabrera, docente del programa de ingeniería electrónica y asesor de este proyecto, por su intervención y colaboración en las diferentes etapas que se presentaron durante el transcurso del mismo.

Agradecer al Dr. Eduardo Narváez gerente del Hospital civil de Ipiales E.S.E por permitir desarrollar mi proyecto de grado en la institución hospitalaria.

Agradecer al Hospital civil de Ipiales E.S.E. y sus áreas de Ingeniería Hospitalaria, cirugía, urgencias y demás por la colaboración y disponibilidad prestadas por parte del personal, para desarrollar satisfactoriamente este proyecto.

En el área de ingeniería hospitalaria, agradecimientos al ingeniero Lizardo Vallejo y Javier Hernández quienes apoyaron constantemente en el desarrollo de las diferentes actividades realizadas en la institución hospitalaria.

A mis familiares y amigos que estuvieron presentes en el transcurso de este proceso de formación profesional, por su apoyo incondicional ante las diferentes situaciones que se presentaron estaré siempre agradecido.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a DIOS por instruir en mí sabiduría, fortaleza para alcanzar esta importante etapa de formación como persona profesional; por colocar en mi vida, seres únicos e importantes que siempre están ahí para apoyarme incondicionalmente en todos los momentos de mi vida, como mi madre Luz Teresa a quien le agradezco infinitamente el apoyarme frente a todas las duras dificultades que se han presentado, para hacer de mí siempre una mejor persona en todos los sentidos humanos. A mi abuela Blanca Ríos quien siempre es incondicional ante todos los momentos buenos y malos que se presentan en la vida.

A mi hermana Claudia López le dedico este trabajo por su voz de aliento en tiempos difíciles, por estar ahí siempre conmigo y por qué todo esto sea una inspiración para ella, ya que con sacrificio y entrega podemos lograr y alcanzar grandes metas en la vida.

A mis familiares y amigos que han estado siempre presentes en mi vida, para brindarme su apoyo su consejo y todo lo recibido hacia a mí.

Henry Eduardo López Cuastumal.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	20
RESUMEN	23
INTRODUCCIÓN	25
1. PROBLEMA A SOLUCIONAR	26
1.1 TÍTULO	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.3 JUSTIFICACIÓN	27
1.4 OBJETIVOS	28
1.4.1 Objetivo General	28
1.4.2 Objetivos específicos.	28
1.4.3 Objetivos adicionales	28
2. ESTADO DEL ARTE	30
2.1 ANTECEDENTES	30
2.2 MARCO REFERENCIAL	31
2.2.1 Misión del Hospital Civil de Ipiales E.S.E	31
2.2.2 Visión del Hospital Civil de Ipiales E.S.E	31
2.2.3 Política de calidad	31
2.2.4 Estructura organizacional del Hospital Civil de Ipiales E.S.E	31
2.3 MARCO TEÓRICO	32
2.3.1 Dispositivo biomédico	32
2.3.2 Clasificación	32
2.3.3 Analizador de Gases Anestésico	33
2.3.4 Autoclave	35
2.3.5 Baño María	37
2.3.6 Cama eléctrica	38
2.3.7 Capnógrafo	39

2.3.8	Desfibrilador	41
2.3.9	Doppler Fetal	42
2.3.10	Electrobisturí	43
2.3.11	Electrocardiógrafo	45
2.3.12	Lámpara Cielítica	46
2.3.13	Máquina de Anestesia	49
2.3.14	Mesa de Cirugía Eléctrica	51
2.3.15	Monitor de Signos Vitales	52
2.3.16	Negatoscopio	54
2.3.17	Pulsioxímetro	55
2.3.18	Succionador	56
2.3.19	Ventilador Mecánico	57
3.	MARCO CONCEPTUAL	59
3.1	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	59
3.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	59
3.3	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	60
3.4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	60
3.5	CALIBRACIÓN	60
4.	MARCO LEGAL	61
4.1	AUTORIDADES Y ORGANISMOS REGULADORES	64
5.	METODOLOGÍA	66
5.1	CONOCER CAMPO DE ACCION EN INGENIERÍA HOSPITALARIA.	66
5.1.1	Adquisición de información y revisión bibliográfica	66
5.1.2	Reconocer equipamiento e instalaciones en cirugía y urgencias	67
5.2	ACTUALIZACIÓN FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS	70
5.2.1	Estudio de información y datos requeridos	71
5.2.2	Recolección de datos directamente de cada equipo biomédico	72
5.2.3	Entrega de documentación actualizada	73

5.3	DISEÑO DE PROTOCOLOS PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS	75
5.3.1	Formatos para protocolos de mantenimiento	75
5.3.2	Guía de procedimientos para mantenimiento preventivo	76
5.3.3	Implementación de los protocolos al proceso de mantenimiento	77
5.4	ACCIONES DE MANTENIMIENTO BIOMÉDICO	77
5.4.1	Máquina de anestesia	79
5.4.2	Monitor de Signos Vitales	88
5.4.3	Desfibrilador	97
5.4.4	Pulsioxímetro	104
5.4.5	Negatoscopio	107
5.4.6	Electrocardiógrafo	114
5.4.7	Lámpara Cielítica	119
5.4.8	Succionador	123
5.4.9	Autoclave	127
5.4.10	Capnógrafo	131
5.4.11	Baño María	133
5.4.12	Electrobisturí	136
5.4.13	Mesa de Cirugía Eléctrica	140
5.4.14	Cama Eléctrica	143
5.4.15	Doppler Fetal	146
5.5	INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN.	148
5.5.1	Lámparas Cielíticas	148
5.5.2	Torre de Laparoscopia	151
5.6	PROCESO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	153
5.6.1	Estudio de prioridad de mantenimiento de equipos	154
5.6.2	Estudio de acciones predictivas y componentes a reemplazarse	157
5.6.3	Desarrollo del software para determinar fechas futuras de reemplazo o acción predictiva	160
5.6.4	Adecuación de información y desempeño del software mebip	164

5.7	SOCIALIZACIÓN DE LAS NUEVAS METODOLOGÍAS Y MANEJO DE LA INTERFACE DEL SOFTWARE AL PERSONAL DE INGENIERÍA HOSPITALARIA.	168
	CONCLUSIONES	170
	RECOMENDACIONES	172
	BIBLIOGRAFIA	173
	ANEXOS	175

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Derivaciones estándares	46
Tabla 2. Información de equipos para desarrollar procesos de mantenimiento en Cirugía del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.	68
Tabla 3. Información de equipos para desarrollar procesos de mantenimiento en Urgencias del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.	70
Tabla 4. Equipos presentes en quirófanos del área de cirugía intervenidos a mantenimiento.	79
Tabla 5. Acciones correctivas en sistemas de anestesia.	88
Tabla 6. Especificaciones de monitores intervenidos a mantenimiento.	89
Tabla 7. Soluciones correctivas para anomalías que presentan los monitores de signos vitales.	96
Tabla 8. Desfibriladores presentes en Cirugía y Urgencias intervenidos para mantenimiento.	97
Tabla 9. Pulsioxímetros intervenidos para mantenimiento.	105
Tabla 10. Negatoscopios de Cirugía y Urgencias intervenidos a mantenimiento.	107
Tabla 11. Especificaciones e información básica de electrocardiógrafo.	114
Tabla 12. Especificaciones generales de lámparas celiáticas sometidas a mantenimiento.	119
Tabla 13. Algunas acciones correctivas para anomalías de lámparas quirúrgicas.	123
Tabla 14. Succionadores trabajados en el proceso de mantenimiento.	123
Tabla 15. Especificaciones de autoclave para proceso de mantenimiento.	127
Tabla 16. Acciones correctivas ante posibles anomalías que presente la autoclave.	131
Tabla 17. Especificaciones de Capnógrafos.	132
Tabla 18. Información del baño maría sometido a proceso de mantenimiento.	134

Tabla 19. Especificaciones de los Electrobisturí sometidos a procesos de mantenimiento.	137
Tabla 20. Información de las Mesas quirúrgicas que están dentro del programa de mantenimiento.	140
Tabla 21. Descripción de camas eléctricas trabajadas para mantenimiento.	143
Tabla 22. Datos del equipo sometido a mantenimiento.	146
Tabla 23. Puntos de valoración	154
Tabla 24. Clasificación de riesgo para equipos biomédicos.	157

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de procesos Hospital Civil de Ipiales E.S.E.	32
Figura 2. Monitor gases anestésicos marca Drager.	35
Figura 3. Descripción física de un autoclave de última generación.	36
Figura 4. Esquema general y funcional de una autoclave.	36
Figura 5. Tipos de resistencias en un baño maría.	37
Figura 6. Esquema del baño maría y algunas partes.	38
Figura 7. Vista frontal del baño maría.	38
Figura 8. Cama eléctrica hospitalaria de tres cuerpos.	39
Figura 9. Equipo Capnógrafo y sus elementos.	41
Figura 10. Diagrama básico funcional del desfibrilador.	42
Figura 11. Desfibrilador para cardioversión con todas sus partes.	42
Figura 12. Equipo Doppler fetal y su transductor.	43
Figura 13. Diagrama general de la conexión monopolar del electrobisturí.	44
Figura 14. Diagrama general de la conexión bipolar del electrobisturí.	45
Figura 15. Electrocardiógrafo digital de doce canales para derivaciones.	46
Figura 16. Lámpara cielítica tecnología led de dos satélites.	49
Figura 17. Esquema general de una Máquina de anestesia.	49
Figura 18. Diagrama de la Máquina de anestesia y sus subsistemas.	50
Figura 19. Vaporizadores de gases anestésicos, de izquierda a derecha para agentes anestésicos Isoflurano, Sevoflurano, Halotano, Enflurano.	51
Figura 20. Vista general de una mesa de cirugía eléctrica.	52
Figura 21. Monitor de signos vitales.	53
Figura 22. Monitor de Signos Vitales multiparametros en Quirófano del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.	54

Figura 23.	Negatoscopio para placas radiográficas, dispositivo utilizado tanto en Cirugía como en Urgencias.	54
Figura 24.	Pulsioxímetro u oxímetro de pulso.	56
Figura 25.	Succionador y su panel de mando, reservorios montados sobre una base de transporte.	56
Figura 26.	Visión frontal del equipo general de un ventilador	58
Figura 27.	Diagrama del sistema neumático de un ventilador.	58
Figura 28.	Información y especificaciones técnicas en la placa de un Succionador marca THOMAS.	73
Figura 29.	Gestión del archivo ficha técnica versión 5. Realizado para cada equipo biomédico en la oficina de Ingeniería Hospitalaria.	74
Figura 30.	Documentación y archivo de equipos biomédicos debidamente organizados en la oficina de Ingeniería Hospitalaria.	74
Figura 31.	Analizador de desfibrilador marca NETECH DELTA 2200, instrumento utilizado como patrón para medir la descarga de energía en un desfibrilador.	78
Figura 32.	Simulador de ECG para tres, cinco y doce derivaciones. Además cuenta con función de generador de señales.	78
Figura 33	Multímetro marca FLUKE utilizado para múltiples tareas en equipos biomédicos.	79
Figura 34.	Inspección de estado físico en los componentes que integran el sistema de anestesia, vaporizadores, flujómetros, manómetros, ventilador, mangueras entre otros en máquina de anestesia marca BLEASE.	80
Figura 35.	Prueba de funcionamiento para flujómetros con flujo de Oxígeno, Óxido nitroso y aire medicinal.	81
Figura 36.	Chequeo de circuito de paciente y canister perteneciente al sistema de absorción de gases.	82
Figura 37.	Tomas murales para suministro de gases en quirófano 1, se entrega a través de ductos desde centrales de gases medicinales.	83
Figura 38.	Verificación del sistema de reserva de gases e inspección de posibles fugas en conectores tipo mariposa del sistema de gases de pared de alta presión.	84

Figura 39.	Regulación de niveles de ventilación en ventilador marca BLEASE 8200S.	85
Figura 40.	Verificación de conexiones y funcionamiento mecánico del fuelle en el sistema de ventilación.	86
Figura 41.	Tomas de alimentación eléctrica con su respectiva toma a tierra.	86
Figura 42.	Simulador ECG y test de electrocardiografía a monitor de signos vitales marca CRITICARE GENUITY. Unidad de cuidados post anestésicos en cirugía.	90
Figura 43.	Prueba de electrocardiografía a monitor DATEX OHMEDA CARDIO CAP/5 multiparametros de una máquina de anestesia.	91
Figura 44.	Respuesta sensor SpO2 del 95% y frecuencia cardiaca de ECG de un monitor marca CRITICARE en Quirófano 2 de Cirugía.	92
Figura 45.	Prueba con simulador ECG realizada a monitor marca CRITICARE.	92
Figura 46.	Test de PNI con monitor de signos vitales Welch Allyn en Urgencias.	94
Figura 47.	Inspección, condición física general realizada a un desfibrilador de cirugía.	98
Figura 48.	Prueba de descarga de energía, desfibrilador WELCH ALLYN en cirugía.	100
Figura 49.	Prueba de desempeño con patrón, desfibrilador ZOLL-M en urgencias.	100
Figura 50.	Respuesta de la forma de onda durante prueba de electrocardiografía a desfibrilador marca WELCH ALLYN PIC-30 en cirugía.	101
Figura 51.	Procedimiento final, impresión del resultado de simulación ECG en Desfibrilador marca NIHON KOHDEN en cirugía.	102
Figura 52.	Limpieza integral de palas de desfibrilador ZOLL-M SERIES en urgencias.	104
Figura 53.	Prueba de funcionamiento, lectura de parámetros como SpO2 y frecuencia de pulso en pulsioxímetro marca MEK MP111, área de urgencias.	106
Figura 54.	Configuración de parámetro en un pulsioxímetro marca MEK MP111 de urgencias.	107

Figura 55.	Prueba de funcionamiento, verificación de fuente y dispersión uniforme de luz para negatoscopio en Cirugía.	108
Figura 56.	Instalaciones para mantenimiento correctivo del negatoscopio.	109
Figura 57.	Recuperación de un negatoscopio por fallas en la reactancia magnética de su sistema eléctrico.	110
Figura 58.	Mantenimiento correctivo y prueba de funcionamiento del sistema eléctrico junto con lámparas fluorescentes en el negatoscopio.	111
Figura 59.	Recuperación de equipo a causa de fallas presentes en cebador, cable de red eléctrica e interruptor on/off.	111
Figura 60.	Balastro electrónico, tecnología a implementarse en negatoscopio con sistema menos eficiente desde ingeniería hospitalaria de la institución.	112
Figura 61.	Diagrama de conexión de un balastro electrónico para dos lámparas fluorescentes.	113
Figura 62.	Negatoscopio con sistema eléctrico para la fuente de luz basado en balastro electrónico.	113
Figura 63.	Instalación de negatoscopio recuperado y puesto en funcionamiento en el área de Urgencias.	114
Figura 64.	Inspección de condición física del cable de paciente junto con sus conectores en el electrocardiógrafo.	115
Figura 65.	Configuración requerida para un óptimo desempeño del electrocardiógrafo.	116
Figura 66.	Test de electrocardiografía a electrocardiógrafo multicanales en función para 12 derivaciones	117
Figura 67.	Prueba funcional del control electrónico en lámpara cielítica marca Dr-mach quirófano 3.	120
Figura 68.	Prueba de balanceo, evaluación y ajuste del estado de frenos y movimiento de brazos. Lámpara cielítica marca HERAEUS.	121
Figura 69.	Revisión de conexión entre las mangueras y el reservorio de succionador marca GOMCO en cirugía.	124
Figura 70.	Prueba manual de succión y verificación de funcionamiento en succionador marca THOMAS.	125

Figura 71.	Se observa el Vacuómetro con su escala en mmHg e inHg, a lado la válvula reguladora de un succionador marca medela.	125
Figura 72.	Autoclave marca TUTTNAUER para esterilización de instrumentos y elementos en quirófano.	127
Figura 73.	Verificación de funcionamiento en contactores y electroválvulas de autoclave marca TUTTNAUER.	128
Figura 74.	Capnógrafo con sus elementos de medición.	132
Figura 75.	Inspección de las condiciones de trabajo que se encuentra un baño maría en el área de cirugía.	134
Figura 76.	Sistema de control y pruebas de funcionamiento en baño maría marca MEMMERT.	135
Figura 77.	Revisión de estado físico integral del electrodo neutro en Electrobisturí marca BICHERD.	137
Figura 78.	Chequeo de alimentación eléctrica para electrobisturí marca ESCHMANN TD830.	139
Figura 79.	Apagado de la unidad para proceder con el proceso de limpieza de la unidad de electrocirugía.	140
Figura 80.	Inspección física de pedales, manivelas, sistema de frenos, superficie y base electrohidráulica en Mesa de Cirugía marca LOS PINOS.	141
Figura 81.	Prueba funcional de la base electrohidráulica y funcionamiento de controles en mesa quirúrgica marca LOS PINOS.	142
Figura 82.	Inspección de condiciones generales a cama eléctrica maraca LOS PINOS, área de Urgencias.	144
Figura 83.	Pruebas de funcionamiento con módulo de control eléctrico en cama eléctrica marca LOS PINOS de Urgencias.	145
Figura 84.	Doppler fetal marca NICOLETE en correcto funcionamiento una vez recuperado mediante acciones correctivas.	147
Figura 85.	Mantenimiento correctivo en el sistema electrónico de un doppler fetal.	148
Figura 86.	Desmontaje de Lámpara cielítica a ser reemplazada.	149
Figura 87.	Adecuación física integral e instalación eléctrica.	149

Figura 88.	Instalación del Flanche (base metálica para soportar la lámpara ciática).	150
Figura 89.	Brazos mecánicos para lámpara cielítica de dos satélites.	150
Figura 90.	Pruebas de desempeño y funcionamiento de controles, dispersion de luz e integridad mecánica de la nueva lámpara cielítica dual.	151
Figura 91.	Evaluación de integridad física y resultado final de la nueva lámpara cielítica DR-MACH instalada en quirófano.	151
Figura 92.	Instalación y conexión del insuflador electrónico de CO2.	152
Figura 93.	Instalación de consola para fuente de luz y videograbador.	152
Figura 94.	Consolas en torre de laparoscopia y resultado final del sistema instalado.	153
Figura 95.	Plan de mantenimiento para máquina de anestesia DATEX OHMEDA.	158
Figura 96.	Programa de reemplazos periódicos para electrocardiógrafo NIHON KODEN CARDIOFAX.	159
Figura 97.	Librería jcalendar una vez agregada a NetBeans.	162
Figura 98.	Entorno de desarrollo de programación NetBeans IDE 7.4.	163
Figura 99.	Administrador para la base de datos.	164
Figura 100.	Pantalla de inicio del software mebip.	165
Figura 101.	Pantalla para registro de equipo biomédico.	165
Figura 102.	Pagina para agregar nuevo componente.	166
Figura 103.	Acciones predictivas o cambio de componentes desde el software mebip.	166
Figura 104.	Pantalla para manejo de información del personal de mantenimiento.	167
Figura 105.	Pantalla para el manejo de cronogramas de mantenimiento.	168

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ficha técnica actualizada versión 5.	176
Anexo B. Reporte de entrega de información actualizada en cada servicio de la institución.	177
Anexo C. Protocolos para mantenimiento de equipos biomédicos.	178
Anexo D. Programa de reemplazos periódicos para mantenimiento predictivo.	190
Anexo E. Diagrama de la arquitectura funcional del software Mebip.	193
Anexo F. Soporte de socialización de metodologías del proyecto	194

GLOSARIO

AGENTES ANESTÉSICOS. Los Agentes Anestésicos Inhalatorios (AAI) son sustancias volátiles empleadas en algunos procedimientos quirúrgicos tanto sobre humanos como sobre animales para aumentar el umbral de sensibilidad al dolor y eliminar el estado de vigilia. El uso de AAI está asociado con cefaleas, irritabilidad, alteraciones del sueño, disminución del apetito etc. Los AAI más empleados en la actualidad son: óxido nitroso, halotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano y desflurano.

AUDITORIA MEDICA: Es la evaluación sistemática de la Calidad, de la racionalidad técnico–científica y de la racionalización de los recursos de la atención en salud, enfocada principalmente en su proceso y resultado, con el objetivo fundamental de evaluar y mejorar la calidad de los servicios de salud, mediante el análisis de la aplicación del conocimiento profesional en la prestación de los servicios de salud. Significa la comparación entre la calidad observada y la calidad deseada de acuerdo con las normas técnico–científicas y administrativas previamente estipuladas para la atención en salud.

CAPNOGRAFÍA: Es la medida del dióxido de carbono (CO₂) en la vía aérea de un paciente durante su ciclo respiratorio, es decir, la medición de la presión parcial de CO₂ en el aire espirado. Destaca por ser una técnica de monitorización del intercambio gaseoso no invasiva que nos ofrece información sobre los niveles de producción de CO₂, sobre la perfusión pulmonar y también sobre la ventilación alveolar. Además, desempeña un importante papel en la detección temprana de enfermedades respiratorias y en el control del ciclo de eliminación del CO₂ durante intervenciones médicas que requieran del uso de anestesia.

ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO: IDE (*integrated development environment*), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como: C++, PHP, Java, C#, Visual Basic, etc.

INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO: GUI (*graphical user interface*) es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso consiste en proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador.

NETBEANS IDE: Es un entorno de desarrollo integrado libre. Una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Trabaja principalmente con lenguaje de programación java, pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. Es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

SQL: El termino SQL por su siglas en inglés (Structured Query Language) es un lenguaje de consulta estructurado para manipulación y control de bases de datos relacionales que permite la especificación de distintas clases de operaciones entre éstas. Gracias a la utilización del álgebra y de cálculos relacionales, el SQL brinda la posibilidad de realizar consultas con el objetivo de recuperar información de las bases de datos de manera sencilla.

DISPOSITIVO MÉDICO ACTIVO: cualquier dispositivo médico cuyo funcionamiento dependa de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad, y que actúa mediante la conversión de dicha energía. No se considerarán dispositivos médicos activos, los productos sanitarios destinados a transmitir, sin ninguna modificación.

ELECTRODO: Es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, son elementos esenciales para la medicina porque proporcionan una interface entre el cuerpo humano y los aparatos médicos de medida. Los electrodos, son los encargados de transformar en corrientes eléctricas las corrientes iónicas del cuerpo humano.

EQUIPO BIOMÉDICO: dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso.

INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL. Es un procedimiento médico en el cual se coloca una cánula o sonda en la tráquea, a través de la boca o la nariz para la administración desde el ventilador mecánico de anestésicos inhalados y el manejo de pacientes inconscientes o relajados.

MANTENIMIENTO BIOMÉDICO: El mantenimiento hospitalario y específicamente el mantenimiento del equipamiento biomédico se define como el proceso que integra un conjunto de procedimientos técnicos y administrativos diseñados para

prevenir averías, mantener, mejorar y restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento.

O-RING: También se denomina junta tórica, es una junta de forma toroidal habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos, por lo general se encuentran en equipos para impedir el intercambio de líquidos o gases en las uniones entre piezas desmontables. En los sistemas de anestesia están presentes en válvulas del circuito de baja presión.

PEEP: La presión positiva al final de la espiración, es una maniobra mecánica que ejerce una presión positiva en los pulmones al final de cada exhalación. Esta presión al final de la espiración aumenta la capacidad residual funcional (CRF) y previene el colapso de las vías respiratorias pequeñas, y de ese modo reduce la atelectasia. Con la PEEP mejora la oxigenación y aumenta el número de alveolos que intervienen en la ventilación.

PROTOCOLO: Es un plan ordenado, preciso y detallado diseñado para recoger y analizar la información de manera ordenada y eficiente durante la ejecución de un proceso de mantenimiento.

RESUMEN

Como parte fundamental de una institución hospitalaria se encuentra el equipamiento biomédico, tecnologías fundamentales hoy en día para brindar mejor calidad en los servicios de salud.

Los procesos de mantenimiento de equipo biomédico hoy en día son muy amplios y aplicativos en ingeniería, en este proyecto se trabaja con procesos de mantenimiento tales como: Preventivo (rutinas planificadas basadas en cronogramas, para revisión del buen funcionamiento del equipo), correctivo (verificar, ajustar o reparar el equipo cuando presenta fallas o averías) y la implementación de un nuevo proceso de mantenimiento predictivo (un control con fechas futuras de reemplazo de un componente o acciones predictivas a ejecutarse en el equipo biomédico). Dichos procesos se desarrollan para equipos pertenecientes a las áreas de cirugía y urgencias, esto debido a que los servicios prestados a los pacientes desde estas áreas por lo general presentan un alto grado de complejidad, implicando una importante intervención por parte de los equipos biomédicos.

Para disminuir acontecimientos adversos y mal funcionamiento de las tecnologías biomédicas, los procesos de mantenimiento se ven sometidos a mejoras constantes previamente planificadas y diseñadas que para el caso mencionado algunas tenemos: la actualización de la ficha técnica de cada equipo, el diseño de protocolos para mantenimiento de equipos biomédicos, organización y sistematización de información, participación en procesos de la gestión tecnológica hospitalaria, apoyo en instalación de equipamiento, implementación del nuevo proceso de mantenimiento, con un fin en común de contribuir en el mejoramiento constante de los procesos de mantenimiento en ingeniería hospitalaria.

ABSTRACT

A fundamental part of a hospital's biomedical equipment, fundamental technologies today is to provide better quality health services.

Maintenance processes of biomedical equipment today are very broad and applications in engineering, this project works with maintenance processes such as: Preventive (you plan routines based on timelines for review of the proper functioning of the team), corrective (check , adjust or repair the equipment has failed or when failures) and the implementation of a new process of predictive maintenance (control future dates with replacement of a component or'predictivas to run in the biomedical equipment) shares. Such processes are developed to equipment belonging to the areas of surgery and emergency, because this services to patients from these areas usually have a high degree of complexity, involving extensive intervention by the biomedical equipment.

To reduce adverse events and malfunctions biomedical technologies, maintenance processes are subject to constant improvements previously planned and designed for the case we mention some: updating the product information for each team, the design of protocols for maintenance biomedical equipment, organization and systematization of information, participation in technological processes of hospital management, equipment installation support, implementation of new maintenance process with a common purpose to contribute to the continuous improvement of maintenance processes in engineering hospital.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería electrónica enfocada hacia la electromedicina es un área muy amplia y de gran aplicación al momento de intervenir con entidades de salud, el desarrollo de este proyecto está dirigido a trabajar con ingeniería hospitalaria y el entorno del equipamiento biomédico, instrumentos necesarios y de gran importancia al momento de ofrecer un servicio de salud.

En la actualidad las instituciones de salud se ven muy influenciadas por el avance tecnológico, puesto que la ingeniería hospitalaria y principalmente el tema de los equipos biomédicos son apoyos fundamentales para el personal médico, con la finalidad en común de mejorar la calidad en los servicios de salud prestados a la sociedad, por parte de las clínicas o instituciones hospitalarias.

Por la clara importancia que presenta el equipamiento biomédico se debe plantear métodos de mantenimiento, para mantener el buen funcionamiento y operatividad del mismo ante las diferentes fallas o adversidades que se presenten, todo mediante procesos de mantenimiento biomédico organizados, planificados y diseñados según requerimientos que se hagan necesarios en la institución. Además se evidencia la ventaja que va orientada a contribuir favorablemente en la vida útil del equipo.

El profesional de ingeniería juega un papel fundamental con la dirección de proyectos enfocados hacia el área de ingeniería hospitalaria, ya que contribuye en el mejoramiento constante de los procesos de mantenimiento de equipamiento biomédico en la institución, para el caso de este trabajo de grado, implementar herramientas y metodologías que se hacen necesarias para apoyar y mejorar el mantenimiento del equipo biomédico.

Entre los procesos de mantenimiento, se generaliza y se habla de mantenimientos tales como preventivo y correctivo de equipos biomédicos, además la implementación del mantenimiento predictivo para equipos, donde se realizan las funciones necesarias para cumplir y alcanzar el mejoramiento de en los procesos de ingeniería hospitalaria y alcanzar resultados más eficientes respecto a funcionalidad y operatividad de los equipos.

Este proyecto que desarrolla en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E, se enfoca a brindar apoyo y soluciones desde ingeniería hospitalaria, en el amplio tema de los procesos de mantenimiento de equipo biomédico y que se dirigió hacia las áreas de cirugía y urgencias de la entidad, como es evidente son áreas de vital importancia a nivel social e institucional al momento de prestar un servicio de salud al usuario.

1. PROBLEMA A SOLUCIONAR

Para ingeniería hospitalaria del Hospital Civil de Ipiales E.S.E, los procesos de mantenimiento biomédico están sujetos al constante mejoramiento, es ahí donde se integra este proyecto para apoyar profesionalmente con métodos y estrategias para alcanzar un mejor nivel de calidad en los procesos de mantenimiento.

Un punto muy importante cuando de equipo biomédico se trata, es mantener el equipo en buena funcionalidad la mayor parte de tiempo que sea posible, para reducir la inactividad y tiempos muertos que se presentan cuando estos dejan de trabajar, a motivo de cualquier tipo de falla que puede presentar el equipo, donde es requerido un apoyo profesional a los procesos de mantenimiento llevados a cabo en la institución y la implantación de nuevas ideas como es el caso de implementar el mantenimiento predictivo para equipos biomédicos, respaldos con los que la institución aún no cuenta.

1.1 TÍTULO

Realización de mantenimiento correctivo, preventivo e implementación de mantenimiento predictivo para equipos biomédicos en las áreas de cirugía y urgencias del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en ésta entidad de salud, no se ha establecido un apoyo mediante el proceso de mantenimiento predictivo para equipos biomédicos de las áreas de cirugía y urgencias, mediante estas metodologías es posible reducir fallas o mal funcionamiento que ocasionan tiempos muertos en los equipos así también reducen su vida útil, esto se trabajara con diferentes fases de estudio para controlarse y sistematizarse las acciones predictivas que hacen del equipo más eficiente mejorando su desempeño funcional.

Se detecta la desactualización de la ficha técnica e irregularidades en las hojas de vida de los equipos, lo cual perjudica y reduce la eficiencia para desarrollar los procesos de mantenimiento, Esto se maneja con la recolección y actualización de los datos del equipamiento biomédico a través de manuales de servicio, manuales de operación, información adicional necesaria, y desde los mismos equipos biomédicos; La actualización de los datos se llevara a cabo mediante el cambio de la versión en la ficha técnica actual una versión 4 a un nuevo formato de la ficha técnica versión 5, donde se evidencia que es más precisa y completa respecto a la información del equipo.

Los procesos de mantenimiento que se ejecutan en el hospital no cuenta con un apoyo por protocolos para mantenimiento de equipos biomédicos, donde es importante diseñar dichos formatos para implementarse en estos procesos, sobre

todo como apoyo para ejecutar un buen proceso de mantenimiento preventivo. Para corregir el mal funcionamiento y la recuperación de equipos biomédicos que presentan averías, también se realizara mantenimiento correctivo mediante verificación, ajuste y reparación de fallas en el equipamiento biomédico, el cual se lleva a cabo durante el tiempo de duración de la práctica en la entidad hospitalaria. Todo el proceso dirigido al mantenimiento de equipos biomédicos se desarrolla en las áreas del Hospital Civil de Ipiales para las que se enfoca el proyecto, para aplicar y desarrollar métodos que contribuyan con su mejoramiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La realización de los procesos de mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo para equipamiento biomédico por parte del profesional en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E, es una herramienta de apoyo muy importante para contribuir con el fortalecimiento de las técnicas actuales desarrolladas en la institución.

Como profesional egresado del departamento de ingeniería electrónica de la Universidad de Nariño, con base en los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación en ingeniería, y haciendo énfasis en el área de electromedicina, el profesional está en la capacidad de brindar apoyo y soluciones profesionales en la institución hospitalaria con respecto al tema de interés para el proyecto en ingeniería hospitalaria. A su vez también adquirir experiencia y conocimientos en el amplio tema que concierne a la tecnología biomédica hoy en día en las entidades prestadoras de servicios de salud.

El desarrollo de la práctica en estas áreas se lleva a cabalidad, por la importancia que las mismas presentan al momento de brindar servicios de salud al paciente, y las cuales dependen mucho de la tecnología biomédica para ofrecer dichos servicios. por otra parte mencionadas áreas abarcan un número de equipamiento el cual varía aproximadamente entre los 56 equipos electrónicos, de los cuales muy generalmente se encuentran equipos biomédicos electrónicos tales como desfibriladores, monitores de signos vitales, electrocardiógrafo, máquinas de anestesia, ventiladores, que son de funcionalidades indispensables y vital importancia al momento de brindar soporte al manejo de la salud e inclusive de la vida del paciente.

Se hace necesario implementar el mantenimiento predictivo mediante el uso de un software, con la finalidad de disminuir las posibles averías o mal funcionamiento que pueden presentar los equipos, mediante un programa de reemplazos periódicos y sistemático desde un software de elementos que tienden a desgastarse y/o dañarse a causa del uso del equipamiento, disminuyendo así contratiempos al momento de brindar los servicios de salud.

También es una razón más para contribuir con el mejoramiento de los servicios de calidad ofrecidos por el hospital, Por ser una institución con acreditación en salud,

certificación NTC-ISO 9001:2008 y por su acreditación como como institución amiga de la mujer y de la infancia.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Apoyar los procesos de mantenimiento para equipos biomédicos en las áreas de cirugía y urgencias, contribuyendo con el mejoramiento de los mismos en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E

1.4.2 Objetivos específicos.

- Implementar el proceso de mantenimiento predictivo para equipos biomédicos en las áreas de cirugía y urgencias.
- Ejecutar proceso de mantenimiento correctivo mediante verificación, ajuste y reparación de fallas del equipamiento biomédico a fines de restablecer su operatividad.
- Realizar proceso de mantenimiento preventivo mediante rutinas planificadas basadas en cronogramas, para revisión del buen funcionamiento del equipo.
- Diseñar protocolos para mantenimiento de equipos biomédicos correspondientes a cirugía y urgencias de la entidad hospitalaria.
- Actualizar ficha técnica de equipos biomédicos implementando la nueva versión (versión 5), mediante recolección de datos desde hojas de vida, manuales, fichas técnicas antiguas y desde el mismo equipamiento biomédico.
- Ejecutar mantenimiento predictivo a equipos biomédicos desde un software.

1.4.3 Objetivos adicionales. Durante el desarrollo del proyecto surgen otros objetivos que son requeridos y de gran importancia tanto para la culminar satisfactoriamente los alcances planteados por la pasantía como para apoyar a la institución, estos son:

- Implementar los protocolos de mantenimiento para equipos biomédicos de Cirugía y urgencias en los procesos de ingeniería hospitalaria.
- Investigar manuales de servicio y operación de los equipos para adquirirlos formar parte integral para el mantenimiento predictivo.
- Capacitar al personal de ingeniería hospitalaria acerca del manejo del software predictivo.

- Diseñar e implementar guías de procedimiento para mantenimiento preventivo de equipos biomédicos de cirugía y urgencias.
- Actualizar ficha técnica de otros servicios como: quirúrgicas, patología, fisioterapia, atención ambulatoria, unipersonal y ambulancias medicalizadas.
- Apoyar en el proceso de Instalación de equipos biomédicos nuevos adquiridos por la institución.
- Apoyar en los procesos de gestión tecnológica hospitalaria y auditorias de realizadas por el ICONTEC.
- Desarrollar software para sistematización y mantenimiento predictivo de equipos biomédicos.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 ANTECEDENTES

Para el desarrollo profesional en el área de electromedicina y biomédica las instituciones prestadoras de servicios de salud juegan un papel muy importante, donde se han venido desarrollando un sin número de trabajos relacionados con ingeniería y tecnologías dentro del campo de la medicina, abarcando temas que tiene que ver con investigación, estudio y aplicación del atractivo y amplio tema que implica la tecnología biomédica hospitalaria en la vida profesional del Ingeniero Electrónico. En muchas instituciones se han trabajado un sin número de proyectos en el tema de interés para este trabajo de pasantía. A continuación se citan algunos de los trabajos llevados a cabo tanto desde la Universidad de Nariño como de otras instituciones del país:

- Desarrollar actividades de mantenimiento de equipos biomédicos en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E, en conjunto con la arquitectura de un prototipo generador del complejo QRS de una señal electrocardiografía¹.
- Soporte web y mantenimiento preventivo correctivo y predictivo de equipos biomédicos y de riesgo biológico en el laboratorio de salud pública de Nariño en el área de microbiología².
- Mantenimiento de equipos biomédicos en las secciones de laboratorio clínico, cáncer de cérvix y micobacterias pertenecientes al laboratorio de salud pública del (IDSN) y diseño de la página web para control sistematizado de los equipos³.
- Apoyo en el mantenimiento, reparación y monitoreo de equipo biomédico empleado en neurocirugía, cirugía estética, cirugía general con modo de operación por radiofrecuencia y ultrasonido⁴.

¹ MUÑOS ROSERO, Harold Hernán. Mantenimiento de equipos biomédicos y diseño e implementación de un prototipo de generador del complejo QRS en electrocardiografía en el hospital Civil de Ipiales E.S.E, 2009, [en línea], Disponible en: <<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/bibliotecavirtual/viewer.aspx?&var=80496>>

² USAMAG CHINGAL, Jonathan Albeiro. Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de equipos biomédicos y de riesgo biológico en el área de microbiología del laboratorio de salud pública de nariño, [en línea], Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/biblioteca_virtual/viewer.aspx?&var=85381>

³ LEÓN GUERRÓN, Yeferson Armando. Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de equipos biomédicos en las secciones de laboratorio clínico cáncer de cérvix y micobacterias del laboratorio de salud pública del IDSN, [en línea], Disponible en: <<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/bibliotecavirtual/viewer.aspx?&var=86563>>

⁴ ZAMBRANO NIETO, Wilber Andrés. Repotenciación de un equipo autoclave de la central de esterilización y apoyo en labores de mantenimiento de equipos biomédicos en el Hospital Universitario Departamental De Nariño E.S.E, [en línea], Disponible en:<[http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/bibliotecavirtual/viewer.aspx? &var=75958](http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/bibliotecavirtual/viewer.aspx?&var=75958)>

- Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E.⁵

2.2 MARCO REFERENCIAL

El Hospital Civil de Ipiales es una Empresa Social del Estado cuya finalidad es la prestación de servicios de salud de II Y III nivel de complejidad a la población de Ipiales y municipios vecinos que conforman la Ex provincia de Obando. Actualmente el Hospital Civil de Ipiales es una entidad Acreditada en Salud, certificados todos sus procesos por ICONTEC, bajo la norma ISO-9001 versión 2008 y Acreditada como Institución amiga de la mujer y de la infancia.

Los servicios que se prestan son de Medicina Interna, Cirugía y Atención del Parto, Ambulatorios, Consulta Externa, Urgencias y Apoyo Diagnóstico. (Banco de Sangre, Laboratorio clínico, Imagenología y Patología).⁶

2.2.1 Misión del Hospital Civil de Ipiales E.S.E. Somos una empresa social del estado que ofrece servicios integrales de salud con amor, calidad y seguridad; comprometidos con el bienestar de nuestra comunidad.

2.2.2 Visión del Hospital Civil de Ipiales E.S.E. El HCI será en el año 2016 una empresa que preste servicios de salud de alto nivel de complejidad con excelencia, basada en la cultura de calidad, reconocida a nivel nacional e internacional, sostenible financieramente; apoyada en el talento humano competente y en la modernización tecnológica y de infraestructura.

2.2.3 Política de calidad. Garantizar la prestación de servicios de salud con responsabilidad social brindando al usuario y su familia atención humanizada, accesibilidad, oportunidad, pertinencia, seguridad, suficiencia, y continuidad, apoyándose en la competencia del talento humano y la mejora continua de sus procesos.⁷

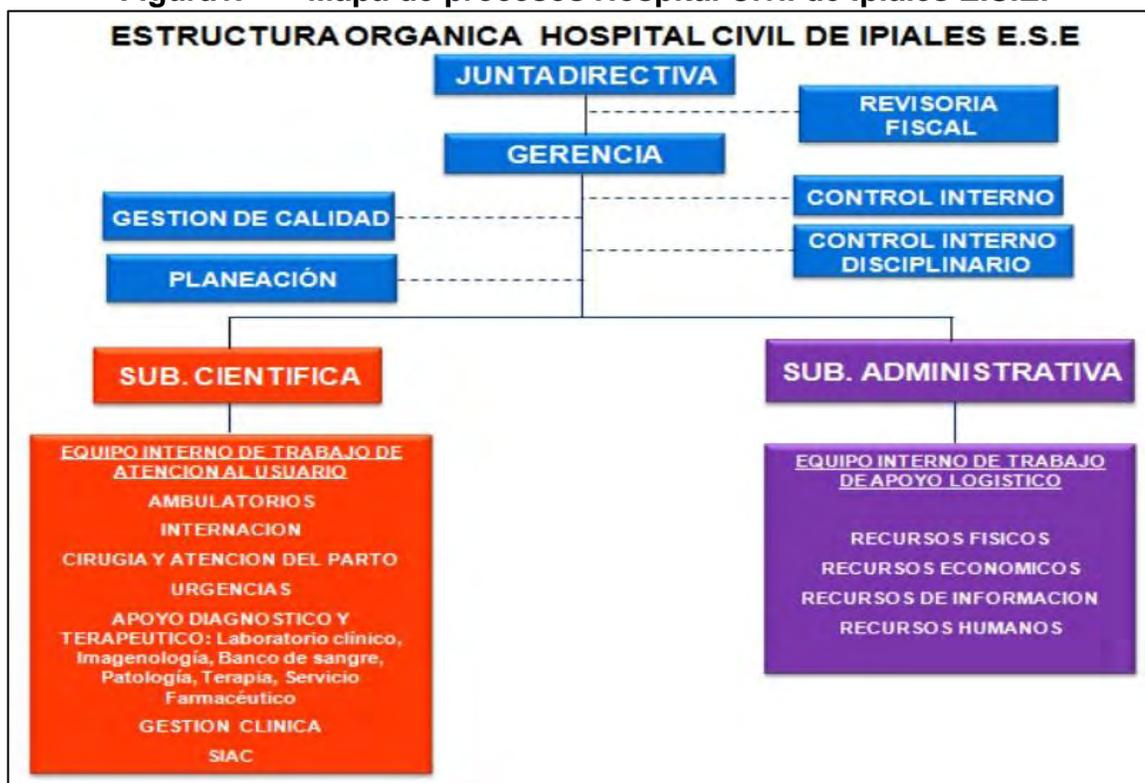
2.2.4 Estructura organizacional del Hospital Civil de Ipiales E.S.E. En el Hospital civil de Ipiales se manejan jerarquías estructurales, a las cuales se asignan objetivos de trabajo para desarrollar de manera ordenada dentro de la institución. Los procesos para esta institución se manejan según la siguiente estructura orgánica:

⁵ MUÑOZ SALAZAR, Karent Eliana. Manual de protocolos de mantenimiento de equipo biomédico para el Hospital Susana López de Valencia E.S.E, [en línea], Disponible en: <<http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/3111/1/T0003307.pdf>>

⁶ COLOMBIA, HOSPITAL CIVIL DE IPIALES E.S.E. Página principal. [en línea]. [Consultado 20 julio. 2013]. Disponible en: <<http://www.hospitalcivilese.gov.co/index.php/nuestra-empresa>>

⁷ *Ibíd.*, p1.

Figura1. Mapa de procesos Hospital Civil de IpiALES E.S.E.



Fuente: HOSPITAL CIVIL DE IPIALES E.S.E. Página principal. [en línea]. [Consultado 20 julio 2013]. Disponible en: <<http://www.hospitalcivilese.gov.co/index.php/procesos/mapa-de-procesos>>.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Dispositivo biomédico. Es un instrumento, aparato o máquina usado para: prevención, diagnóstico, tratamiento, de varios tipos de enfermedades. Es utilizado en la detección, medición, restauración y modificación de la estructura o función del cuerpo con fines médicos. Las tecnologías biomédicas incluyen: dispositivos, equipos, sistemas, programas, suministros, fármacos, biotecnológicos, procedimientos médicos y quirúrgicos, utilizados en prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades ya sean particulares o de interés en salud público.⁸

2.3.2 Clasificación. La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Se deberá establecer la clasificación de los dispositivos médicos siguiendo las reglas establecidas en el artículo 7º del presente decreto, dentro de las siguientes clases:

⁸ COLOMBIA, MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto N° 4725 de 2005. Artículo 2, Capítulo I, p.5

- Clase I: Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.
- Clase IIA: Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.
- Clase IIB: Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.
- Clase III: Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión⁹.

2.3.3 Analizador de Gases Anestésico. Estos monitores muestrean y miden las concentraciones de gases inspirados y espirados, durante e inmediatamente después de la administración de la anestesia.

Los monitores para múltiples gases medicinales (MMGM) muestrean y miden continuamente las concentraciones de gases respiratorios y anestésicos inspirados y espirados (al final de la espiración), durante e inmediatamente después de la administración de la anestesia. Una sobredosis del agente anestésico y/o demasiado poco O₂ pueden ocasionar daño cerebral y la muerte, mientras que una infradosis del agente dará como resultado una anestesia insuficiente.

Algunas muertes relacionadas con el uso de anestesia se podrían prevenir con un adecuado monitoreo de los gases respirados y anestésicos en la SC. Durante la anestesia general, el estado fisiológico del paciente debe ser evaluado continuamente, y las tendencias y cambios súbitos se deben identificar con rapidez. El monitoreo de gases le proporciona información al anestesista sobre el estado fisiológico del paciente, verifica que se están administrando los niveles apropiados de gases y advierte las fallas del equipo o las anomalías en el sistema de suministro de gases. Los MMGM muestran las concentraciones de gases inspirados/espirados, y las alarmas suenan para alertar al personal clínico cuando las concentraciones de los gases medidos y los parámetros fisiológicos caen fuera de los límites establecidos. En la mayoría de las unidades, los gases se identifican y cuantifican automáticamente, aunque algunos MMGM requieren que el usuario

⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto N° 4725 de 2005. Artículo 5, Capítulo II, p.8

seleccione el agente halogenado que se está utilizando o que el monitor esté equipado con una opción especial para identificar ese agente.

Los monitores deben medir con exactitud las concentraciones de gas sobre el rango encontrado clínicamente, y deben compensar los efectos de interferencia entre los constituyentes del gas. El rango en el cual un monitor debe ser capaz de medir cada uno de los gases analizados, y la exactitud que debe alcanzar para cada uno de ellos, debe ser como sigue:

0-6% de halotano con una exactitud de 0,25 volúmenes %.

0-6% de enflurano con una exactitud de 0,25 volúmenes %.

0-6% de isoflurano con una exactitud de 0,25 volúmenes %.

0-10% de sevoflurano con una exactitud de 0,25 volúmenes %.

0-20% de desflurano con una exactitud de 0,25 volúmenes %.

0-80% de óxido nitroso con una exactitud del 10% en la lectura o 5 volúmenes %, la que sea mayor.

0-10% de dióxido de carbono con una exactitud de 10% en la lectura o 0,4 volúmenes %, la que sea mayor.

0-100% de oxígeno con una exactitud de 5% en la lectura o 2 volúmenes %, la que sea mayor.

La interferencia con las mediciones ocasionada por la presencia de vapor de agua, líquido aspirado o presión en el circuito respiratorio, debe ser eliminada o compensada automáticamente por el MMGM.

El MMGM debe permanecer puesto a cero y calibrado al menos cada seis meses.¹⁰

¹⁰ EL HOSPITAL, Monitores para múltiples gases medicinales anestésicos y respiratorios, 2010. [En línea]. [Consultado 24 jul 2014], Disponible en: <<http://www.elhospital.com/temas/Monitores-para-multiples-gases-medicinales-anestésicos-y-respiratorios+8058705?pagina=1>>

Figura 2. Monitor gases anestésicos marca Dräger.



Fuente: DRAGER. Monitor gases anestésicos. [En línea]. [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <http://www.draeger.com/sites/enus_us/Pages/Hospital/OEM-by-Draeger.aspx>

2.3.4 Autoclave. Está constituido básicamente por una cámara rígida y hermética que incluye una puerta con dispositivos de seguridad para permitir introducir los objetos a esterilizar. Esta cámara lleva adosados dispositivos para medida de presión y temperatura y elementos calefactores para mantenerla caliente. El motivo de mantener la cámara a una temperatura superior a la ambiente es que así evitaremos condensaciones indeseables además de arrancar el ciclo con mayor rapidez. Los autoclaves piden un cierto tiempo desde el momento de conectarlos a la red con el fin de estar preparados térmicamente para los ciclos. Los ciclos más habituales que los fabricantes incorporan en estos equipos son:

Ciclo de 105 °C para la desinfección de líquidos y objetos delicados. No olvidemos que por debajo de los 120 °C sólo se puede hablar de desinfección, nunca de esterilización. Aclaramos esto porque se suele oír con frecuencia erróneamente tratado este ciclo como esterilizador de líquidos.

Ciclo de 120 °C, para la esterilización general del instrumental, guantes y tejidos clínicos.

Ciclo de 134 °C, para la esterilización de material quirúrgico o con riesgo.

Ciclo de 143 °C, llamado también ciclo rápido. Para esterilizar fundamentalmente instrumental cuyo uso pueda ser inmediato o urgente.¹¹

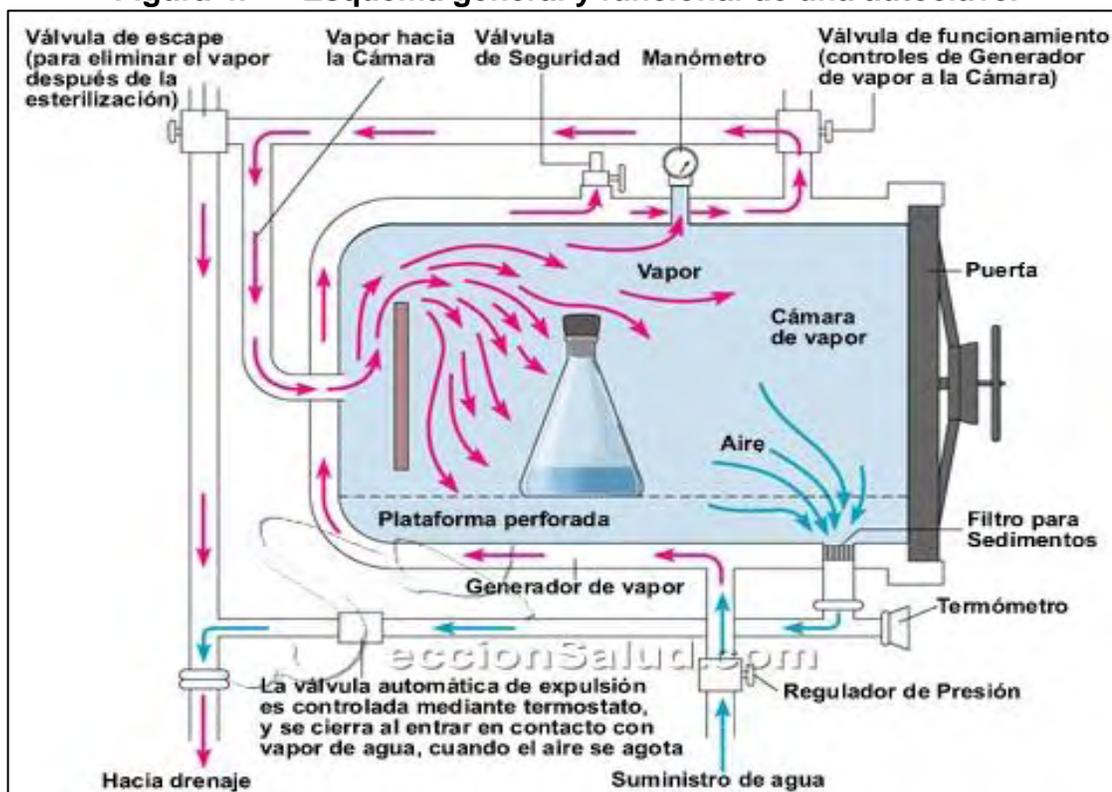
¹¹ REOCITES. [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.reocities.com/madisonavenue/4364/autocl02.html>>

Figura 3. Descripción física de un autoclave de última generación.



Fuente: TUTTNAUER. [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.tuttnauer.com/pharmaceutical-autoclaves/5596-compact>>

Figura 4. Esquema general y funcional de una autoclave.

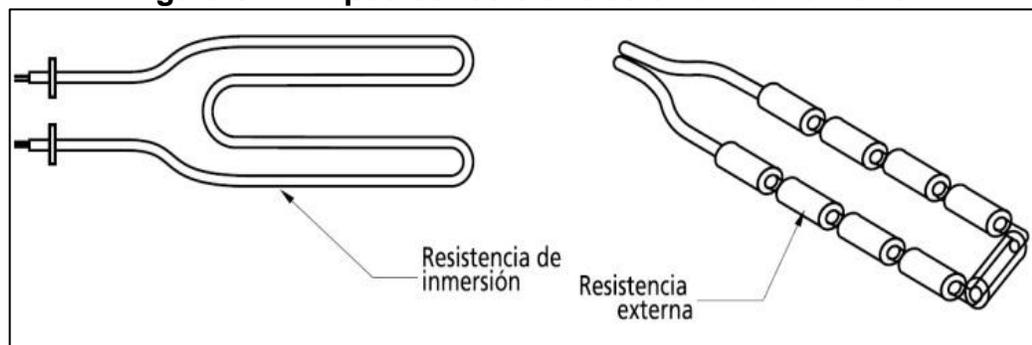


Fuente: SECCIONSAJUD, [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <http://www.seccionSalud.com/articulos/autoclaves_vapor/historia.php>

2.3.5 Baño María. Los baños de María están constituidos por un tanque fabricado en material inoxidable, el cual tiene montado en la parte inferior del mismo un conjunto de resistencias eléctricas, mediante las cuales se transfiere calor a un medio como agua o aceite, que se mantiene a una temperatura preseleccionada a través de un dispositivo de control –termostato, termostato, termistor o similar– que permite seleccionar la temperatura requerida por los diversos tipos de análisis o pruebas. Dispone de un cuerpo externo donde se encuentran ubicados los controles mencionados, el cual se fabrica en acero y se recubre generalmente con pintura electrostática de alta adherencia y resistencia a las condiciones ambientales propias de un laboratorio. Las resistencias pueden ser las siguientes:

- **De inmersión.** Se caracterizan por estar instaladas dentro de un tubo sellado. Están ubicadas en la parte inferior del recipiente y se encuentran en contacto directo con el medio a calentar.
- **Externas.** Se encuentran ubicadas en la parte inferior pero son externas al tanque; están protegidas por un material aislante que evita pérdidas de calor. Este tipo de resistencias transfiere el calor al fondo del tanque por medio de conducción térmica.

Figura 5. Tipos de resistencias en un baño maría.

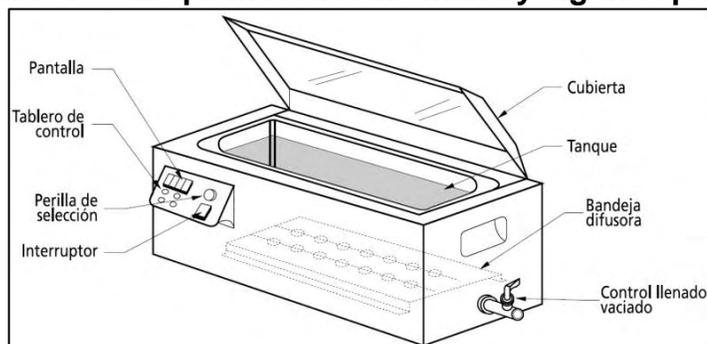


Fuente: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.panalimentos.org/rilaa/e/docs/e/MANTEQLABORATORIO.pdf>>

Dependiendo del tipo de baño, algunos disponen de una serie de accesorios como sistemas de agitación, que imprimen al medio calefactor un movimiento cuidadosamente controlado para mantener la temperatura lo más uniforme posible. Se muestra a continuación una tabla que describe los principales tipos de baños de María.¹²

¹² ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.panalimentos.org/rilaa/e/docs/e/MANTEQLABORATORIO.pdf>>

Figura 6. Esquema del baño maría y algunas partes.



Fuente: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.panalimentos.org/rilaa/e/docs/e/MANTEQLABORATORIO.pdf>>

Figura 7. Vista frontal del baño maría.



Fuente: ULTRASCHALL DE COLOMBIA, [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <http://www.ultraschall.co/productos_detalle.aspx?p=72928&t=A>

2.3.6 Cama eléctrica. Las camas eléctricas permiten ajustar convenientemente la altura de la cama y la posición del colchón, ahorrando tiempo y tensión física al cuidador en los cambios de posición del paciente, y en el aseo. Suelen tener accesorios y características de diseño que ayudan a resolver las necesidades especiales de los pacientes, reducen al mínimo la necesidad de movimiento del mismo, mejoran el acceso y facilitan su transporte a otros servicios. Incluyen cabecera y estribos removibles, controles para bajarlas rápidamente, compatibilidad con los exámenes radiológicos, báscula de cama, transformadores de aislamiento, postes y manijas de elevación y aislamiento doble.

Principios de operación. Las camas eléctricas pueden ser de pedestal o de panel. Las de pedestal utilizan típicamente un tornillo, un engranaje y un sistema de palanca, para levantarlas y bajarlas, mientras que la base permanece inmóvil. Incluyen generalmente topes tipo rodillo en la cabecera, para evitar el daño de la pared.

Las camas de panel utilizan un sistema de cable polea que resbala las esquinas sobre patas tubulares telescópicas o un sistema similar operado por un

mecanismo de tornillo palanca. Ambos métodos levantan y bajan la sección del RESORTE y la base y mueven la cama en un plano vertical, manteniendo la misma distancia relativa de la pared.

El colchón de la cama/camilla se soporta por un RESORTE de acoplamiento o una caja de lámina metálica, que se divide típicamente en tres o cuatro secciones, para que pueda adoptar las posiciones de Fowler, semi Fowler, Trendelenburg y Trendelenburg reverso, y en algunos casos la de silla cardiaca o hiperextensión. Las secciones retráctiles permiten que la cabecera y la sección de los pies se levanten sobre la sección del asiento de la cama. El auto-contorno está disponible en algunos modelos. Este eleva automáticamente la sección de las rodillas de la cama cuando se levanta la cabecera, evita que los pacientes con movilidad limitada se caigan y reduce el número de veces que deben ser reposicionados en la cama.

En la mayoría de las camas, los motores separados realizan tres funciones: ajustar la altura del RESORTE, mover la cabecera y mover la sección de las rodillas. Algunas camas tienen un solo motor y una transmisión engranada, que selectivamente engancha el tren apropiado para la función deseada. El uso de tableros de circuitos para regular la función del motor hace que los ajustes de la cama y la reparación de los motores sean más fáciles y rápidos.¹³

Figura 8. Cama eléctrica hospitalaria de tres cuerpos.



Fuente: HILL-ROOM, Cama eléctrica, [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.hill-rom.co.uk/Latinamerica/Latin-America/Productos/Camas/Hill-Rom-405-305/>>

2.3.7 Capnógrafo. La capnografía consiste en la medición no invasiva de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) durante un ciclo respiratorio. Esto se logra midiendo la absorbancia² de luz infrarroja, que es particularmente bien

¹³ EL HOSPITAL, Información para el desarrollo de la salud en américa latina, [Consultado 24 jul 2014], Disponible en: <http://www.elhospital.com/imprimir/Camas-electricas-y-camillas-moviles-hospitalarias/_8048451>

absorbida por el CO₂. Ha sido utilizada por anesthesiólogos desde 1970, y se considera un estándar en cirugías desde 1991.

La utilidad de medir la concentración de CO₂ consiste en que permite adecuar la ventilación del paciente, detectar intubación esofágica (en cuyo caso se detecta poco o nulo CO₂), desconexiones del sistema de respiración o ventilación, o bien para diagnosticar patologías.

El nivel de CO₂ exhalado por los pulmones refleja cambios en el metabolismo, y en condiciones de función pulmonar sana, el estado de los sistemas respiratorio y circulatorio. Si observamos un incremento en los valores del CO₂, podemos intuir condiciones hipermetabólicas como sepsis³ o hipertermia maligna⁴. En cambio, un decremento en la concentración puede ser causado por un ritmo cardiaco bajo, embolismo pulmonar⁵ o hipotermia⁶, debido a que estas condiciones disminuyen el flujo sanguíneo y por tanto el transporte de CO₂ a los pulmones.

El equipo que mide esta concentración recibe el nombre de capnógrafo. El capnógrafo muestra una curva típica (trazo) del CO₂ (medida en kiloPascales o en mmHg) y despliega el valor del CO₂ al final de la exhalación. Este valor es conocido como volumen tidal de CO₂. También nos puede indicar la frecuencia respiratoria, en base al flujo que recibe.

Principios de operación. La mayoría de los capnógrafos trabajan con base en 2 principios: Espectroscopía de Absorción Infrarroja y Espectroscopía Fotoacústica descritos a continuación, siendo la primera técnica la más usada. Se usa con mucha menor frecuencia la espectroscopía fotoacústica.

Espectroscopía de absorción infrarroja. Los gases de las moléculas que contienen al menos dos átomos diferentes absorben la radiación infrarroja. Usando esta propiedad, la concentración de CO₂ puede medirse de manera constante durante al ciclo respiratorio, para obtener un trazo capnográfico.

El CO₂ absorbe la radiación infrarroja con una longitud de onda de 4.3 nm. Un fotodetector mide la radiación proveniente de una fuente de infrarrojos a esta longitud de onda. La cantidad de radiación absorbida es proporcional al número de moléculas presentes en la cámara de análisis, de esta manera se calculan los valores de CO₂.

Espectroscopía fotoacústica. Esta tecnología consiste en irradiar la muestra de gas con radiación infrarroja de pulso, de una longitud de onda adecuada. La expansión y contracción periódica produce cambios en la presión, en una frecuencia audible que puede ser detectada por un micrófono. Las ventajas de éste método sobre la absorción son:

- La técnica fotoacústica es extremadamente estable, y requiere calibración con menos frecuencia.
- El tiempo de reacción es mucho mayor y nos brinda una representación más real de cualquier cambio en la concentración de CO₂.¹⁴

Figura 9. Equipo Capnógrafo y sus elementos.



Fuente: XENON, [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <http://www.xenon.com.br/_arquivos/big_2f789cd5a735ffa24c48f7bc4bb0b19e.jpg>

2.3.8 Desfibrilador. La desfibrilación es la entrega de corriente eléctrica al musculo del corazón, ya sea de forma directa al pecho abierto o indirectamente a través de la pared del tórax para terminar con una fibrilación ventricular (FV) y taquicardias ventriculares sin pulso (TV). La fibrilación ventricular es una arritmia caracterizada por un caos eléctrico y mecánico cuyo único tratamiento efectivo es el inmediato contrachoque o desfibrilación.

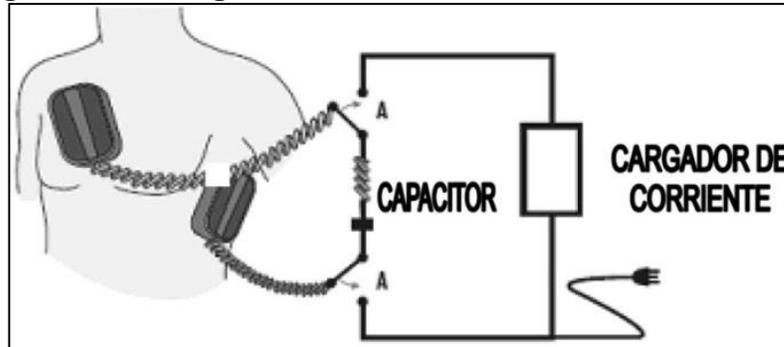
Los desfibriladores son dispositivos médicos que aplican un choque eléctrico al corazón para establecer un ritmo cardiaco más normal, en pacientes que se encuentran sufriendo una fibrilación ventricular o algún otro ritmo que requiera una descarga eléctrica. Algunos desfibriladores incluyen un monitor para visualizar al menos un canal de electrocardiograma (ECG) y además es utilizado para verificar el ritmo y la efectividad del tratamiento. Los desfibriladores con marcapasos incluyen un marcapasos no invasivo externo como parte integral del equipo.

Principio de operación. Los desfibriladores tienen tres modos básicos de operación: desfibrilación externa, desfibrilación interna y cardioversión sincronizada. La energía eléctrica descargada sobre el paciente en cada modo de operación, es provista por un gran capacitor el cual es cargado durante un periodo de varios segundos a través de baterías recargables o de la corriente alterna (ver figura). Alarmas audibles y visuales informan al operador cuando el capacitor se

¹⁴ CENETEC, Guía tecnológica No37 Capnógrafo, [En línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/37gt_Capnografia.pdf>

encuentra cargado en su totalidad y por tanto el dispositivo está listo para utilizarse.¹⁵

Figura 10. Diagrama básico funcional del desfibrilador.



Fuente: CENETEC, Guía tecnológica No29, Desfibriladores, [En línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/29gt_desfibriladores.pdf>

Figura 11. Desfibrilador para cardioversión con todas sus partes.



Fuente: ETYC EQUIPAMIENTO MÉDICO HOSPITALARIO, [En línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <<http://www.etyc.com.ar/index.php?pagina=ver-pro-dyne&id=1>>

2.3.9 Doppler Fetal. Tecnología que se basa en el principio de cambio Doppler. Esta teoría fue descubierta por primera vez por **Cristiano** Doppler un físico austríaco en 1842. Doppler descubrió que las ondas de sonido de una fuente en movimiento se comprime o se expande, o que la frecuencia cambiaría. Doppler trabajó en el principio de escuchar las reflexiones de los pequeños, de alta frecuencia ondas de sonido (ultrasonido). Estas ondas de ultrasonido son generadas por vibraciones microscópicas de cristales piezoeléctricos. Cuando las ondas se reflejan desde los objetos en movimiento, tales como un corazón fetal la frecuencia cambia ligeramente. Es este cambio que es analizada por la electrónica

¹⁵ CENETEC, Guía tecnológica No29, Desfibriladores, [En línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/29gt_desfibriladores.pdf>

del **Doppler** y se convierte en un sonido que se puede escuchar o una pantalla digital de la frecuencia cardíaca.¹⁶

Figura 12. Equipo Doppler fetal y su transductor.



Fuente: CLINICALGUARD, [en línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <<http://www.clinicalguard.com/doppler-basico-para-bebe-sonotrax-con-sonda-mhz-p-92.html?osCsid=62157f7c2e0b92239ea2d787de9c145a>>

2.3.10 Electrobisturí. Es un equipo electrónico, generador de corrientes de alta frecuencia (radiofrecuencia) con las que se puede cortar o coagular tejidos. Todo pasaje de una corriente eléctrica a través del organismo produce un calentamiento a su paso (Efecto Joule).

La electrocirugía y su práctica suelen convertirse en una herramienta habitual, y muchas veces, imprescindible por las mejoras que produce en la recuperación del animal intervenido quirúrgicamente y la limpieza en el campo operatorio, dado que reduce considerablemente el uso de torundas ante la falta de sangrado, permitiendo intervenciones menos cruentas. El equipo no presenta ningún riesgo de electrocución. El efecto electroquirúrgico se logra gracias a que se establece un circuito eléctrico a través del cuerpo del paciente.

La acción se lleva a cabo en el electrodo activo (bisturí), que tiene una sección pequeña, logrando así densidades de corriente elevadas que dan lugar a los efectos quirúrgicos deseados.

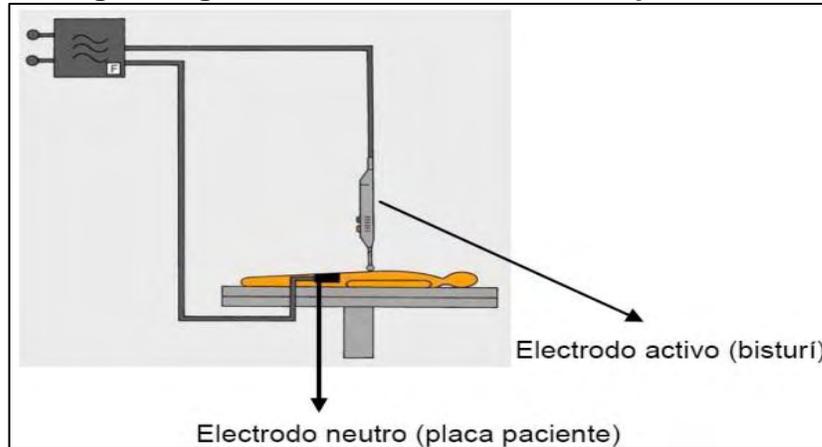
Técnica monopolar. Consiste en aplicar al paciente la corriente eléctrica producida por la unidad de electrocirugía en la zona a intervenir mediante un electrodo que se denomina activo (bisturí). Para que pueda establecerse una

¹⁶ MEDITECH, Fetal Heart Rate Doppler, [En línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.meditech.cn/meditech-edu/Fetal_doppler.asp>

circulación de corriente, el circuito eléctrico debe ser cerrado. Para este fin se debe utilizar un segundo electrodo, denominado placa paciente.

En la técnica de aplicación monopolar se efectúa un flujo de corriente desde el electrodo activo a través del tejido biológico hacia el electrodo neutro. Es decir: electrodo activo (bisturí) - paciente - electrodo neutro (placa paciente) y su cable de conexión. De esta manera se cierra el circuito eléctrico.

Figura 13. Diagrama general de la conexión monopolar del electrobisturí.



Fuente: MANUAL DEL USUARIO, bisturí electrónico MTR, [en línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsproductos/manual_usuario_electro_bistur__.pdf>

Técnica bipolar. Consiste en aplicar al paciente la corriente eléctrica producida por la unidad de electrocirugía mediante una pinza (pinza bipolar). En este caso una de las puntas de la pinza actúa como electrodo activo y la otra como pasivo, pero debido a que ambas poseen la misma área, en ambas caras de la punta de la pinza se produce el calentamiento.

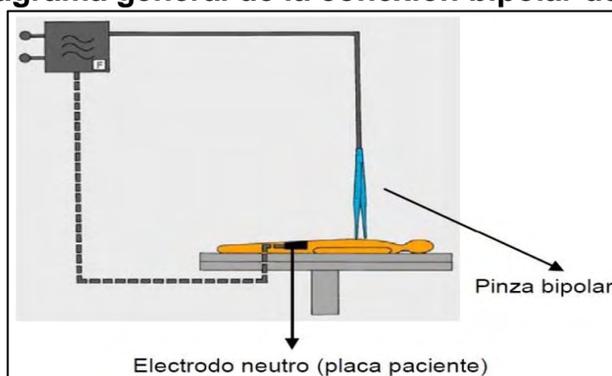
Al contrario de la técnica monopolar, la corriente de alta frecuencia no fluye a través del cuerpo del paciente hacia el electrodo neutro.

El instrumento más conocido aquí es la pinza bipolar. El camino de la corriente de alta frecuencia se efectúa únicamente de una punta de la pinza hacia la otra. Así se dan caminos de corriente muy cortos y zonas de coagulación definidas necesitando poca potencia.

Comparando la técnica monopolar con la bipolar hay que preferir la técnica bipolar en cuanto a la seguridad.¹⁷

¹⁷ MANUAL DEL USUARIO, bisturí electrónico MTR, [En línea],[Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsproductos/manual_usuario_electro_bistur__.pdf>

Figura 14. Diagrama general de la conexión bipolar del electrobisturí.



Fuente: MANUAL DEL USUARIO, bisturí electrónico MTR, [en línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsproductos/manual_usuario_electro_bistur_.pdf>

2.3.11 Electrocardiógrafo. Los electrocardiógrafos detectan las señales eléctricas asociadas con la actividad cardíaca y producen un electrocardiograma (ECG), que no es sino un registro gráfico del voltaje contra el tiempo de la actividad eléctrica del corazón. Son usados frecuentemente para diagnosticar algunas enfermedades cardíacas y arritmias.

Los electrocardiógrafos, a través de electrodos de registro, colocados en la superficie del cuerpo, detectan potenciales eléctricos de aproximadamente un milivoltio (mV), mismos que aparecen en la piel como resultado de la actividad cardíaca.

Las diferencias de voltaje entre los electrodos son medidas y corresponden con la actividad eléctrica del corazón.

La disposición específica que guardan los electrodos al momento de su colocación sobre la superficie corporal recibe el nombre de derivación.

Se han empleado más de 40 derivaciones distintas en los registros electrocardiográficos; sin embargo, habitualmente se registran doce:

- 6 en el plano frontal llamadas: derivaciones de los miembros.
- 6 en un plano horizontal, derivaciones precordiales

Las 12 derivaciones arriba mencionadas son las conocidas como derivaciones estándares del ECG y se obtienen de las diferentes señales varias medidas a través de 10 electrodos colocados en la superficie de la piel:

- Uno en cada uno de las extremidades o miembros inferiores y superiores, de los cuales el colocado en la pierna derecha es utilizado como electrodo de referencia para reducir la interferencia eléctrica externa.

- y los otros 6 en el pecho del paciente.

Las 12 derivaciones estándares incluyen tres tipos diferentes:

Tabla 1. Derivaciones estándares

TIPO DE DERIVACIÓN	DERIVACIONES
BIPOLARES	D I, DII, DIII
UNIPOLARES	aVR, aVL, aVF
PRECORDIALES	V1, V2, V3, V4, V5, V6

Fuente: CENETEC, Guía tecnológica No17, Electrocardiógrafo, [en línea], [Consultado 28 julio 2014], Disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/17gt_electrocardiografos.pdf>

Las derivaciones bipolares registran la señal eléctrica del corazón entre dos electrodos específicos. Estas son tres, las cuales se denominan como:

- Derivación I, representa la diferencia de potencial medida entre el electrodo del brazo derecho y del brazo izquierdo.
- Derivación II, representa la diferencia de potencial entre el electrodo del brazo derecho y el de la pierna izquierda
- Derivación III, dada por la diferencia de potencial entre el electrodo del brazo izquierdo y el de la pierna izquierda.¹⁸

Figura 15. Electrocardiógrafo digital de doce canales para derivaciones.



Fuente: MEDICALEXPO, [en línea], [Consultado 28 julio 2014], disponible en: <http://img.medicalexpo.es/images_me/photo-g/electrocardiografos-digitales-12-canales-67662-4998521.jpg>

2.3.12 Lámpara Cielítica. Las lámparas quirúrgicas son dispositivos que emiten una luz la cual ilumina un campo quirúrgico por un tiempo prolongado, para una visualización óptima de objetos pequeños y de bajo contraste en profundidades variables o a través de incisiones pequeñas.

¹⁸ CENETEC, Guía tecnológica No17, Electrocardiógrafo, [en línea], [Consultado 28 julio 2014], Disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/17gt_electrocardiografos.pdf>

Además de proporcionar suficiente iluminación, este tipo de luz reduce las sombras y produce una mínima distorsión del color.

Debido a que estos dispositivos son utilizados por periodos prolongados, es necesario el uso de dispositivos que limiten la cantidad de calor radiante que pudiera causar molestias y daños al tejido que se encuentra en el campo quirúrgico.

Principios de operación. Las lámparas quirúrgicas operan a través de la generación de luz que proviene de una fuente encontrada en la cabeza de la lámpara, la cual normalmente es un foco o un arreglo de focos que reflejan la luz a través de reflectores o espejos.

Las lámparas se encuentran montadas en uno o varios brazos porta lámparas que permiten una rotación ilimitada y movimiento vertical. Para lograr una configuración flexible de posicionamiento se usan mangos desmontables, esterilizables o desechables, así como con frenos automáticos para controlar y mantener una ubicación por arriba y alrededor del campo quirúrgico.

Los factores que se deben de tomar en consideración en una lámpara de quirófano son:

- **Iluminación.** La iluminación de un quirófano siempre debe de ser diseñada tomando en consideración tanto la generada por las lámparas quirúrgicas y las propias del quirófano o lámparas complementarias.

La iluminancia de las lámparas complementarias deben de ser de 1000 lux en todo el quirófano y el color debe de ser lo más parecida a la de las lámparas quirúrgicas.

La iluminancia de 100,000 Lux equivale a la emitida por el sol a mediodía. Debido a que en la zona de operaciones una gran parte de la luz no se ve reflejada, sino absorbida, las lámparas de quirófanos han de suministrar una cantidad de luz especialmente elevada. Las lámparas de quirófano deben de generar una iluminancia sobre el campo quirúrgico entre 20,000 y 100,000 lux.

- **Calidad del color.** Expresada por medio de la temperatura de color y del índice de reproducción de color.

La curva de temperatura de color de Planck muestra lo siguiente: la luz con una temperatura de color baja contiene preferentemente componentes de amarillo y de rojo. La luz es blanca únicamente a partir de unos 4.500 Kelvin. Dentro de este campo se encuentra también la temperatura de color de la luz diurna. Y como mejor ve el ojo humano es con la luz diurna.

La temperatura de color que deben de emitir las lámparas quirúrgicas debe de estar dentro del rango de 4000 a 5000 K.

El índice de reproducción de color expresa el efecto que la luz tiene sobre la apariencia de los tejidos en un campo quirúrgico. (Ej. Hipoxia).

Este método fue desarrollado por la Comisión Internacional sobre iluminación (CIE por sus siglas en francés Commission Internationale de l'Eclairage) y está basado en una escala de 0 a 100 para expresar la habilidad de la luz para igualar la reproducción de una luminaria de referencia con una temperatura de color establecida. Una lámpara con baja iluminancia requiere de un índice de reproducción alto para lograr un brillo y una buena claridad visual para lograr una buena percepción visual.

El índice de reproducción es de mucha utilidad para comparar diferentes tipos de luces del mismo color de temperatura.

- **Diámetro de campo iluminado.** Las lámparas quirúrgicas producen planos de luz que se juntan para formar un cilindro de luz homogénea. El campo iluminado debe de tener un diámetro de campo mínimo de 20 cm y una profundidad de campo de trabajo de 70 cm como mínimo.

- **Calor.** Luz significa luminosidad, pero también calor. Especialmente en aquellos casos en los que las operaciones se prolongan durante mucho tiempo puede llegar a ser muy molesto para el cirujano el calor, que se genera a causa del componente de infrarrojos de la luz. Además el calor seca los tejidos en el quirófano.

El cirujano necesita luz suficiente al realizar una operación, pero ningún calor. Se debe de considerar un incremento máximo en la zona de la cabeza del cirujano de 2°C y en la zona de operación de 15°C como máximo.

Para prevenir calentamiento de los tejidos expuestos en el sitio de operación, la eficacia luminosa o rendimiento de iluminación en el campo quirúrgico debe de ser de cuando menos 170 lm/W, lo cual nos daría una radiación menor de 600 W/m² para una iluminancia de 100000 lux.¹⁹

¹⁹ CENETEC, Guía tecnológica No14, Lámparas Quirúrgicas, [En línea],[Consultado 29 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/14gt_lamparasquirurgicas.pdf>

Figura 16. Lámpara cielítica tecnología led de dos satélites.



Fuente: MEDICA CONSOLIDADA, Lámparas visum led, [en línea], [Consultado 28 julio 2014], disponible en: <<http://medicaconsolidada.ecarty.com/public/producto/72313>>

2.3.13 Máquina de Anestesia. El sistema de anestesia es un conjunto de dispositivos necesarios y suficientes para la entrega y dosificación de aire, oxígeno y fármacos anestésicos en estado de gas o vapor para la anestesia general, para mantener la ventilación normal del aparato respiratorio y para la vigilancia constante de las concentraciones de los gases y vapores respirados, así como de las funciones vitales del paciente.

Figura 17. Esquema general de una Máquina de anestesia.



Fuente: GBARCO, Maquinas de Anestesia, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <<http://www.gbarco.com.co/EquiposdeCirugia/MaquinasdeAnestesia/tabid/103/Default.aspx>>

El Sistema de Anestesia consta de los siguientes subsistemas:

Vaporización. Consiste en uno o varios vaporizadores debidamente identificados, calibrados y conectados con el circuito del paciente, que permiten la dosificación de fármacos en forma de vapor.

Ventilación. Todo lo necesario y suficiente para mezclar y dosificar el aire, el oxígeno, el óxido nitroso y los vapores anestésicos, conservar la ventilación del

paciente y eliminar, de manera eficiente y segura el dióxido de carbono, los vapores anestésicos y los gases de desecho. Forman parte de éste todos los instrumentos que miden y muestran el flujo, volumen y la presión de cada uno de los gases.

Monitorización y registro. Todos los analizadores y sistemas de monitoreo, registro fisiológico y alarmas para el adecuado control de la dosis anestésica y la vigilancia de los cambios en las funciones vitales, tanto los producidos por la anestesia como por el procedimiento al cual el paciente está siendo sometido.

Utilería. Permite que el anesthesiólogo disponga de todo lo necesario (laringoscopio, guías, sondas, jeringas, medicamentos) para realizar sus labores de manera eficiente y segura.

Gabinete transportable. Debe dar a todo el sistema soporte mecánico y la capacidad de movimiento que requiere.²⁰

Figura 18. Diagrama de la Máquina de anestesia y sus subsistemas.



Fuente: CENETEC, Guía Tecnológica No10, Sistema de Anestesia, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/10gt_anestesia.pdf>

²⁰ CENETEC, Guía Tecnológica No10, Sistema de anestesia, ([en línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/10gt_anestesia.pdf>

Algunos de los elementos importantes de la máquina de anestesia.

- **Vaporizador.** Aditamento diseñado para facilitar el paso de un agente anestésico de su estado líquido a su estado de vapor. Su función en la anestesia es proporcionar vaporización de líquidos volátiles dentro de una concentración regulable; deben estar colocados entre la salida del múltiple de flujómetros y la salida de paso rápido de oxígeno, no deben colocarse dentro del circuito respiratorio, debe ser termo y flujo-compensador de alta calidad.

La vaporización es el proceso mediante el cual una sustancia pasa del estado líquido al de vapor (estado gaseoso).

La vaporización puede producirse exclusivamente en la superficie libre del líquido o simultáneamente en toda su masa, surgiendo así los conceptos de evaporación y ebullición. La evaporación es un fenómeno de superficie, en tanto que la ebullición es un fenómeno de masa.²¹

Figura 19. Vaporizadores de gases anestésicos, de izquierda a derecha para agentes anestésicos Isoflurano, Sevoflurano, Halotano, Enflurano.



Fuente: MEDICALEXPO, Evaporador de gases anestésicos, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <<http://www.medicalexpo.es/prod/spacelabs-healthcare/evaporadores-gases-anestésicos-70868-443870.html>>

2.3.14 Mesa de Cirugía Eléctrica. La mesa quirúrgica es la herramienta que emplea el cirujano en la intervención quirúrgica. Se diseña de forma tal que le permita al cirujano realizar las maniobras quirúrgicas necesarias, ya que el tamaño, el peso y la precisión del instrumental utilizado pueden afectar los resultados de la cirugía.

²¹ INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO, Vaporizadores Anestésicos, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <<http://biomedica.webcindario.com/Vaporizadores.htm>>

Entre otras características debe ser estable y confortable, debe tener un acolchado estable y una base electrohidráulica. Los tableros utilizados pueden ser de varios tipos, los más utilizados son el tablero universal y el tablero de traumatología. Debe ser adecuada para cada tipo de operación, por ello tiene un mando que regula sus movimientos, los cuales son:

- Regulación de altura.
- Inclinación lateral a ambos lados.
- Trendelemburg y antitren.
- Regulación de la placa lumbar.
- Regulación de las piernas por separado y juntas.
- Regulación de la placa de la cabeza.²²

Figura 20. Vista general de una mesa de cirugía eléctrica.



Fuente: AIRLIQUIDE, Mesas Quirúrgicas, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <<http://www.ar.airliquide.com/es/medicinal/equipamiento-medico/equipos-de-alta-complejidad/mesa-quirurgica-amsco-modelo-asc-2000.html>>

2.3.15 Monitor de Signos Vitales. Un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados.

Dependiendo de la configuración, los monitores de signos vitales miden y despliegan ondas y/o información numérica para varios parámetros fisiológicos tales como electrocardiograma (ECG), frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), presión invasiva (PI), temperatura corporal, saturación de oxígeno (SpO₂), saturación venosa de oxígeno (SvO₂), gasto cardíaco, dióxido de carbono (CO₂),

²² ECURED, Mesa Quirúrgica, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Mesa_Quir%C3%BArgica>

presión intracraneana (PIC), presión de gases en vía aérea (anestesia) entre otros.

El monitoreo continuo es una herramienta para el personal médico ya que les permite evaluar en todo momento y de forma completa las condiciones fisiológicas del paciente, además permite hacer mejores valoraciones y tomar mejores decisiones en su tratamiento y diagnóstico.

Durante la anestesia se debe utilizar equipos diseñados especialmente ya que estos son focalizados en monitorizar los sistemas que pueden sufrir daño por la falta de oxigenación o de circulación tales como corazón, cerebro y riñones. Estos parámetros son entre otros: ECG, SpO2, PI, PNI, gasto cardiaco, Temperatura, CO2, O2, agentes anestésicos, transmisión neuromuscular, calorimetría, electroencefalografía (EEG), y doppler transcraneal.

Los monitores adulto/pediátricos son utilizados en áreas críticas, por lo general la aplicación específica por tipo de paciente se logra por los consumibles que se utilicen (electrodos, brazaletes, sensores, etc.) siempre se sugiere tener consumibles de todos los tamaños para hacer más flexibles este tipo de monitores y poderse utilizar tanto en pacientes pediátricos como adultos.²³

Figura 21. Monitor de signos vitales.



Fuente: EQUIBIOMEDIC, Cirugía y UCI, [en línea], Consultado 30 julio 2014], disponible en: <<http://www.equibiomedic.com/cirugia.php>>

²³ CENETEC, Guía Tecnológica No13, Monitor de Signos Vitales, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/13gt_monitores.pdf>

Figura 22. Monitor de Signos Vitales multiparametros en Quirófano del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.



Fuente: El presente estudio

2.3.16 Negatoscopio. Dispositivo diseñado para la observación directa de los estudios de imagenología impresos en placas radiográficas. El cual consta de una fuente de luz que produce una intensidad de luz uniforme.

El negatoscopio consiste en un acomodo de tubos fluorescentes alimentados por un voltaje de alta frecuencia y una pantalla difusora de luz, que normalmente es de acrílico, que en conjunto proporcionan una iluminación estándar para la correcta observación de los estudios de imagenología y rayos x impresos en placas radiográficas.²⁴

Figura 23. Negatoscopio para placas radiográficas, dispositivo utilizado tanto en Cirugía como en Urgencias.



Fuente: ORTOPEDIAPLUS, Negatoscopio dos pantallas, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <<http://www.ortopediaplus.com/es/negatoscopios/3863-negatoscopio-dos-pantallas-sobremesa.html>>

²⁴ CENETEC, Guía Tecnológica No12, Negatoscopio, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/12gt_negatoscopio_r.pdf>

2.3.17 Pulsioxímetro. El oxímetro de pulso es un equipo que consiste básicamente en un dedal y un aparato que grafica la saturación de oxígeno en sangre.

Los oxímetros de pulso monitorean de forma no invasiva la saturación de oxígeno de la sangre que se puede expresar como porcentaje o en decimales. Su uso permite el monitoreo continuo e instantáneo de la oxigenación; la detección temprana de hipoxia antes de que ocurran otros signos como cianosis, taquicardia o bradicardia y reducir la frecuencia de punciones arteriales y el análisis de gases sanguíneos en el laboratorio.

Los oxímetros de pulso proporcionan una evaluación espectrofotométrica de la oxigenación de la hemoglobina (SpO₂) al medir la luz transmitida a través de un lecho capilar, sincronizada con el pulso, es decir, el oxímetro mide los cambios de absorción de luz que resultan de las pulsaciones de la sangre arterial.

El sistema de detección consta de diodos emisores de luz (LED) de una sola longitud de onda, fotodetectores y microprocesadores.

Los oxímetros de pulso se basan en el principio de la absorción diferencial de la luz para determinar el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre arterial (SpO₂); este valor se denomina SaO₂ cuando se determina a partir de una muestra de sangre arterial).

El sensor del oxímetro de pulso se coloca en una región del cuerpo, como puede ser un dedo de la mano, del pie o la oreja. Posteriormente el sensor transmite dos longitudes de onda de luz a través de la piel (por ejemplo, 660 nm [roja] y 930 nm [infrarroja]). Estas longitudes son absorbidas diferencialmente por la oxihemoglobina, que es de color rojo y es capaz de absorber la luz infrarroja, y la desoxihemoglobina, que es de color azul y es capaz de absorber la luz roja. La razón entre la luz roja y la infrarroja se usa para derivar la saturación de oxígeno. El fotodetector al otro lado del tejido transforma la luz transmitida en señales eléctricas proporcionales a la absorción.

Al obtener la señal eléctrica, ésta es procesada por el microprocesador del equipo, que presenta una lectura y activa una alarma si las condiciones satisfacen los criterios de alarma.

Cada pulso de la sangre arterial hace que el lecho capilar se expanda y se relaje. Las variaciones cíclicas resultantes en la longitud de la trayectoria de la luz transmitida permiten al dispositivo distinguir entre la saturación de hemoglobina de la sangre arterial (pulsante) y la de la sangre venosa, y los componentes tisulares porque no hay ningún pulso del tejido alrededor y el pulso de la sangre venosa es insignificante.

El microprocesador compara la relación entre los valores de absorción de la sangre arterial pulsátil con los datos almacenados derivados de los estudios invasivos en seres humanos para calcular y presentar la SpO₂.²⁵

Figura 24. Pulsioxímetro u oxímetro de pulso.



Fuente: CARDIOSISTEMAS, Oxímetro de Pulso, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <<http://www.cardiosistemas.com.ar/productos/oximetro-de-pulso-satur%F3metro-infunix-technology-ip-1010.htm>>

2.3.18 Succionador. Los aspiradores de secreciones se utilizan antes y después de las operaciones para eliminar fluidos quirúrgicos, tejidos (incluidos huesos), gases o fluidos corporales del paciente. La tecnología de vacío de alta calidad se ha diseñado para ofrecer una formación fiable de la capacidad de aspiración. Los aspiradores de succión se utilizan en cirugía general, liposucciones, neurocirugía y endoscopias. Asimismo, su manejo sencillo y silencioso es un aspecto importante para su uso diario en hospitales.²⁶

Figura 25. Succionador y su panel de mando, reservorios montados sobre una base de transporte.



Fuente: ESPIROMETROS.CO, Succionador eléctrico Thomas, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <<http://www.espirometros.co/succionadores/2372-succionador-electrico-thomas-1240.html>>

²⁵ CENETEC, Guía Tecnológica No38, Oxímetro, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/38gt_oximetro.pdf>

²⁶ MEDELA. Succión Quirúrgica, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], Disponible en: <<http://www.medela.com/LM/es/healthcare/products/surgical-suction.html>>

2.3.19 Ventilador Mecánico. Un ventilador consiste típicamente de un circuito flexible de respiración, un sistema de control, un suministro de gas y un sistema de monitoreo y de alarmas.

La mayoría de los ventiladores son controlados por microprocesador y regulan la presión, el volumen o el flujo en la entrega de cada respiración por presión positiva, así como la fracción de oxígeno inspirado (FiO₂) mediante los ajuste realizados por el usuario.

Estos equipos incluyen interfaces de comunicación por medio de las cuales se pueden almacenar o ser transferidos a un sistema de monitoreo central, a un sistema de información o a otro dispositivo todos los datos referidos a la configuración de control, las variables medidas y el estado de las alarmas.

Trabajan directamente conectados a la red eléctrica o mediante batería interna. La presencia de la batería en estos equipos está directamente relacionada con la falla en el suministro de alimentación externa y con el transporte de pacientes dentro y fuera del hospital.

La mayoría de los ventiladores reciben aire y oxígeno de tomas independientes que proporcionan, generalmente, el gas a una presión de 50 PSI. La mayoría de ventiladores mezclan el aire y el oxígeno internamente para alcanzar la FiO₂ que se desea entregar al paciente. Durante la fase inspiratoria se entrega el gas al paciente, en este momento la válvula espiratoria se encuentra cerrada para mantener la presión dentro del circuito respiratorio y los pulmones.

El gas es entregado al paciente a través de un circuito respiratorio flexible. La mayoría de los ventiladores utilizan un circuito respiratorio corrugado, doble o de dos ramas, por una rama se entrega la mezcla gaseosa al paciente mientras que por la otra rama se recibe el gas exhalado por este. Durante la entrega del gas inspiratorio, la válvula exhalatoria (externa o interna al ventilador) está cerrada para mantener la presión positiva en el circuito y los pulmones durante la respiración. Después de la fase inspiratoria, el gas se libera al aire ambiente a través de dicha válvula. En la rama inspiratoria de estos circuitos, que son generalmente de plástico o silicona, se pueden intercalar dispositivos que permitan la correcta humidificación y calefacción de los gases que serán introducidos en los pulmones del paciente, también es posible nebulizar medicamentos en la rama inspiratoria del circuito. En estos circuitos suelen conectarse entre el equipo y el paciente trampas de agua que permitan atrapar condensaciones y secreciones del paciente con el fin de que no ingresen al ventilador. Es común el uso de filtros bacteriológicos en estos equipos.

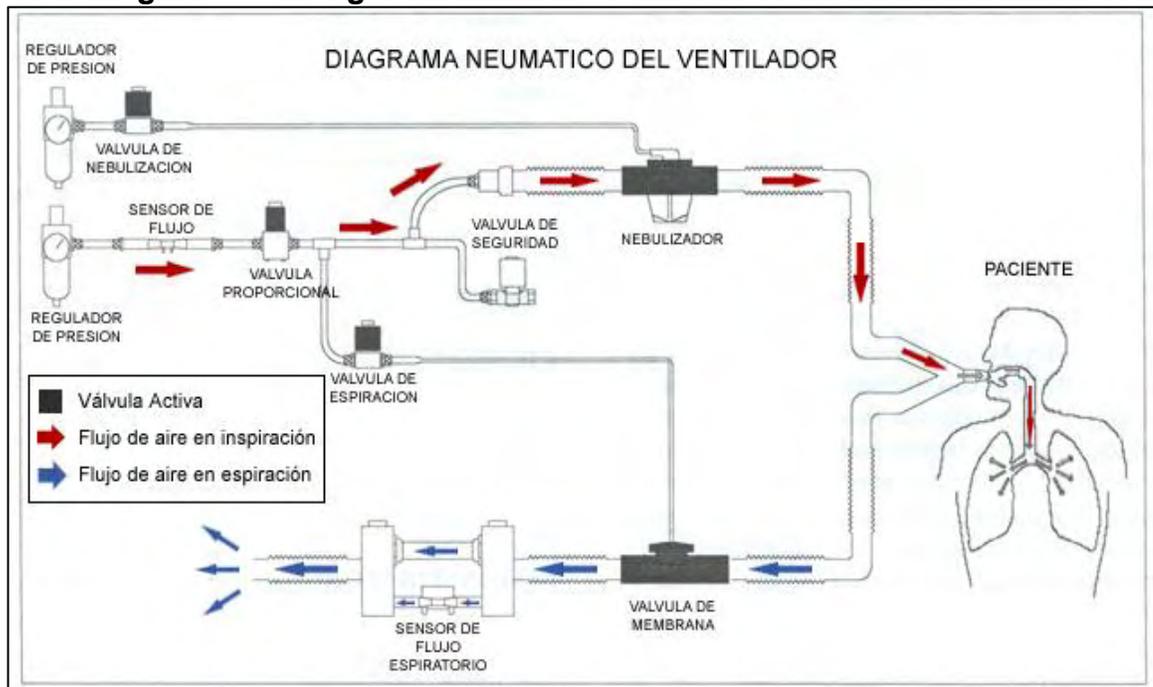
Estos equipos tienen generalmente transductores de flujo y presión que brindan una retroalimentación al equipo que le permite ajustar automáticamente lo entregado al paciente con lo seleccionado por el usuario.²⁷

Figura 26. Visión frontal del equipo general de un ventilador



Fuente: FUNDAMENTOS DE LA VENTILACION MECANICA, [en línea], [Consultado 02 Agosto 2014], disponible en: <<http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/C5.html>>

Figura 27. Diagrama del sistema neumático de un ventilador.



Fuente: DIAGRAMA NEUMATICO DEL VENTILADOR, [en línea], [Consultado 02 Agosto 2014], disponible en: <<http://190.156.226.185/sam/docs/varios/protocolosinternet/informacion%20ventilador/diagramavent2.jpg>>

²⁷ MASELECTROMEDICINA, Ventilación Mecánica, [en línea], [Consultado 02 Agosto 2014], Disponible en: <<http://ventilacionmecanica.maselectromedicina.com/ventmec2.htm>>

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Técnica para prever la frecuencia de avería de determinados tipos de componentes sustituibles (baterías, válvulas, bombas, sellos). El intervalo entre procedimientos de mantenimiento se fija de modo de reemplazar los componentes antes de que fallen y garantizar que el funcionamiento del equipo siga siendo fiable. En el marco de la atención sanitaria esto se hace principalmente en un centro de salud que posee una gran cantidad de dispositivos médicos de un solo fabricante o de un solo modelo.²⁸

3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Es un procedimiento periódico para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos, logrando de esta manera extender su vida útil. Esto incluye limpieza, lubricación, ajuste, y reemplazo de ciertas partes vulnerables, aumentando la seguridad del equipo y reduciendo la probabilidad de fallas mayores; pero no se excluye el mantenimiento que a diario debe realizar el operador del equipo (ej.: limpieza de electrodos en el desfibrilador, procedimientos de auto calibración en equipos computarizados, etc.)

El mantenimiento preventivo (MP) se realiza de forma periódica y tiene la finalidad de conservar, detectando y solucionando las pequeñas alteraciones iniciales que, de otra forma, conducirían a una avería o deterioro grave.

Los beneficios de un programa de mantenimiento preventivo son:

- Prevención de fallas en los equipos o instalaciones, con lo que se evita paros y gastos imprevistos.
- Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil.
- Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
- El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.
- Utilización planificada del recurso humano.²⁹

²⁸ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Introducción al programa de equipos médicos, p. 13 ([en línea], [Consultado 10 agosto 2014], disponible en: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf>

²⁹ CENETEC, Mantenimiento preventivo, ([en línea], [Consultado 10 agosto 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/Curso_I_Clinica08/PDF/MANTTO.PREVENTIVO_JZ SP.pdf>

3.3 FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Un dispositivo debe estar sujeto a inspecciones, mantenimiento o verificación de su funcionamiento, solo si existe una buena razón que la sustente. Entre estas están:

- Reducción del riesgo de dañar pacientes, operadores o visitantes.
- Minimizar el tiempo fuera de funcionamiento.
- Evitar reparaciones excesivamente costosas al proveer mantenimiento a intervalos periódicos.
- Producir un ahorro al prolongar la vida útil de un equipo, de modo que el gasto en mantenimiento durante su vida útil sea menor que la adquisición de uno nuevo.
- Corregir problemas de operación menores, antes que ellos resulten en fallas mayores del sistema o resultados imprecisos.
- Cumplir con códigos, estándares, y regulaciones, o las recomendaciones rigurosas de los fabricantes.³⁰

3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Proceso para restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería. El mantenimiento correctivo y el mantenimiento no programado se consideran sinónimos de reparación.³¹

3.5 CALIBRACIÓN

Algunos equipos médicos, en particular aquellos cuya salida de energía se usa con fines terapéuticos (desfibriladores, unidades electroquirúrgicas, estimuladores fisioterápicos, etc.) requieren calibración periódica. Esto significa que los niveles de energía se deben medir y que si hay discrepancia con respecto a los indicados es preciso realizar ajustes hasta que el dispositivo funcione conforme a las especificaciones. Los dispositivos con los que se realizan mediciones (electrocardiógrafos, equipos de laboratorio, básculas con estadímetro, espirómetros) también requieren calibración periódica para asegurar su precisión según parámetros establecidos.³²

³⁰ CENETEC, Mantenimiento preventivo, ([en línea], [Consultado 10 agosto 2014], disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/Curso_I_Clinica08/PDF/MANTTO.PREVENTIVO_JZ.SP.pdf>

³¹ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Introducción al programa de equipos médicos, p. 12. [en línea], [Consultado 10 agosto 2014], disponible en: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf>

³² *Ibíd.*, p.12.

4. MARCO LEGAL

A nivel internacional se ha buscado estandarizar la clasificación de los equipos médicos, con la intención de evitar subjetividades a la hora de evaluar el riesgo de los mismos, así para Colombia el INVIMA desde la creación de la ley 100 de 1993, viene adelantando programas encaminados a la detección de eventos adversos tanto a medicamentos como a dispositivos médicos, con el objetivo de mejorar la protección y la salud de los pacientes, usuarios y otros, mediante la reducción y control de la probabilidad del riesgo que se produzca o se repita un incidente adverso asociado al uso de los dispositivos médicos comercializados en el territorio colombiano.

Acto seguido, dentro del marco jurídico el decreto 4725 de 2005 reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. Los apartados y artículos que sirven de base para designación de riesgo que inducen los equipos biomédicos.³³

El Hospital Civil de Ipiiales E.S.E. logró la certificación ISO 9001:2008 de todos sus procesos desde el año 2006, un trabajo que se inició desde el 2003. Posteriormente, en el 2011, mediante varios ciclos de autoevaluación en los estándares del Sistema Único de Acreditación SUA, obtuvo la Acreditación en Salud. En el mismo año, fue galardonado con el Premio Salud Colombia, Modalidad bronce, otorgado por el Centro de Gestión Hospitalaria.

CERTIFICADO EN NTC ISO 9001:2008, otorgado septiembre de 2006.
Renovaciones: Octubre de 2009 y Septiembre de 2012.

ACREDITADO COMO INSTITUCION AMIGA DE LA MUJER Y DE LA INFANCIA
Diciembre de 2010.

PREMIO CALIDAD EN SALUD COLOMBIA 2011 CATEGORÍA BRONCE Junio de 2011.

ACREDITACION EN SALUD Julio de 2011. Primer seguimiento: Septiembre de 2012³⁴

Esta institución también se acoge a las normas del Gobierno Nacional mediante la expedición del Decreto 1769 de 1994 y su aclaratorio el Decreto 1617 de 1995 reglamentó el Artículo 189 de la Ley 100 de 1993 sobre el Mantenimiento Hospitalario. El Decreto 2174 de 1996, por el cual se organiza el sistema de garantía de calidad, establece en su artículo 3 las características de la calidad,

³³ HOSPITAL CIVIL DE IPIALES E.S.E. Documentación interna ingeniería Hospitalaria, 2012.

³⁴ HOSPITAL CIVIL DE IPIALES E.S.E., [en línea]. [Consultado 25 junio 2014], Disponible en: <<http://hospitalcivilese.gov.co/index.php/procesos/direccionamiento/gestion-de-la-calidad/93-hospital-local-civil/noticias-de-interes/125-renovacion-certificado-de-calidad-iso-9001-2008>>

una de las cuales es la disponibilidad y suficiencia de recursos, calidad que depende en buena medida de la realización del mantenimiento hospitalario.

Por tanto en ejercicio de las funciones otorgadas en el Numeral 6 del Artículo 7 del Decreto 1259 de 1994, y de las funciones consignadas en la Resolución 1320 de 1996, este Despacho presenta en ésta circular externa, el marco legal, la justificación y la necesidad del plan de mantenimiento en las instituciones prestadoras de servicios de salud. Se incluyen también modelos de formatos que permiten el desarrollo de las funciones de inspección y vigilancia, por parte de las entidades territoriales, tanto en la elaboración y aplicación del plan de mantenimiento hospitalario, como en la asignación y ejecución de recursos para el mantenimiento hospitalario en las instituciones prestadoras de servicios de salud de su jurisdicción.

En materia de mantenimiento la Ley 100 de 1993 se propone resolver los problemas que presentaban las instituciones de salud por la ausencia de mantenimiento preventivo a los equipos. Con tal objetivo, como se define en el siguiente artículo de la ley 100 de 1993.

Artículo 189. Mantenimiento Hospitalario. Los hospitales públicos y los privados en los cuales el valor de los contratos suscritos con la Nación o las entidades territoriales representen más del treinta por ciento (30%) de sus ingresos totales deberán destinar como mínimo el 5% del total de su presupuesto a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y la dotación hospitalaria³⁵.

El decreto 1769 de 1994, (agosto 3) diario Oficial No. 41.477, del 5 de agosto de 1994, Por el cual se reglamenta el artículo 90 del Decreto 1298 de 1984³⁶, el cual por medio de la presidencia de la república decreta el ámbito de aplicación del artículo 189 de la ley 100 del 93, en el con sus definiciones de Infraestructura hospitalaria, dotación hospitalaria, de equipo biomédico, de equipo de comunicaciones e informática, de recursos financieros, inspección vigilancia y control, a continuación se describen estas características para el plan de mantenimiento:

- **Infraestructura hospitalaria.** Para los efectos del mantenimiento, se entiende por infraestructura hospitalaria los edificios, las instalaciones físicas, las redes eléctricas, de sistemas y comunicaciones, telefónicas, hidráulicas y de vapor, redes locales, redes de conducción de gases medicinales y las áreas adyacentes a las edificaciones.

³⁵ COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 100 de 1993. [en línea, [Consultado 25 junio .2014], Disponible en: <http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1993/ley_0100_1993_pr005.html#189>

³⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1769 de 1994. Bogotá: Diario Oficial No. 41.477, del 5 de agosto de 1994.

- **La dotación hospitalaria.** Para los efectos de la actividad de mantenimiento, la dotación hospitalaria comprende: el equipo industrial de uso hospitalario, el equipo biomédico, los muebles para uso administrativo y para usos asistenciales, y los equipos de comunicaciones e informática.
- **Equipo industrial de uso hospitalario.** Hacen parte del equipo industrial de uso hospitalario, las plantas eléctricas, los equipos de lavandería y de cocina, las calderas, las bombas de agua, las autoclaves, el equipo de seguridad, el de refrigeración y aquellos equipos relacionados con servicios de apoyo hospitalario.
- **El mantenimiento hospitalario.** Por mantenimiento hospitalario se entiende la actividad técnico-administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo.
- **Los recursos financieros.** Los recursos financieros destinados para el mantenimiento solo podrán ser utilizados en infraestructura y dotación de propiedad de la institución hospitalaria.
- **Presupuesto.** Tratándose de hospitales públicos, los recursos destinados a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria serán presupuestados inicialmente para cada vigencia, con base en la apropiación total de ingresos aprobados para la institución. Dichos recursos deberán ajustarse durante la vigencia de manera tal que al adicionarse los ingresos totales, simultáneamente se adicionen los recursos destinados al mantenimiento.

Los hospitales privados, en los cuales el valor de los contratos suscritos con la Nación o con las entidades territoriales representen más de un treinta por ciento (39%) de los ingresos totales, tomarán como base para determinar los recursos destinados al mantenimiento hospitalario los ingresos totales realizados durante el correspondiente periodo conforme con la definición contenida en el artículo 38 del Decreto 2649 de 1993.

- **La inspección, vigilancia y control.** Corresponde a la Superintendencia Nacional de Salud ejercer la inspección, vigilancia y control de la asignación y utilización del presupuesto, para las actividades de mantenimiento, por parte de los hospitales e imponer las sanciones a que hubiere lugar.
- **Plan de mantenimiento.** El jefe o coordinador del servicio de mantenimiento y el Director del Hospital, deberán elaborar anualmente sus planes de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria en los cuales indique las actividades a desarrollar y su presupuesto.

Es muy tenida en cuenta la Resolución por parte del Ministerio de Salud N° 434 de 2001, antigua resolución derogada N° 5039 DE 1994 (Julio 25), Por la cual se dictan normas para la evaluación e importación de tecnologías biomédicas, donde se define las de importación controlada y se dictan otras disposiciones³⁷.

4.1 AUTORIDADES Y ORGANISMOS REGULADORES

Mencionando algunas autoridades y entidades respecto a normatividad a nivel nacional e internacional que tienen que ver con los servicios en salud y aspectos como mantenimiento, dotación, adquisición, importación, calidad, habilitación, certificación, acreditación, condiciones ambientales y sanitarias entre otras que caracterizan a un centro hospitalario, entre estas tenemos:

FDA: Food and Drug Administration. Administración de Drogas y Alimentos. Es responsable de proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario, vacunas y otros productos biológicos, dispositivos médicos, abastecimiento de alimentos, los cosméticos, los suplementos dietéticos y los productos que emiten radiaciones. Favorecer la salud pública mediante el fomento de las innovaciones de productos. Proveer al público la información necesaria, exacta, con base científica, que le permita utilizar medicamentos y alimentos para mejorar su salud.³⁸

OMS: Organización Mundial de la Salud. Es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas. Es la responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales.³⁹

OPS: Organización Panamericana de la salud. Es un organismo internacional de salud pública con casi 100 años de experiencia dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas. Es parte del Sistema de las Naciones Unidas y Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud.⁴⁰

³⁷ COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Resolución 434 de 2001. [en línea], [Consultado 15 agosto 2014], Disponible en: <http://web.invima.gov.co/portal/documents/portal/documents/root/resolucion_434_2001.pdf>

³⁸ EE.UU, FDA, [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.fda.gov/AboutFDA/Transparency/Basics/EnEspanol/ucm196467.htm>>

³⁹ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Acerca de la OMS. [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.who.int/about/es/>>

⁴⁰ NACIONES UNIDAS, OPS. Centro de información. [En línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.cinu.org.mx/onu/estructura/mexico/org/ops.htm>>

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. En el INVIMA trabajamos por garantizar la salud de los colombianos y los amigos extranjeros que viven en nuestro País, vigilando las fábricas y a las personas o empresas que traen productos de otros países, como alimentos, medicamentos, productos de aseo, implementos que usan nuestros médicos, entre otros productos, para que sean de buena calidad, estén en las condiciones necesarias para cumplir su función y no perjudiquen nuestra salud.⁴¹

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Fue fundado el 10 de mayo como el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, por un grupo de 18 empresarios y directivos gremiales, que vieron la necesidad de crear una organización que trabajara el tema de las normas técnicas, para mejorar la productividad y la competitividad de la industria nacional.⁴²

ISO: International Standards Organization, Organización Internacional para la Estandarización. Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional.⁴³

⁴¹ COLOMBIA, INVIMA, [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=2377&Itemid=1900>

⁴² COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.icontec.org/index.php/gu/nuestra-compania/nuestra-compania/nuestra-historia>>

⁴³ WIKIPEDIA.ORG. International Standards Organization. [En línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Internacional_de_Normalizaci%C3%B3n>

5. METODOLOGÍA

La ejecución del trabajo de grado se direcciona a trabajar desde el área de Ingeniería Hospitalaria del Hospital Civil de Ipiales E.S.E, enfocando los métodos de trabajo hacia los procesos que rigen el mantenimiento del equipamiento biomédico, en las áreas de Cirugía y Urgencias de esta institución.

A continuación se exponen los métodos y técnicas debidamente estructurados y ordenados, que se aplicaron para alcanzar los objetivos planteados desde el inicio hasta culminación de labores en la entidad hospitalaria.

5.1 CONOCER CAMPO DE ACCION EN INGENIERÍA HOSPITALARIA.

Desde la academia, para el programa de ingeniería electrónica, la electromedicina es un campo muy importante de estudio y trabajo para desarrollo profesional, al tratarse de un área que permite interactuar a la ingeniería desde sus diferentes aplicaciones, con el diagnóstico, tratamiento de la salud o incluso con la preservación de la vida del ser humano, a través de tecnologías como es el caso de los equipos biomédicos dentro de una institución prestadora de servicios de salud.

Para la vinculación del proyecto de grado en modalidad pasantía en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E, es necesario para el profesional egresado de ingeniería electrónica, conocer el campo de acción donde se llevara a cabo el desarrollo eficaz de los métodos planteados. Inicialmente se procedió a recibir la inducción pertinente por parte de los profesionales de ingeniería hospitalaria, respecto a los procesos para mantenimiento de equipamiento biomédico, donde se conoce el estado actual y como se venían realizando las actividades por parte del personal de mantenimiento.

Así mismo se trato acerca de necesidades que presentan los procesos, en pro de buscar soluciones y alternativas profesionales que contribuyan en el mejoramiento de las actividades, que actualmente se ejecutaban en la institución desde ingeniería hospitalaria.

5.1.1 Adquisición de información y revisión bibliográfica. Una actividad muy importante que se llevó a cabo inicialmente, consistió en realizar labores de inspección en la documentación y archivos que reposa en la oficina de ingeniería hospitalaria, donde es ineludible adquirir la información necesaria acerca del equipamiento biomédico. Es aquí donde se tiene acceso a la información contenida en las hojas de vida, fichas técnicas, manuales de operación, manuales de servicio, reportes de mantenimiento, entre otra información, de la cual se evaluó en el estado general que se encuentra dicha información, entregando como resultado algunos problemas a solucionar como cuales se mencionaran más adelante en este documento.

Este procedimiento se realiza con la documentación correspondiente a equipos biomédicos utilizados para las áreas de cirugía y urgencias del hospital. Se procede entonces a desarrollar diferentes actividades, entre ellas realizar un inventario de los equipos biomédicos presentes en las dos áreas, a fines de tener prioridad y más conocimiento con los equipos que se trabajara durante desarrollo del proyecto realizando una tabla de datos que contiene la información adquirida desde los archivos.

En los estantes de documentación se encuentra alojadas las hojas de vida de cada uno de los equipos biomédicos registrados en todas las áreas de la institución, una hojas de vida del equipo es de suma importancia ya que contienen información técnica del equipo, ubicación, tipo de riesgo, descripción, entre otros, entregando una información resumida pero muy detallada e importante a disponibilidad para el personal de mantenimiento.

Los datos adquiridos son necesarios y muy importantes para tener en cuenta, aquí es donde hablaremos de la organización y detalles que difieren en cada uno de los equipos biomédicos que utiliza la institución, los cuales permiten llevar un control ordenado. También se conoce los cronogramas de mantenimiento preventivo.

Durante la revisión de hojas de vida se encuentra que las fichas técnicas que actualmente se encontraban archivadas en la oficina de ingeniería hospitalaria contienen información obsoleta. La ejecución de las labores de mantenimiento preventivo se realizan respecto a un cronograma previamente planteado por ingeniería hospitalaria.

5.1.2 Reconocer equipamiento e instalaciones en cirugía y urgencias. En esta etapa se procedió a conocer la infraestructura e instalaciones del hospital junto con las áreas que lo conforma, dando prioridad a las áreas que se dirige el desarrollo del trabajo. Para el Hospital Civil de Ipiales el área de Cirugía está constituida por:

- Quirófano 1
- Quirófano 2
- Quirófano 3
- Unidad de cuidados post anestésicos
- Central de Esterilización.
- Estación de enfermería.

En cirugía encontramos equipos biomédicos de vital importancia, para prestar el servicio inmediato ante una intervención quirúrgica, que posteriormente el paciente intervenido debe ser monitoreado. El área está conformada por los equipos biomédicos que se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 2. Información de equipos para desarrollar procesos de mantenimiento en Cirugía del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.

ITEM	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE
1	ANALIZADOR DE GASES ANESTESICOS	DRAGER	6870750-23/VAMOS	ARUM-0108
2	AUTOCLAVE	GETINGE	510	46325/01/28
3	BAÑO MARIA	MEMMERT	W270	70300
4	CAPNOGRAFO	B.C.I	CAPNOCHECK PLUS	700960053
5	CAPNOGRAFO	NOVAMETRIX	MEDICAL	80 – 3045
6	DEFIBRILADOR	WELCH ALLYN	PIC-30	UD100352
7	DEFIBRILADOR	ARTEMA	CARDIOAID 200	12127262
8	DEFIBRILADOR	NIHON KODEN	TEC-5531 E	2019
9	DOPLER FETAL	NICOLETE	ELITE 200	EAC 1118
10	ELECTROBISTURI	ESCHMAN	TD830	83AAO1009
11	ELECTROBISTURI	BIRTCHERD	4400POWER PLUS	26781005
12	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB	FORCE 2	ESC29105 T
13	LAMPARA CIELITICA	DR-MACH	M3SC	11-12987/11-15266
14	LAMPARA CIELITICA	DR-MACH	M3SC	11-12987/11-15268
15	LAMPARA CIELITICA	HERAEUS	3401	F2 014
16	LAMPARA CIELITICA	EASTER	ELD 5H	EO-03D500H7809
17	MAQUINA DE ANESTESIA	BLEASE	FRONTALINE 690	770999
18	MAQUINA DE ANESTESIA	OHMEDA	EXCEL 210 SE	1002-9072-000
19	MAQUINA DE ANESTESIA	OHMEDA	S/5 AESPIRE	AMXJ01200
20	MESA DE CIRUGÍA ELÉCTRICA	LOS PINOS	MC-805TE	70901
21	MESA QUIRURGICA	MAQUET ROSTT	111300	3229
22	MESA QUIRURGICA	MARQUET	111400	2727
23	MESA QUIRURGICA	DOMETAL	VC383F	18201
24	MONITOR SIGNOS VITALES	LOHMEIER	MO11-392	1627
25	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240711
26	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240770
27	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240768

ITEM	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE
28	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240765
29	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240724
30	MONITOR SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240759
31	MONITOR SIGNOS VITALES	DATEX-OHMEDA	CARDIOCAP/5	6013810
32	MONITOR SIGNOS VITALES	OHMEDA	LIGHT SOLO	3838780
33	NEGATOSCOPIO C-1	N/A	N/A	N-01
34	NEGATOSCOPIO C- 3	N/A	N/A	N-03
35	NEGATOSCOPIO DOBL E C-2	N/A	N/A	N – 02
36	PULSIOXIMETRO	CRITICARE	504DX	206302114
37	SUCCIONADOR	MEDELA	O4613	30154
38	SUCCIONADOR	GOMCO	3040	20000920006
39	VENTILADOR	DRAGER	SAVINA	ARWF 0007
40	VENTILADOR	OHMEDA	7800	1500-8102-000
41	VENTILADOR	OHMEDA	7100	804SEH9
42	VENTILADOR	BLEASE	8200S	1130999

Fuente: El presente estudio

Durante la visita y reconocimiento de las instalaciones en el área de urgencias se encontró que esta se constituye por los siguientes servicios:

- Sala de procedimientos
- Aislamiento
- Consultorio No1
- Consultorio No2
- Estación de enfermería

Los equipos biomédicos correspondientes al área de Urgencias y que se encuentran funcionando en sus diferentes servicios se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Información de equipos para desarrollar procesos de mantenimiento en Urgencias del Hospital Civil de Ipiales E.S.E.

ITEM	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE
1	CAMA ELECTRICA	LOS PINOS	972ZR	44073
2	CAMA ELECTRICA	LOS PINOS	972ZR	44072
3	DEFIBRILADOR	ZOLL-M	M-SERIES	TO3K52790
4	ELECTROBISTURI	N.D.M	POWER POIT 1000	10425025R
5	ELECTROCARDIOGRAFO	NIHON KOHDEN	ECG 9022K	262
6	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MEK NT- PLUS	MP-1000	NTP-10E-0138
7	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MEK	MP-1000	NTP-11G-0461
8	MONITOR DE SIGNOS VITALES	WELCH ALLYN	SPOT 420TB	200819290
9	NEGATOSCOPIO	FEINNET	N/A	N/A
10	NEGATOSCOPIO – 2	FEINNET	N/A	N/A
11	NEGATOSCOPIO DOBLE	TYCOS	N/A	N/A
12	PULSOOXIMETRO	MEK	MP1100	109P-10L-2182
13	PULSOOXIMETRO	MEK	MP1100	110P-10L-2183
14	SUCCIONADOR	THOMAS	1130	90000000156

Fuente: El presente estudio

En la tabla 2 se registran un total de 42 equipos para el área de cirugía, en la tabla 3 registran un total de equipos de 14 equipos correspondientes al área de urgencias, dando un total 56 equipos biomédicos que trabajan energía eléctrica con los cuales se trabajara y desarrollara las metodologías planteadas.

5.2 ACTUALIZACIÓN FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

Una fase muy significativa del proyecto se orienta a actualizar la ficha técnica para equipo biomédico, por su relevante importancia dentro de ingeniería hospitalaria. Este es un formato donde se aloja información detallada y sustancial de los mismos, permite al personal de mantenimiento una visión corta y precisa acerca de las características, especificaciones técnicas y funcionales del equipo.

Es muy importante mencionar que durante la visita programada de evaluación por parte del ICONTEC a la institución, es imprescindible presentar mejoras de los procesos ejecutados por ingeniería hospitalaria. El proceso de actualización de la ficha técnica inicialmente se llevó a cabo para las áreas de cirugía y urgencias, por solicitud del director de ingeniería hospitalaria también se incluyen otras áreas para proceder con la actualización las cuales son: Ambulancias medicalizadas, Quirúrgicas, Fisioterapia, Patología, Atención ambulatoria, Unipersonal, entre las áreas mencionadas se suman aproximadamente 200 equipos para los cuales se actualizo su ficha técnica.

En Ingeniería Hospitalaria del Hospital Civil de Ipiales E.S.E, la ficha técnica reposa en los estantes de la oficina, archivada como documentos en carpetas y a su vez en portafolios A/Z, donde cada una de las carpetas contiene la hoja de vida de cada equipo pertenece a la institución. La hoja de vida del equipo está constituida por el historial de reportes de mantenimiento preventivo y correctivo que se ha realizado hasta el momento en el equipo, la documentación de adquisición del equipo, la ficha técnica y entre otros documentos que suministra información importante para el personal.

Se encuentra algunas irregularidades en el formato de ficha técnica versión 4, donde el estado de la información se encontraba incompleta y desactualizada, además no se maneja un archivo sistematizado de estos datos. La información esta archivada como documentación en estantes A/Z tan solo en medio físico. Como acción correctiva a la situación se actualiza toda la información implementando el formato de ficha técnica versión 5 (ver Anexo A), cuya estructura está debidamente mejorada para contener datos más precisos y actualizados acerca del equipamiento, es un formato más completo en cuanto a contenido de información de cada equipo.

El formato de la versión 5 se trabaja en digital (medio magnético), diseñado en hojas de cálculo de *Microsoft Excel 2007* del paquete de *Microsoft Office*, Levantando y recolectando la información directamente en un ordenador portátil. Esto es un respaldo muy significativo ya que permitirá reducir espacio y tener un acceso debidamente sistematizado y ordenado de la ficha técnica. Adicionalmente se procedió también a imprimir en medio físico toda la información actualizada para posteriormente ser entregada una copia en cada uno de los servicios y otra copia se archivó en los estantes de la oficina de ingeniería hospitalaria.

Se puede decir que la actualización de la ficha técnica necesito pasar por una serie de etapas que permiten finalmente alcanzar un resultado eficaz y eficiente de este procedimiento, donde fue necesario realizar un estudio, investigación, recolección de datos entre otras actividades, que finalmente permiten implementar el formato versión 5. A continuación se describe el trabajo realizado:

5.2.1 Estudio de información y datos requeridos. Por ser un formato más completo la información requerida por la ficha es más detallada y extensa, se hace necesario investigar datos que son de gran importancia como fecha de compra, fecha de instalación del equipo, datos del proveedor, que para algunos equipos se dificulta ya que con el paso del tiempo se perdió dicha información. Se hace necesario recurrir a medios para investigar y adquirir datos como manuales, hojas de vida, documentación, internet.

En el archivo de la oficina se encontró algunos manuales de servicio y manuales de operación, que en su mayoría son suministrados por los proveedores del equipamiento, cabe aclarar que la oficina de ingeniería hospitalaria cuenta con

reducido número de manuales para equipos de cirugía y urgencias; aquellos disponibles en la oficina son el objetivo inicial para comenzar con el estudio y extracción de los datos necesarios requeridos para realizar la actualización, dependiendo del tipo de manual se extraen datos técnicos e información del equipo.

Entre los datos requeridos están: voltaje máximo y mínimo de alimentación a la red eléctrica, corriente máxima y mínima, potencia, frecuencia de trabajo, temperatura, recomendaciones del fabricante entre otros. Para el caso de equipos que no poseen ningún tipo de manual se procedió a investigar alternativamente la información requerida para alcanzar este logro.

5.2.2 Recolección de datos directamente de cada equipo biomédico. Existen datos requeridos por el nuevo formato de ficha técnica que se deben extraer directamente de cada uno de los equipos biomédicos, esto implica dirigirse a cada una de las áreas y ambientes para entrar en contacto directo con cada equipo, esta acción también se realiza con la finalidad de ofrecer mejor calidad en los resultados finales de la información actualizada. A continuación se describe el tipo de información extraída de cada equipo:

- **Especificaciones técnicas de funcionamiento.** Especificaciones de operación del equipo tales como: voltaje máximo y mínimo, corriente máxima y mínima, potencia, frecuencia, temperatura, etc. Información que posteriormente se rectifican con manuales en la oficina.
- **Marca del equipo.** Es la insignia o símbolo del fabricante de un equipo biomédico.
- **Modelo del equipo.** Permite identificar o distinguir entre equipos biomédicos de la misma marca.
- **Numero Serial del equipo.** Es una combinación alfanumérica única asignada desde la fábrica para identificar al equipo biomédico.
- **Numero Activo Fijo.** Código único para identificar a cada equipo basado en código de barras, es asignado directamente por la institución.
- **Sellos de calibración.** Es indispensable que se encuentre esta información ya que sirve como respaldo si el equipo está debidamente calibrado y cuando será su próxima fecha de calibración.
- **Área y ambiente.** Hace referencia al servicio donde se encuentra funcionando actualmente el equipo biomédico.

Para realizar este procedimiento se coordina la visita conjuntamente con el jefe o director de cada servicio, con la finalidad de eludir algún tipo de inconvenientes o imprevistos durante el proceso, ya que implica tener contacto directo con cada equipo dentro del área.

Generalmente los datos se extraen de la placa de especificaciones o en la parte posterior del equipo, como se observa en la figura 28, donde se puede localizar la información requerida. Además se utiliza el inventario de equipos biomédicos suministrado desde ingeniería hospitalaria, herramienta de apoyo para tomar como referencia de la ubicación del equipo y como aproximación, para estimar un número de equipos biomédicos aproximado de 56 equipos pertenecientes a Cirugía y Urgencias. Mediante este método también se logró identificar aquellos equipos nuevos que habían ingresado recientemente a las diferentes áreas de la institución.

Figura 28. Información y especificaciones técnicas en la placa de un Succionador marca THOMAS.



Fuente: El presente estudio

5.2.3 Entrega de documentación actualizada. Una vez actualizada toda la información de la ficha técnica, se inicia por organizar toda la información en digital y se entrega a ingeniería hospitalaria en medio magnético, esta acción facilita el manejo de la información que se dispone al personal de ingeniería hospitalaria, permitiendo un acceso ordenado con la finalidad de optimizar el manejo de los datos e información contenida en la ficha de técnica.

Por solicitud del jefe de ingeniería hospitalaria se procedió a imprimir dos copias de la ficha; una para archivar y gestionarse directamente desde la oficina de ingeniería hospitalaria, la otra copia para entregarse en cada área de la institución, con la finalidad de ser presentadas ante las diferentes auditorías programadas en la institución.

Como apoyo a la gestión tecnológica hospitalaria se selección, organiza y archiva la documentación actualizada de los equipos y sus hojas de vida, además de los manuales siendo un proceso muy necesario y de gran apoyo en la oficina de ingeniería hospitalaria. En la siguiente figura se puede apreciar el desarrollo de esta actividad.

Figura 29. Gestión del archivo ficha técnica versión 5. Realizado para cada equipo biomédico en la oficina de Ingeniería Hospitalaria.



Fuente: El presente estudio

La información de los equipos en medio físico se organiza y se entrega en portafolios A/Z para cada una de las áreas que conforman la institución. La figura 30 se aprecia los estantes y el archivo de documentación e información de equipo biomédico en la oficina de ingeniería Hospitalaria del Hospital Civil Ipiales E.S.E:

Figura 30. Documentación y archivo de equipos biomédicos debidamente organizados en la oficina de Ingeniería Hospitalaria.



Fuente: El presente estudio

Finalmente se procede a entregar en medio físico una copia de la documentación en cada área, ahí se archivara para posteriormente presentarse ante las diferentes auditorias programadas para cada servicio por las entidades reguladoras. El jefe de cada área hace constar que ha revisado y recibe a satisfacción la documentación entregada, registrando con su firma en el registro de entrega para

documentación actualizada de los servicios de cirugía, urgencias, quirúrgicas, patología, fisioterapia, atención ambulatoria, unipersonal, y ambulancias medicalizadas (ver ANEXO B).

5.3 DISEÑO DE PROTOCOLOS PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

Los procesos de mantenimiento y en especial el preventivo que se ejecuta en el Hospital Civil de Ipiales, requiere de apoyo para mejorar y fortalecer sus métodos de trabajo, esta necesidad se asiste mediante el diseño e implementación de los protocolos para mantenimiento biomédico (ver Anexo C), el protocolo permite llevar un mejor control del mantenimiento que se realizan durante la intervención al equipo, haciendo que proceso de mantenimiento sea más eficiente. Estos protocolos también pueden ser usados para equipos de otros servicios del hospital, según corresponda con cualquiera de los protocolos diseñados.

El diseño de los protocolos se realiza como planes de apoyo al mantenimiento preventivo que le permitan al personal calificado ejecutar este proceso de una manera más eficaz y organizada. El protocolo de mantenimiento está integrado por un *formato para protocolo de mantenimiento* donde se anexan los resultados del trabajo realizado y una *guía de procedimientos para mantenimiento preventivo* donde se establece cómo se debe proceder a ejecutar el trabajo para cada equipo.

Durante el diseño se tiene como referencia de estudio los manuales de operación y manuales de servicio de los equipos e información adicional de otros medios. Los protocolos se diseñaron para equipos biomédicos correspondientes a las áreas de cirugía y urgencias, mencionando algunos tenemos la Máquina de anestesia, desfibrilador, Electrobisturí, Capnógrafo, Negatoscopio, Lámpara celiática, Cama eléctrica, baño maría, Generador ultrasonido, analizador de gases anestésicos, Electrocardiógrafo, generador arco en C, Succionador.

5.3.1 Formatos para protocolos de mantenimiento. Son herramientas que están diseñados y adecuados para trabajar con cualquier tipo de mantenimiento. Los formatos para protocolos de mantenimiento requieren de un estudio riguroso acerca de los puntos generales de inspección para cada equipo, El proceso de diseño de estos protocolos requiere de investigación y estudio de los diferentes parámetros que lo conforman, además se adecuaron según los requerimientos e instrumental de apoyo para mantenimiento con el que cuenta la institución.

El formato será un apoyo continuo para el personal operativo de mantenimiento durante los procedimientos, permitiendo puntos precisos de inspección y mejor control del procedimiento. Es importante mencionar que los formatos también están adecuados para trabajar con mantenimiento preventivo, correctivo y el

proceso de mantenimiento predictivo propio de este trabajo y que se detalla más adelante.

El diseño del formato se secciona de los siguientes puntos:

Encabezado. Designado para anexar todos los datos de identificación del equipo y el tipo de mantenimiento ejecutado.

Test cualitativo. Sección para la inspección y asignar un estado de valoración según criterio funcional y físico de equipo.

Limpieza del equipo. Para acciones precisas de limpieza del equipo o componentes que lo requieran.

Sección de simulaciones. Cuando se requiere de instrumental de apoyo para simular cierto parámetro verificando su respuesta y funcionamiento.

Repuestos utilizados. Permite anexar referencias y cantidad al ejecutar un cambio de componente o repuesto.

Instrumentación utilizada. Donde se anexa todos los elementos e instrumentos utilizados durante el proceso de intervención al equipo.

Observaciones generales del mantenimiento. Donde se anexan puntos generales del proceso de mantenimiento.

Estado de valoración para el equipo. Finalmente esta sección permite dar un criterio de valoración al equipo según la experiencia del mantenimiento.

5.3.2 Guía de procedimientos para mantenimiento preventivo. Para mejorar y optimizar el proceso de mantenimiento preventivo, se presenta al servicio de ingeniería hospitalaria guías de procedimientos para mantenimiento preventivo, que junto con los formatos de mantenimiento se presentan como apoyo y mejoramiento a estos procesos, haciendo que el trabajo realizado por parte del personal operativo sea más eficiente.

Para el desarrollo de las guías para procedimientos de mantenimiento preventivo se requiere investigar en el programa de mantenimiento recomendado por el fabricante, donde se realiza un estudio para adecuar un punto de inspección general y requerido por cualquier equipo, además es importante la experiencia directa al ejecutar mantenimiento a cada equipo. Las guías están diseñadas para entregar información precisa y detallada al personal operativo de mantenimiento, siendo un soporte más acerca de cómo proceder durante una rutina de mantenimiento.

Las guías se implementan y se entregan en medio magnético (formato PDF), esto permite un mejor manejo y organización al ser sistematizadas y de ser requerido fácilmente se pueden obtener a medio físico. En este documento las guías de procedimientos para mantenimiento preventivo se detallan para cada equipo más adelante en la sección *5.4 acciones de mantenimiento biomédico*.

5.3.3 Implementación de los protocolos al proceso de mantenimiento. Una vez diseñados los protocolos, son revisados por personal profesional de ingeniería hospitalaria donde se da el aval para ser presentados ante la subgerencia administrativa de la institución, este organismo tiene la facultad de aprobarlos mediante un sello de CONTROLADO para que los formatos sean regulados por la institución. Una vez controlados y aprobados los protocolos son inmediatamente implementados en la ejecución de mantenimiento biomédico. Los protocolos también se presentaran como otro avance en el mejoramiento de los procesos de mantenimiento ante las diferentes auditorías de regulación llevadas a nivel interno de la institución y por el ICONTEC.

5.4 ACCIONES DE MANTENIMIENTO BIOMÉDICO

Para realizar mantenimiento preventivo y correctivo a equipo biomédicos se hacen necesarias reunir un conjunto de actividades, métodos para corregir y disminuir anomalías que ocasionan mal funcionamiento de los equipos, estas tareas también permiten extender los tiempos de vida útil de un equipo.

El proceso de inspección al equipo durante el mantenimiento preventivo, precisa de una serie de técnicas realizadas coordinadamente de un proceso donde se debe considerar parámetros, posteriormente se implementa los protocolos de rutinas para mantenimiento preventivo, previamente aprobados y controlados por la subgerente administrativo de la institución la doctora Teresa Moreno

Posteriormente al diseño de los protocolo de mantenimiento preventivo, se implementan para ejecutar el proceso de mantenimiento preventivo con ayuda de esta herramientas en este trabajo,

Todas las acciones correctivas realizadas se adjuntan en el reporte de servicio y archivos en medio magnético, para ser utilizadas como soporte ante futuras fallas por parte del personal profesional de mantenimiento.

El desarrollo de procesos de mantenimiento implica trabajar con instrumental de apoyo, estos equipos permiten realizar mediciones de los parámetros característicos de cada equipo biomédico y a su vez se toman como patrones para comprobar el desempeño funcional del equipo sometido a pruebas. Mencionando algunos de estos equipos se encuentra:

Analizador de desfibrilador marca NETECH DELTA 2200 instrumento electrónico utilizado para realizar pruebas de desempeño funcional en desfibriladores permitiendo analizar y comprobar la energía en julio entregada por los mimos. En la figura se puede observar este instrumento trabajando.

Figura 31. Analizador de desfibrilador marca NETECH DELTA 2200, instrumento utilizado como patrón para medir la descarga de energía en un desfibrilador.



Fuente: El presente estudio

Simulador de electrocardiografía ECG plus, instrumento simulador de señales cardiacas trabajadas en electrocardiografía para 3 derivaciones, 5 derivaciones y 12 derivaciones, adicionalmente cuenta con una función de generador de señales triangular cuadrada y sinusoidal instrumento de apoyo en múltiples verificaciones sobre equipos tales como monitor de signos vitales, electrocardiógrafo, desfibriladores.

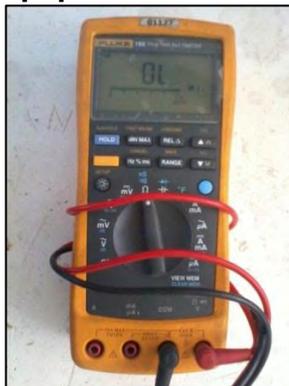
Figura 32. Simulador de ECG para tres, cinco y doce derivaciones. Además cuenta con función de generador de señales.



Fuente: El presente estudio

Multímetro marca FLUKE instrumento de alta gama con todas funciones utilizadas en electrónica adicionalmente cuenta con un sensor de temperatura muy útil para trabajar con equipo biomédico. De gran apoyo para mantenimiento correctivo.

Figura 33 Multímetro marca FLUKE utilizado para múltiples tareas en equipos biomédicos.



Fuente: El presente estudio

Para las verificaciones funcionales del equipamiento, también se pueden utilizar otros equipos que permiten realizar estas tareas como un tensiómetro neumático debidamente calibrado y cualquier tipo de termómetro. A continuación se mencionan los equipos trabajados para el desarrollo de los procesos de mantenimiento tanto del área de Cirugía como del área de Urgencias con su respectiva guía de procedimientos para ejecutar mantenimiento preventivo.

5.4.1 Máquina de anestesia. Equipo de gran importancia en quirófano presenta complejidad en su sistema por combinar diferentes tecnologías y dispositivos de tipo electrónico, mecánico y neumático, para administrar de manera segura y por vía pulmonar al paciente gases y vapores anestésicos durante la intervención quirúrgica, a continuación en la tabla 4 se describen las máquinas de anestesia intervenidas para mantenimiento:

Tabla 4. Equipos presentes en quirófanos del área de cirugía intervenidos a mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Máquina de anestesia	BLEASE	FRONTALINE 690	V99720	Cirugía	Preventivo
Máquina de anestesia	OHMEDA	EXCEL 210 SE	V107513	Cirugía	Preventivo
Máquina de anestesia	OHMEDA	S/5 AESPIRE	V113049	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.1.1 Mantenimiento preventivo. El procedimiento para este tipo de equipos implica desarrollar diferentes métodos y procedimientos por parte del personal de mantenimiento, ya que es un sistema conformado por diferentes elementos, dispositivos y tecnologías. El mantenimiento se debe realizar de manera cuidadosa y coordinada con apoyo del protocolo de mantenimiento previamente diseñado para máquinas de anestesia.

En el cronograma previsto por ingeniería hospitalaria, la frecuencia de mantenimiento preventivo para estos equipos debe realizarse cada 4 meses, se recomienda tomar los manuales del fabricante como apoyo si se cuenta con estos. Es importante resaltar que las rutinas de mantenimiento preventivo para monitor de signos vitales pertenecientes al sistema de anestesia, se describe en el mantenimiento de monitores descrito más adelante en esta sección, realizar los siguientes procedimientos:

Inspección física del sistema de anestesia. Conjunto de procedimientos para evaluar y verificar todo el sistema que conforman la máquina de anestesia, se debe realizar una inspección minuciosa en busca de irregularidades o anomalías, comprobar que todo marcha correctamente. en la figura se muestra el chequeo de condiciones físicas y condiciones de trabajo de una máquina de anestesia.

Figura 34. Inspección de estado físico en los componentes que integran el sistema de anestesia, vaporizadores, flujómetros, manómetros, ventilador, mangueras entre otros en máquina de anestesia marca BLEASE.



Fuente: El presente estudio

Ejecutar los siguientes chequeos:

- Inspeccionar las condiciones ambientales de trabajo en las que se encuentra el sistema de anestesia, el sistema no debe estar afectado íntegramente.
- Ejecutar una inspección minuciosa de las condiciones físicas en que se encuentran módulos de control, canister, fuelle, vaporizadores, monitores y demás componentes que conforman la máquina de anestesia.
- Revisar condiciones físicas de todos cables y mangueras junto con sus conectores, que no se encuentren doblados, quebrados o presente signos de desgaste.

- Comprobar que todos los componentes y elementos del sistema como dispositivos de monitoreo, cilindros tipo E, accesorios periféricos se encuentran fijos y apropiadamente instalados.
- Examinar todo el sistema del circuito de paciente, las conexiones entre mangueras y acoples del sistema de gases deben estar fijamente instalados y acoplados, ajustar cualquier conector de ser necesario.
- Inspeccionar que la unidad cuente con todos los accesorios, pulmón de prueba, mascarilla para gases, guantes, empaques Oring, diafragmas y otros empaques.
- Revisar estado físico de válvulas, flujómetros y manómetros.

Pruebas funcionales en la máquina de anestesia. Con las acciones a realizarse en esta etapa se procede a verificar el funcionamiento y desempeño de los diferentes elementos que conforman la máquina, corroborar cada punto de inspección para cerciorarse que todo marcha bien.

Figura 35. Prueba de funcionamiento para flujómetros con flujo de Oxígeno, Óxido nitroso y aire medicinal.



Fuente: El presente estudio

- Ejecutar pruebas de movimiento del carro de transporte, comprobar que las ruedas y los frenos trabajan correctamente identificar cualquier daño en los rodamientos.
- Encender la máquina de anestesia para comprobar si existen códigos de error de memoria, verificar y solucionar la causa que genera el error.
- Comprobar y chequear los displays e indicadores del sistema que funcionan correctamente que no presenten defectos funcionales.

- Comprobar funcionamiento de los flujómetros verificando que el rotámetro de cada flujómetro responde y mide la variación de cada gas realizada desde la perilla de control.
- Con la máquina de anestesia realizar prueba de funcionamiento de mandos de control como perillas y botones, variar parámetros de trabajo para comprobar que están realizando su trabajo de control correctamente.
- Ejecutar prueba de alarmas para comprobar su funcionamiento y niveles de volumen.
- Revisar físicamente los vaporizadores y su próxima fecha de calibración, realizar pruebas de desempeño de los mismos.
- Verificar el estado físico del canister, Revisar empaques del canister, cambiar si es necesario.
- Haga la prueba de operación con toda la tubería conectada para verificar la expulsión del gas.

Pruebas del sistema de baja presión y circuito de paciente. Verificar que el circuito de respiración este en buenas condiciones físicas la conexión al sistema de gas, debe contar con nebulizador y humidificador comprobar que las mangueras y los conectores estén correctamente ensamblados y conectados, comprobar que no existan ningún tipo de fugas, la condición física montaje debe estar en buenas condiciones.

Figura 36. Chequeo de circuito de paciente y canister perteneciente al sistema de absorción de gases.



Fuente: El presente estudio

- La condición física de las conexiones del circuito de paciente no debe presentar ningún tipo de irregularidades en mangueras y conectores junto con sus partes neumáticas y eléctricas.

- Comprobar que todas las conexiones entre las mangueras, acoples y máscara de gases están correctamente ensamblados.
- Dejar fluir oxígeno sobre el circuito de paciente para detectar que no exista presencia de fugas sobre todas las conexiones y mangueras del circuito de paciente.
- Verificar desde la máquina que el sensor de flujo responde correctamente, en caso contrario revisar la turbina del sensor que está conectada entre la válvula expiratoria y circuito de paciente.
- Revisar físicamente las válvulas inhalación y exhalación en el sistema para absorción de gases y comprobar que regulan y trabajan correctamente.
- Comprobar que los soportes y bases para mangueras del circuito de baja presión están fijamente instalados.
- Pruebas de flujómetros. Cambio oring de los flujómetros si es necesario.
- Pruebas de funcionamiento por posibles fugas de gases.

Pruebas del sistema de alta presión y suministro de gases. Según norma internacionales se plantea que los gases tienen que estar normalizados de acuerdo a un color así por ejemplo tenemos que para el oxígeno O₂ corresponde el color verde, para óxido nitroso NO₂ corresponde color azul, aire medicinal corresponde el color amarillo y para succión que corresponde el color blanco. En la siguiente figura se detalla el suministro de gases debidamente normalizado.

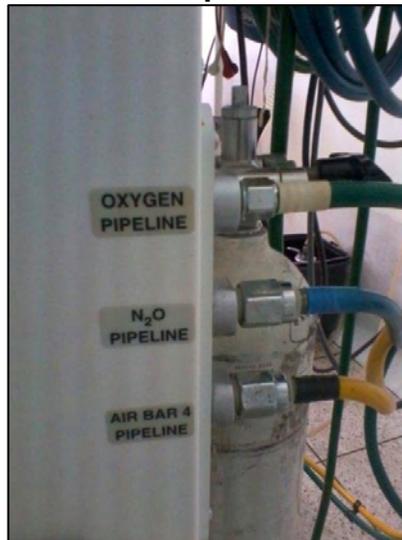
Se debe realizar una inspección del sistema de suministro de gas externo y propio de la máquina, verificar que las conexiones de los elementos suministradores de los gases estén bien conectados según las normas y que no exista ningún tipo de fugas durante el flujo de gases.

Figura 37. Tomas murales para suministro de gases en quirófano 1, se entrega a través de ductos desde centrales de gases medicinales.



Fuente: El presente estudio

Figura 38. Verificación del sistema de reserva de gases e inspección de posibles fugas en conectores tipo mariposa del sistema de gases de pared de alta presión.



Fuente: El presente estudio

- Comprobar que las mangueras de la máquina para O₂, NO₂ y aire están fijamente conectadas en la misma y en las tomas de gases de la pared.
- Inspeccionar que no exista fugas de gases en las conexiones de la maquina con las tomas de gases de pared y las conexiones con los cilindros tipo E para gases de reserva.
- Comprobar estado físico, conexión y flujo de gases de las tomas de gas en la pared, con un medidor para presión verifica que se entrega valores estándar de presión entre 50 y 55 libras/pulgada.
- Verificar la integridad de los yugos sostenedores de los cilindros para reserva de gas, los conectores de la maquina con cada cilindro deben estar fijamente instalados.
- Verificar que no existan fugas en el sistema de alta presión, para esto abra los cilindros pequeños y después ciérrelos y si en los manómetros de trabajo hay decremento de presión, busque la fuga con agua y jabón.
- Encender la máquina de anestesia para proceder para comprobar que el sensor de oxígeno
- Desconectar cada manguera para oxígeno (color verde), óxido nitroso (color azul) y aire (color amarillo) de toma de gas de la pared y con la máquina de anestesia encendida comprobar que se activa la alarma.

- Abrir las válvulas reguladoras que controlan los cilindros tipo E de gas de reserva y comprobar en la máquina de anestesia que los manómetros miden las variaciones, realizar con oxígeno (O₂), óxido nitroso (N₂O) y aire.
- Comprobar que las válvulas reguladoras de gases y los manómetros están trabajando correctamente.
- Revisar el estado y lectura de los medidores de presión, verificar su validez (compararla con la presión medida a la salida)
- Revisión de presión a Oxígeno, Aire medicinal y Óxido Nitroso

Pruebas con monitor de ventilación. Para este procedimiento se recomienda ejecutar pruebas de autochequeo si el ventilador cuenta con esta opción, en caso contrario proceder con las siguientes acciones:

Figura 39. Regulación de niveles de ventilación en ventilador marca BLEASE 8200S.



Fuente: El presente estudio

- Conectar el pulmón de prueba con la conexión del circuito de paciente, ajustar el interruptor del pulmón de prueba (correcta conexión ventilador a pulmón de prueba).
- Proceder a encender el sistema colocando en el interruptor general de la máquina de anestesia en posición ON.
- ajustar los siguientes controles en el monitor de ventilación: el flujo de O₂ en caudal mínimo, flujo para los otros gases en off. En el ventilador la PEEP (presión positiva al final de la espiración) en off, presión limite en 40cm H₂O, volumen tidal en 400ml.
- Presionar el botón para iniciar llenado de O₂ en el fuelle, asegurarse que la ventilación mecánica se inicia normalmente y el fuelle realiza sus movimientos de subida y abajada correctamente.

- Corroborar que el sistema de ventilación no genera alarmas de presión inferiores a la atmosférica y muestra los datos correctamente.
- Ajustar los controles de ventilación y límites de alarma a los niveles clínicamente apropiados, colocar el interruptor del sistema en off y cerrar todas las válvulas de los cilindros.

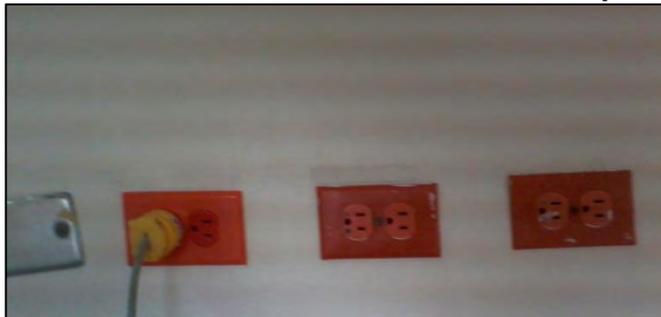
Figura 40. Verificación de conexiones y funcionamiento mecánico del fuelle en el sistema de ventilación.



Fuente: El presente estudio

Verificar conexión a la red eléctrica. Se realiza con la finalidad de garantizar el funcionamiento seguro del equipo, los problemas con fuente de alimentación eléctrica pueden ocasionar mal funcionamiento de la unidad llevando a situaciones adversas durante una intervención. Proceder con las siguientes revisiones:

Figura 41. Tomas de alimentación eléctrica con su respectiva toma a tierra.



Fuente: El presente estudio

- Inicie por comprobar que la integridad física de la toma de corriente está bien, no debe presentar signos de quebraduras o desgaste en caso de detectar desperfectos físicos proceder a remplazar este elemento.
- Con ayuda de un multímetro comprobar que los valores efectivos de voltaje alterno sean los correctos.
- Comprobar en la toma de corriente AC que la fase, neutro y tierra están debidamente normalizados, realizar con ayuda de un multímetro.
- Verifica que las tomas de corriente alterna donde se alimenta la máquina de anestesia cuentan con una buena tierra conductora.
- Verificar que la conexión entre la clavija del cable de red eléctrica de la máquina y la toma de corriente alterna en la pared quedan fijamente acopladas.

Test de funcionamiento de baterías de respaldo. La batería es indispensable ya que en el caso de interrumpirse la alimentación de corriente alterna de la máquina, la batería de respaldo asegura que los sistemas de monitoreo como ventilador, monitor de signos vitales, analizador de gases anestésicos continúen trabajando por un periodo de aproximadamente 2 horas que puede variar dependiendo del estado de la batería y los ajustes de monitorización.

- Verificar que el componente este en buenas condiciones, no debe presentar ningún tipo de anomalía como rajaduras o filtraciones de líquidos.
- Desconectar la unidad de la red eléctrica y verificar que los indicadores de nivel de carga de la batería están al máximo, se activara una alarma por el corte de corriente alterna.
- Verificar por un periodo de 30 minutos el comportamiento de la batería y su descarga.
- Comprobar que la los niveles de descarga de la batería no han bajado más del 50%
- Los resultados de rendimiento de la batería de respaldo anexarlos en el protocolo de mantenimiento para máquina de anestesia.

Limpieza integral del sistema y sus elementos. Se procede a realizar cuidadosa limpieza externa y esterilización de flujómetros, limpieza del canister del filtro de gases (canister absorbe el CO₂).

- Drenar y limpiar el absorbente (canister), compuestos absorbentes de dióxido de carbono (CO₂) (cal sodada, mezcla de hidróxido de bario y calcio, hidróxido de calcio).
- Limpiar el chasis de la máquina y superficies exteriores de todo el sistema con un paño ligeramente húmedo. evitar la presencia de humedad.
- Efectuar limpieza de flujómetros y revisar próxima fecha de calibración de estos.
- Limpiar las ruedas de la maquina con solución limpiadora para evitar descargas estáticas.
- Examinar el sistema absorbente de gases y de ser necesario limpiar internamente el canister y cambiar el material absorbente de CO₂.

5.4.1.2 Mantenimiento Correctivo. A continuación se describen algunas acciones correctivas precisas que pueden ser aplicadas ante la presencia de fallas o mal funcionamiento más frecuentes en los sistemas de anestesia.

Tabla 5. Acciones correctivas en sistemas de anestesia.

ANOMALIA	POSIBLE CAUSA	ACCION CORRECTIVA
Fallo en el sensor de O ₂	El sensor de O ₂ no está calibrado correctamente. Se ha reemplazado el sensor de O ₂ o no se ha calibrado. El sensor de O ₂ está gastado. El sensor de O ₂ está desconectado. El cable del sensor está defectuoso.	Siga el procedimiento correspondiente para calibrar el sensor de O ₂ . Reemplace la cápsula del sensor y calíbrelo. Conecte el conjunto de sensor de O ₂ . Reemplace el conjunto de carcasa del sensor de O ₂ .
Fallo sensor de flujo	No se ha calibrado correctamente el sensor de caudal. Sensor averiado.	Siga el procedimiento correspondiente para calibrar el sensor. Reemplace el sensor y calíbrelo.
Fallo sensor de presión	El sensor está averiado o no está calibrada la presión.	Proceder a calibrar el sensor, cambiar de ser requerido.
O ₂ inspirado alto	La concentración de O ₂ inspiratorio excede el límite superior de alarma.	Compruebe el ajuste del caudalímetro y el límite de alarma alto de O ₂ .
PEEP alta	Peep es superior a 4 cmH ₂ O (mbar, hPa) en el modo ManSpont.	Compruebe todos los ajustes de la válvula APL o el caudal de gas fresco.

Fuente: El presente estudio

5.4.2 Monitor de Signos Vitales. Equipo biomédico que permite detectar, procesar y medir parámetros fisiológicos del paciente. Equipo presente en cirugía y urgencias, de vital importancia durante los procedimientos médicos, las acciones de mantenimiento se realizaron con los equipos mostrados en la tabla 6.

Tabla 6. Especificaciones de monitores intervenidos a mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Monitor de signos vitales	LOHMEIER	MO11-392	V111913	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116534	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116535	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116537	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116536	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116538	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	CRITICARE	GENUITY	V116539	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	DATEX-OHMEDA	CARDIOC AP/5	V112597	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	OHMEDA	LIGHT SOLO	V112596	Cirugía	Preventivo
Monitor de signos vitales	MEK	MP-1000	V120986	Urgencias	Preventivo
Monitor de signos vitales	MEK NT- PLUS	MP-1000	V119960	Urgencias	Preventivo
Monitor de signos vitales	WELCH ALLYN	SPOT 420TB	V117561	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.2.1 Mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo tanto en equipos de cirugía como en los de urgencias, las actividades preventivas se realizan siguiendo el cronograma de mantenimiento programado para cada equipo, a continuación se describe la rutina de mantenimiento preventivo a desarrollarse para un monitor de signos vitales.

Inspección física general. Se realiza una inspección minuciosa del estado físico del equipo y todos los componentes que lo conforman como sensores cables conectores electrodos entre otros proceder con las siguientes actividades:

- Inspeccionar que el equipo junto con su pantalla, botones y perillas de control estén en buena condición física y no presente signos de haber sufrido daños físicos o abusos.
- Revisar cables de paciente tales como cables de temperatura, cables de SpO2, cables de ECG no presenten quebraduras o desperfectos físicos.
- Verificar que el cable de red eléctrica no este quebrado o desgastado, la clavija de la toma de corriente deben conectarse fijamente.

- Comprobar condiciones físicas de los accesorios del monitor, trampa de agua, mangueras, brazaletes de PNI no presenten ningún tipo de desgaste o abuso físico.
- En caso de detectar anomalías o irregularidades físicas se debe reportar las observaciones en el protocolo de mantenimiento y proceder a solucionar el problema.

Test del módulo de electrocardiografía. Se ejecuta con apoyo de un patrón y generador de señales de electrocardiografía el simulador de electrocardiografía ECG Plus, para trabajar cualquier tipo de derivadas. Este procedimiento se ejecuta en monitores que cuentan con medición de este parámetro.

En la figura se muestra el test de electrocardiografía realizado a un monitor de signos vitales marca CRITICARE en la UCPA de cirugía, con el patrón de simulación trabajando con una frecuencia cardiaca de 60 ppm y los conectores RA color blanco, LA color negro, LL color rojo, en la parte superior del monitor (señal de color verde) observamos la respuesta ECG y la frecuencia cardiaca en el equipo. Adicionalmente se observa una respuesta de SpO₂ del 98%.

Figura 42. Simulador ECG y test de electrocardiografía a monitor de signos vitales marca CRITICARE GENUITY. Unidad de cuidados post anestésicos en cirugía.



Fuente: El presente estudio

**Figura 43. Prueba de electrocardiografía a monitor DATEX OHMEDA
CARDIO CAP/5 multiparametros de una máquina de anestesia.**



Fuente: El presente estudio

- Encender el patrón electrónico y seleccionar la función para simulación ECG junto con la frecuencia cardiaca de trabajo, localizar las derivaciones con las que se trabajara (3 derivaciones, 5 derivaciones).
- Enganchar los conectores del cable ECG del monitor con los conectores del simulador el cual le permitirá manipular las diferentes frecuencias cardiacas con las que se dese trabajar.
- Seleccionar una o varias frecuencias cardiacas para trabajar durante la prueba, se recomienda trabajar con 60 ppm, 120ppm y 180ppm.
- Comprobar que las respuestas visualizadas en la pantalla del monitor corresponden a los diferentes parámetros seleccionados en el simulador.
- todos los resultados obtenidos durante el test se tienen que anexar en el protocolo de mantenimiento preventivo.

Prueba funcional y respuesta de sensor SPO₂. Se ejecuta prueba de funcionamiento del sensor de Pulsioximetría realizando una correcta lectura de la saturación porcentual de oxígeno, se toman lecturas de los datos entregado por el

monitor para registrarse en el protocolo de mantenimiento preventivo, el sensor infrarrojo debe estar en buena condición física.

Figura 44. Respuesta sensor SpO2 del 95% y frecuencia cardiaca de ECG de un monitor marca CRITICARE en Quirófano 2 de Cirugía.



Fuente: El presente estudio

Figura 45. Prueba con simulador ECG realizada a monitor marca CRITICARE.



Fuente: El presente estudio

- Conectar el sensor infrarrojo de Oximetría para visualizar en la pantalla del motor la respuesta de las junto con la SpO2.
- Con la ayuda de un sensor de SpO2 alternativo corroborar los datos, proceder a desconectar el sensor original del monitor y conectar el alternativo.

- Verificar que los datos entregados en la primera prueba corresponden con los datos entregados por el sensor alternativo, en caso contrario verificar el funcionamiento del sensor de pulsioximetría.
- Una vez terminada la prueba retornar a la conexión original del sensor con el equipo, verificar que la conexión está correctamente realizada.

Prueba sensor de temperatura. También llamado sensor de piel, Utilizado para medir la temperatura corporal del paciente, El test se debe realizar conjuntamente con un instrumento de medición de temperatura como un patrón de referencia para comparar los datos, para realizar la prueba proceder con las siguientes acciones:

- Utilizar un instrumento de medición de temperatura, un instrumento eficiente de apoyo es un termómetro ya sea digital o análogo.
- Medir la misma temperatura con el termómetro y con el sensor de piel de monitor.
- Verificar lectura entregada por el termómetro y a su vez por el sensor de temperatura del monitor para compararse. Las lecturas deben corresponder a un error de $\pm 2\%$ de diferencia.
- Dependiendo del equipo las lecturas de este parámetro se pueden medir en grados centígrados o Fahrenheit.
- Reportando los resultados de medición en el protocolo de mantenimiento.

Pruebas presión arterial no invasiva. En el test de PNI debe proceder a verificar el funcionamiento de la bomba neumática encargada de genera presión a través de aire y que las lecturas de presión arterial sean las correctas. Para mayor eficacia de la prueba realizar este procedimiento con la ayuda de un tensiómetro manual debidamente calibrado para comparar los datos de presión entregados por el monitor de signos vitales.

- Inicie por colocar el monitor de signos vitales en módulo de PNI y conectar el brazalete para ejecutar mediciones.
- Una vez conectado fijamente el brazalete, encender la bomba de presión y espera que el brazalete se llene de aire para que el monitor realice las diferentes mediciones de presión.
- Durante la prueba verificar que no existan ningún tipo de fugas de aire en el sistema neumático del equipo, ya que puede dar lugar a lecturas incorrectas.

- Una vez realizadas las mediciones de presión diastólica y sistólica tomar lectura de los datos entregados en el protocolo de mantenimiento.
- Si los parámetros de presión están fuera de rango se debe proceder a configurar o calibrar esta función del equipo.
- Para corroborar los datos mediar la presión con el tensiómetro de apoyo para comparar y verificar que los datos medidos son correctos.

Figura 46. Test de PNI con monitor de signos vitales Welch Allyn en Urgencias.



Fuente: El presente estudio

Prueba de carga de la batería. Con la finalidad de comprobar el estado de la batería, para esta prueba realizar los siguientes procedimientos:

- Inicie por desconectar el monitor de la red eléctrica y comprobar que el indicador de carga de la batería esta al cien por ciento.
- Se comprueba el comportamiento de carga y descarga de la batería durante un periodo de tiempo de 30 minutos aproximadamente.
- Realizar mediciones de todos los parámetros fisiológicos para verificar que el desempeño de monitor en modo de batería trabaja óptimamente.
- Revisar estado físico de la batería que no presente ningún tipo de quebradura o fisura, ningún tipo de filtraciones, debe estar en condiciones físicas óptimas para su buen funcionamiento.

- En caso de detectar anomalías físicas o descarga inmediata del nivel de batería proceder a reemplazar la batería por una nueva de la misma referencia.

Test de alarmas y niveles de volumen. Es muy importante comprobar funcionamiento y ajuste de alarmas del monitor, ya que permiten detectar cuando los parámetros están fuera de sus límites. Se debe comprobar niveles bajos y altos de alarmas y volumen de los parámetros que lo permitan realizando los siguientes procedimientos:

- Seleccionar un módulo de monitorización SpO₂, CO₂ o ECG para comprobar los niveles de configurados actualmente.
- Para cada parámetro fisiológico existen diferentes niveles de alarmar que dependen del área o ambiente de trabajo y de la edad del paciente (niño o adulto).
- Seleccionar un límite de alarma para ser superado y comprobar que las señales audibles entregadas por el monitor trabajan correctamente.
- Ajustar y configurar la alarma de ser necesario seleccionada dependiendo de cada módulo de monitorización del equipo.
- Ejecutar estas acciones frecuentemente dependiendo del tipo de monitor y su uso, verificar el volumen de alarma de cada módulo de monitorización y ajustar de ser necesario.

Funcionamiento en módulo de monitorización de gases. Aplica para monitores que cuentan con este parámetro de medición (monitores multiparametros) para la medición de gases en el paciente como CO₂, proceder con las siguientes rutinas de mantenimiento:

- Verificar el estado de la trampa de agua, el tubo y el dispositivo de muestreo de gases, mangueras.
- Verificar estado del filtro y condensador de humedad.
- Deje que el monitor de CO₂ se caliente y se autocalibre antes de utilizarlo. Para que el monitor extraiga el caudal de aire correcto es necesario que el tubo de muestreo de gases de la trampa de agua esté conectado.
- Cuando se conecta a un paciente, el monitor comienza a mostrar los valores de CO₂ inspirado y de final de la respiración en el cuadro de parámetros. Si se selecciona su presentación, la forma de onda del capnograma.
- Realizar calibraciones automáticas del monitor en caso de requerirse.

- Comprobar que el dispositivo cuenta con accesorios necesarios para el paciente como cánula nasal, máscara nasal o tubos y adaptadores para intubación.

Limpieza integral del equipo. Se debe realizar una limpieza externa del equipo, en caso de ser necesario también realizar limpieza interna del equipo, utilizar un paño ligeramente húmedo con soluciones limpiadoras, proceder como se menciona a continuación:

- Ejecutar limpieza de la superficie externa del equipo, pantalla botones de mando y control.
- Limpiar cables de paciente y sensores, tener cuidado de no dejar residuos de líquidos o superficies húmedas, secar todas las partes luego de ser limpiadas.
- Realizar limpieza de mangueras y brazaletes de presión arterial del monitor, para este componente se recomienda utilizar alcohol glicerinado.
- Al realizar limpieza interna del equipo de los componentes internos como la tarjeta electrónica y contactos eléctricos, los componentes se deben limpiar con productos limpiadores de circuitos. Remover impurezas o polvo presentes en el circuito interno.

5.4.2.2. Mantenimiento correctivo. Para los monitores que presenten fallas de funcionamiento, a continuación se presentan algunas acciones correctivas para implementarse como soluciones generales de apoyo ante las distintas situaciones adversas que pueden afectar la buena funcionalidad de un monitor de signos vitales.

Tabla 7. Soluciones correctivas para anomalías que presentan los monitores de signos vitales.

ANOMALIA	POSIBLE CAUSA	ACCION CORRECTIVA
No se muestra ECG	No se configuro el ECG en el menú de funciones.	Configurar función ECG
Mensaje derivación OFF.	El cable de ECG no está conectado. Uno o más electrodos están desconectados. Los electrodos no tienen gel	Revise el cable de conexión de ECG. Revise si el cable del ECG esta desconectado. Revise si los electrodos tienen suficiente gel.
Onda del ECG y lectura errática. Ruido	Opción de filtración inadecuada.	Seleccione el modo de monitoreo en la opción de filtración.
Lecturas erróneas en onda de respiración y ruido.	El electrodo del ECG no está colocado correctamente	Revise que los electrodos estén bien unidos en el lado correcto. Revise el cable de conexión del ECG. Revise si el cable del ECG esta desconectado. Revise que los electrodos tengan suficiente gel.

Ligera interferencia spO2	Lámparas quirúrgicas de bilirrubina, luces superiores fluorescentes, lámpara de calor infrarroja, luz solar directa.	El sitio del sensor debe estar cubierto con material opaco no reflejante.
Muestra anormal. presión	Posición del Brazaletes diferente de la del corazón o mala postura del paciente.	Revise la posición del paciente, que debe ser la misma que el corazón, y la postura correcta del paciente.

Fuente: El presente estudio

5.4.3 Desfibrilador. Utilizado para reanimación inmediata del paciente en casos de fibrilación ventricular (FV) o taquicardia ventricular (TV), un fallo o funcionamiento ineficaz de la unidad, puede producir daños cardiacos o incluso la muerte del paciente. El principio de operación del equipo consiste en descargar energía eléctrica almacena en un gran capacitor interno en el sistema el cual es cargado durante unos segundos, la descarga de energía se realiza de manera programada y controlada durante el contacto directo entre las palas y el paciente. Adicionalmente puede incorporar funciones en su sistema como monitorización de ECG, función de marcapasos entre otros. En la tabla se identifican los desfibriladores intervenidos a mantenimiento.

Tabla 8. Desfibriladores presentes en Cirugía y Urgencias intervenidos para mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
DESFIBRILADOR	WELCH ALLYN	PIC-30	V116785	Cirugía	Preventivo
DESFIBRILADOR	ARTEMA	CARDIOAID 200	V111225	Cirugía	Preventivo
DESFIBRILADOR	NIHON KODEN	TEC-5531 E	V119603	Cirugía	Preventivo
DESFIBRILADOR	ZOLL-M	M-SERIES	V112302	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.3.1 Mantenimiento preventivo. Los procedimientos de inspección son de vital importancia ya que este tipo de equipos debe estar siempre listo para usarse inmediatamente, El uso de palas metálicas al descubierto sin sustancia conductora crea una elevada impedancia transtorácica y es probable que aumente el riesgo de arco voltaico y empeore las quemaduras cutáneas ocasionadas por la desfibrilación. A continuación se detalla las metodologías que se deben realizar para la intervención a mantenimiento de los desfibriladores. La frecuencia de mantenimiento preventivo para estos equipos programada en el cronograma de ingeniería hospitalaria es cada 3 meses.

Inspección física del equipo. Es un procedimiento que debe ejecutarse como primer paso de la rutina de mantenimiento. En la figura observamos un chequeo físico realizado a un desfibrilador marca NIHON KOHDEN en la unidad de

cuidados post anestésicos de cirugía. Este procedimiento implica las siguientes rutinas de mantenimiento:

Figura 47. Inspección, condición física general realizada a un desfibrilador de cirugía.



Fuente: El presente estudio

- Cerciorarse que el equipo, las palas y los cables se encuentren limpios, no debe existir presencia ningún tipo de filtraciones o derrame de líquidos, las palas deben estar libre de gel de electrolitos.
- asegúrese que el cable de alimentación eléctrica, cable de monitoreo de paciente ECG, cable de palas y contactos no presenten ningún tipo de roturas, desperfectos o signos de deterioro.
- Cerciorarse que las palas estén instaladas correctamente y completamente asentadas en los mangos.
- Verificar que los botones y perillas de mando realicen sus funciones correctamente.
- Corroborar que la unidad cuente con los artículos complementarios como gel conductor de electrolitos (sustancia conductora utilizada para mejorar el contacto eléctrico entre el metal de las palas y la piel del paciente), parches autoadhesivos con gel para unidades con función de marcapasos, electrodos para monitorización ECG.
- Asegurarse que el equipo cuente con una batería incorporada, el indicador en la pantalla debe registrar que está completamente cargada.

- Verificar que la unidad cuente con una batería de repuesto completamente cargada, de no ser así corregir esta eventualidad.
- Comprobar que el sistema de impresión cuente con suministro de papel y una cantidad considerable para impresión de registros.
- Revisar que el cable de alimentación eléctrica este firmemente conectado al cargador y toma corriente AC. El indicador del cargador por lo general color verde, debe iluminar si está conectado correctamente.
- Si el equipo cuenta con una unidad de transporte, revisar su integridad física junto con el funcionamiento de ruedas y frenos.
- Sustituir cualquier elemento en caso de encontrarse defectuoso o dañado.

Prueba automática de desfibrilación. Por lo general este tipo de equipo cuenta con un sistema incorporado para comprobar el funcionamiento y descarga de energía del desfibrilador, son placas de muestreo incorporadas en la bandeja de retención de las palas.

- Colocar la unidad en función de desfibrilación automática y cargar a 200 Julios de energía, también se recomienda seleccionar un valor intermedio.
- una vez colocadas las palas en la bandeja de retención de las mismas, seleccione descargar desde el panel de mando.
- Verificar que la energía descargada se visualice en la pantalla, los resultados observados deben estar en un rango de $200 \pm 10\%$ Julios.
- En caso de no obtener los resultados deseados corroborar los datos con la prueba manual descrita más adelante.
- Se recomienda hacer una prueba manual de desfibrilación con un patrón por ser un procedimiento más preciso.

Otras Pruebas automáticas. Si la unidad cuenta con esta función realizar pruebas de autotest de mantenimiento al encender el equipo. Si el equipo cuenta con mensajes automáticos de recomendación tener cuidado con las alarmas y mensajes de error.

Prueba con patrón para desfibrilación. El test consiste en analizar la descarga de energía entregada por la unidad, este parámetro se mide en escala de Julios. Se debe contar con instrumental de apoyo para este trabajo se utilizó el analizador de desfibrilador marca NETECH DELTA 2200, un patrón electrónico para medir las descargas de energía que está entregando el desfibrilador. En la figura se observa

el test manual de descarga de energía a desfibriladores en cirugía y urgencias junto con el probador de desfibrilador. Para ejecutar el test se debe proceder de la siguiente manera:

Figura 48. Prueba de descarga de energía, desfibrilador WELCH ALLYN en cirugía.



Fuente: El presente estudio

Figura 49. Prueba de desempeño con patrón, desfibrilador ZOLL-M en urgencias.



Fuente: El presente estudio

- Configurar el equipo probador para trabajar con las descargas energía a preseleccionarse en el desfibrilador.
- Colocar la unidad en función de desfibrilación manual y Fijar una descargar de 30 julios de energía.

- Esperar unos segundos hasta que cargue el equipo y colocar las palas fijamente en los contactos metálicos de prueba del probador de desfibrilador.
- Asegurarse de colocar las palas metálicas fijamente en los contactos de prueba del probador de desfibrilador, de no ser así puede existir riesgo de arco voltaico.
- presionar los botones de los mangos para realizar la descarga de energía en el patrón.
- Visualizar que en la pantalla del probador se haya realizado correctamente la descarga de energía de la unidad.
- Tomar lectura de los datos de energía tanto en el probador de desfibrilador como en la unidad y adjuntarlos en el protocolo de mantenimiento diseñado para estos equipos.
- Posteriormente realizar la diferencia matemática de los datos obtenidos, el resultado debe estar en un rango considerable de $\pm 2\%$ de la energía trabajada.
- Realizar todo el procedimiento anterior para analizar descargas de energía de 100 Julios, 180 Julios, 270 Julios y 360 Julios.

Test de electrocardiografía para desfibrilador. Se realiza con apoyo de un instrumental simulador de señales cardiacas, para este caso se utiliza como herramienta el simulador ECG plus, En la figura 4 y figura 5 se observan algunas pruebas realizadas durante este procedimiento. A continuación se debe desarrollar las siguientes rutinas:

Figura 50. Respuesta de la forma de onda durante prueba de electrocardiografía a desfibrilador marca WELCH ALLYN PIC-30 en cirugía.



Fuente: El presente estudio

Figura 51. Procedimiento final, impresión del resultado de simulación ECG en Desfibrilador marca NIHON KOHDEN en cirugía.



Fuente: El presente estudio

- Una vez encendido el equipo, colocar en función de monitoreo ECG. Dependiendo del equipo se trabaja con derivaciones bipolares o unipolares.
- Enganchar los electrodos del cable de paciente de la unidad, con los conectores del simulador según corresponda cada derivación. RA (blanco), LA (negro), LL (rojo), RL (verde), V1 (café o amarillo).
- Hacer la prueba fijando valores de frecuencia cardiaca para 60 [ppm], 120 [ppm] y 180 [ppm], si es necesario también manipular amplitudes de la señal y diferentes formas de onda desde el simulador.
- La respuesta del equipo debe ser muy aproximada al patrón configurado en el simulador de ECG, una tolerancia considerable del $\pm 3\%$ en todos sus parámetros.
- Verificar que la visualización de la señal en la pantalla del desfibrilador sea correcta y los parámetros correspondan a los ajustados en el simulador.
- Anexar los resultados y datos de simulación en el formato del protocolo de mantenimiento.
- Imprimir el registro de simulación cardiaca para comprobar que todo el sistema está funcionando correctamente.
- En caso de no disponer de un simulador ECG puede apoyarse en una persona, tener en cuenta los ruidos y deformaciones en la señal causados por movimiento de la persona en los electrodos.

Prueba de capacidad de la batería. Se recomienda probar las baterías cada 90 días para determinar su capacidad de carga. Realizar esta prueba con la batería completamente cargada y con ayuda de un cronometro o reloj, proceder de la siguiente manera:

- Desconectar la unidad de la fuente de alimentación de corriente alterna. Encender el monitor y anotar la hora de inicio en función de monitorización.
- Verificar el funcionamiento del componente continuamente cada 30 minutos. Al momento de agotarse la batería anotar la hora.
- El periodo de tiempo transcurrido se relaciona con la capacidad actual de la batería. Normalmente la batería debe proporcionar 2 horas sin conexión a red eléctrica.
- Si el tiempo de funcionamiento es menor a dos 2 horas verificar las posibles causas, en caso contrario se recomienda reemplazar la batería.
- Una vez culminada la verificación, recargar las baterías completamente antes de retornar la unidad a servicio.

Revisión del sistema de impresión. Para equipos que tienen incorporado este sistema, se debe verificar su funcionamiento imprimiendo las señales y datos fisiológicos detectados por el equipo, en caso de presentar irregularidades se recomienda realizar los siguientes procedimientos:

- Asegurarse que el papel para impresión este bien instalado en el equipo.
- retirar el papel del sistema de impresión y reinstalar nuevamente, si es necesario reemplazar el papel por el adecuado.
- Lubricar si es necesario el sistema guía del papel con lubricantes recomendados por el fabricante.
- Verificar que los rodillos no presenten ningún tipo de irregularidad o defectos.
- Realizar una revisión general del sistema de impresión en caso de no obtener ningún resultado favorable.
- Una vez realizadas las acciones pertinentes, retornar nuevamente los accesorios removidos correctamente a la unidad.

Prueba de alarmas y configuración de parámetros. Si es necesario se debe realizar configuración de los parámetros y alarmas en la unidad según requerimientos del servicio.

Limpieza del equipo y palas. Para este procedimiento se recomienda utilizar soluciones detergentes o alcohol glicerinado, junto con el uso de un paño suave, no utilizar materiales abrasivos. En la figura se observa el procedimiento de limpieza integral realizado una unidad ZOLL-M de urgencias.

Figura 52. Limpieza integral de palas de desfibrilador ZOLL-M SERIES en urgencias.



Fuente: El presente estudio

- Antes de comenzar la limpieza asegurarse que el equipo este descargado, ya que puede existir riesgo de quemaduras o descargas de energía al entrar en contacto con las palas.
- Limpiar las palas y los mangos de polvo o impurezas, remover el gel de electrolito en las placas conductoras de las palas.
- Las palas deben estar libre y limpias de residuos del gel, de no ser así puede ocasionar choque eléctrico o quemaduras al personal involucrado.
- Mediante el uso de una compresa humedecida con alcohol glicerinado, limpiar cuidadosamente el cabezal del sistema de impresión y rodillos.
- Realizar limpieza del equipo en general, como carcasa, cable de red eléctrica, cable de paciente ECG, pantalla, cuadro frontal de mando y control.

5.4.4 Pulsioxímetro. Este equipo permite monitorear la saturación porcentual de oxígeno (SpO₂) en la sangre y frecuencia de pulso del paciente, al ser un equipo no invasivo realiza la toma de datos mediante un sensor infrarrojo que emite luz con longitudes de onda roja (660nm) e infrarroja (940nm), un fotodetector mide los cambios de absorción de luz que resultan de las pulsaciones de la sangre, la frecuencia de mantenimiento preventivo programada para estos equipos en la institución es cada 3 meses.

Tabla 9. Pulsioxímetros intervenidos para mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
PULSIOXIMETRO	MEK	MP1100	V120691	Urgencias	Preventivo
PULSIOXIMETRO	MEK	MP1100	V120687	Urgencias	Preventivo
PULSIOXIMETRO	CRITICARE	504DX	V113477	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.4.1 Mantenimiento Preventivo. Este procedimiento de mantenimiento, los procedimientos realizados para cada pulsioxímetro son los mismos y se realiza mediante actividades periódicas controladas por el cronograma de mantenimiento. A continuación se detallan las acciones realizadas para mantener una buena funcionalidad de estos equipos:

Inspección de estado físico del equipo. Es un procedimiento que se debe realizar al equipo de una forma general, acatando las siguientes metodologías:

- Asegurarse que no exista presencia de líquidos o fluidos derramados sobre el equipo.
- Comprobar que todos los accesorios estén presentes y firmemente instalados.
- Cerciorarse que las conexiones del sensor y el cable de sensor estén correctamente conectados.
- Verificar el estado físico general de equipo y cerciorarse que no presente deterioro o daños físicos.
- Corroborar que el sensor de pulsioximetría no presente ningún desgaste, debe estar en buena condición física.
- Asegurarse que todas las teclas de interfaz de usuario, cables y accesorios funcionen correctamente.
- Revisar los elementos eléctricos complementarios del equipo, el cable de alimentación eléctrica, clavija y toma corriente deben estar en buena condición física.
- Verificar que la intensidad del display sea la adecuada para su visualización en el día, configurar se es necesario.
- Si el equipo está montado sobre una unidad de transporte, revisar que el montaje y soportes se encuentren en buenas condiciones físicas y mecánicas.

Prueba de funcionamiento. En este tipo de equipo para realizar el procedimiento, inicie por colocar el sensor de pulsioximetría en su dedo índice como observamos en la figura. Para comprobar el funcionamiento y monitoreo de estos equipos, realice los siguientes pasos:

Figura 53. Prueba de funcionamiento, lectura de parámetros como SpO2 y frecuencia de pulso en pulsioxímetro marca MEK MP111, área de urgencias.



Fuente: El presente estudio

- Colocar el equipo en función de oximetría, se debe visualizar una lectura \geq al 90% de SpO2 para una persona en buena condición física. Durante el test de oximetría el equipo debe presentar una exactitud del $\pm 3\%$ en sus lecturas.
- Como soporte para confirmar el dato, conectar un sensor de pulsioximetría auxiliar al equipo, la lectura debe coincidir en las dos pruebas, de lo contrario puede existir una falla en el sensor.
- Corroborar que la señal de frecuencia de pulso se visualice perfectamente en la pantalla del equipo, junto con sus parámetros numéricos en ppm. Se estima una exactitud de los resultados de un de $\pm 5\%$.
- Realiza prueba del funcionamiento de alarmas y sus límites, verificar que las señales audibles funcionen correctamente.
- Configurar y ajustar el volumen de las alarmas.
- Verificar el funcionamiento de la batería, desconectar de la red eléctrica el equipo y verificar su comportamiento repitiendo las pruebas anteriores.
- Si es necesario, configurar los parámetros de funcionamiento del equipo según requerimientos del servicio.

Limpieza del equipo. Para este procedimiento se recomienda utilizar un paño suave humedecido con una solución detergente o alcohol glicerinado.

- Proceder a limpiar cuidadosamente con un paño la superficie y carcasa del pulsioxímetro.
- Desinfectar la superficie de sensor de pulsioximetría con alcohol glicerinado, tener suma precaución durante este procedimiento con los componentes ópticos.
- El dispositivo debe quedar libre de humedad, extraer con un paño seco cualquier tipo de residuos líquidos o limpiadores

Figura 54. Configuración de parámetro en un pulsioxímetro marca MEK MP111 de urgencias.



Fuente: El presente estudio

5.4.5 Negatoscopio. Equipo utilizado para visualizar los impresos en placas radiográficas, utilizando una fuente de luz generada por tubos fluorescentes alimentados por un voltaje de alta frecuencia, a través de una pantalla difusora de luz (generalmente de acrílico). Las acciones de mantenimiento se realizaron para los equipos mostrados en la tabla 10.

Tabla 10. Negatoscopios de Cirugía y Urgencias intervenidos a mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
NEGATOSCOPIO DOBLE C-2	TYCOS	N-02	V99724	Cirugía	Preventivo
NEGATOSCOPIO C-1	TYCOS	N-01	V106530	Cirugía	Preventivo- Correctivo
NEGATOSCOPIO C- 3	FEINNET	N-03	V99725	Cirugía	Preventivo
NEGATOSCOPIO DOBLE	TYCOS	N/A	V108628	Urgencias	Preventivo- Correctivo
NEGATOSCOPIO – 2	FEINNET	N/A	V108528	Urgencias	Preventivo
NEGATOSCOPIO	FEINNET	N/A	V118528	Urgencias	Correctivo

Fuente: El presente estudio - Año 2014

5.4.5.1 Mantenimiento preventivo. Se ejecuta diferentes acciones con el fin de reducir fallas de funcionamiento en estos equipos, una vez diseñado el protocolo de mantenimiento para negatoscopio se implementó para ejecutar este proceso. A continuación se describe el procedimiento que se debe realizar para mantenimiento del negatoscopio:

Inspección visual estado del equipo. Verificar estado de físico exterior en general del negatoscopio, cable de red eléctrica, interruptor y pilotos, verificar estado de la superficie difusora de luz.

- Comprobar que el cable de red eléctrica no presente ningún tipo de quebradura o desgaste físico.
- Verificar que la integridad de la superficie del equipo, que no presente signos de abusos u oxidación.
- Verificar estado físico de la toma de corriente AC y la clavija de cable de red eléctrica, se deben conectar fijamente.

Pruebas de funcionamiento. Se debe evaluar qué condiciones eléctricas y dispersión de luz en el equipo son óptimas. La figura 8 se muestra un negatoscopio de Cirugía sometido a verificación funcional de su sistema eléctrico y de iluminación.

Figura 55. Prueba de funcionamiento, verificación de fuente y dispersión uniforme de luz para negatoscopio en Cirugía.



Fuente: El presente estudio

Se procede con las siguientes rutinas de mantenimiento:

- Comprobar que el valor de corriente alterna corresponde al valor de trabajo para estos equipos 110Vac-120Vac.
- Conectar a la red eléctrica el equipo y verificar estado de funcionamiento del interruptor genera y que los tubos florecientes enciendan correctamente.
- Observar que la dispersión de luz sobre la superficie debe ser uniforme y continua, en caso contrario verificar el sistema eléctrico de la fuente de luz.

- Con ayuda de una placa verificar que el sistema para sostener placas radiográficas realiza su trabajo correctamente.

Limpieza de superficie difusora. Es muy importante que la superficie para las placas radiográficas esté libre de impurezas, la limpieza se debe realizar con un paño humedecido en alcohol glicerinado. Realizar limpieza general del equipo.

- Limpiar interna y externamente la superficie difusora de luz, ya que las impurezas o polvo puede generar fallas en la dispersión uniforme de luz.
- En equipo debe quedar libre de polvo internamente, con un paño seco limpiar cualquier presencia de humedad o restos del líquido limpiador.
- Ejecutar limpieza integral exterior de todo el negatoscopio.

5.4.5.2. Mantenimiento correctivo. Se trabajó con negatoscopios de cirugía y urgencias, los cuales presentaron fallas en el sistema eléctrico que los conforman, como consecuencia ocasionan paro en el funcionamiento y servicio del equipo. Las acciones correctivas realizadas para recuperar y poner en correcto funcionamiento a este tipo de equipos, se desarrollaron en las instalaciones de mantenimiento como se observa en la figura 56. Donde observa un sistema para hacer prueba de funcionamiento a lámparas fluorescentes en sus diferentes dimensiones.

Figura 56. Instalaciones para mantenimiento correctivo del negatoscopio.



Fuente: El presente estudio

A continuación se describe las actividades correctivas para realizarse ante ciertas adversidades y fallas que presentan los negatoscopios. Problemas reportados por el personal médico operativo de los equipos.

Síntoma 1. Negatoscopio que se reporta por emitir zumbido o ruido eléctrico, adicionalmente parpadeo de la fuente de luz en el negatoscopio.

Causa detectada. Son síntomas muy frecuentes cuando hay problemas de funcionamiento en la reactancia magnética (balastro magnético).

Acción correctiva y recuperación del equipo. Se realiza prueba a la reactancia magnética con instrumentación de medida, un multímetro en función de resistencia o continuidad es una manera muy eficiente para hacer lectura del estado en este tipo de reactancias (balastro magnético). Se hacen las pruebas pertinentes al componente eléctrico sin obtener ninguna tipo de lectura, adicionalmente se observa desgaste físico por ser un componente bastante obsoleto, por estas señales se concluye que ha finalizado el tiempo de vida útil del componente. Luego de corroborar la falla se procede a reemplazar el balastro por uno nuevo de 25 vatios de potencia, posteriormente se realiza prueba para garantizar su buen funcionamiento y retornar al servicio. En la figura 9 se observa a la izquierda la reactancia magnética que presenta falla, en el centro observamos la reactancia magnética de 25 vatios nueva e instalada en el equipo, a la izquierda observamos en óptimo funcionamiento la fuente de luz del equipo.

Figura 57. Recuperación de un negatoscopio por fallas en la reactancia magnética de su sistema eléctrico.



Fuente: El presente estudio

Síntoma 2. La dispersión de luz en la superficie del negatoscopio es irregular, no es uniforme.

Causa detectada. Falla en el funcionamiento de uno de los tubos fluorescentes, lo que ocasiona la irregularidad de luminancia en la superficie del negatoscopio.

Acción correctiva y recuperación del equipo. Se procede abrir el equipo detectando que una de las lámparas fluorescentes manifiesta anomalías, se observa en los bordes del tubo la presencia de manchas color negro, este tipo de anomalías por lo general se manifiesta por desgaste durante el tiempo de funcionamiento del componente. Se extraer el tubo para hacer pruebas de funcionamiento y se detecta que ha terminado su vida útil. Se debe reemplazar e instalar una nueva lámpara fluorescente DAYLIGHT o luz día de 20 vatios de potencia, se realizan las pruebas pertinentes de lámparas fluorescentes y sistema eléctrico en general, corroborando el buen funcionamiento del equipo como se observa en la figura 9. Adicionalmente se realiza limpieza interna en el circuito eléctrico, limpieza interna y externa en la superficie del acrílico, para evitar fallas en la dispersión de luz a causa de polvo o impurezas del ambiente. Finalmente se retornar el equipo al servicio.

Figura 58. Mantenimiento correctivo y prueba de funcionamiento del sistema eléctrico junto con lámparas fluorescentes en el negatoscopio.



Fuente: El presente estudio

Síntoma 3. Negatoscopio marca ticos de cirugía, se reporta por no encender.

Causa detectada. Sistema eléctrico del equipo no funciona por problemas de funcionamiento en un cebador e interruptor de encendido general del sistema.

Acción correctiva y recuperación del equipo. Se procede a realizar una revisión completa del equipo, se hacen pruebas de voltaje y funcionamiento de los componentes eléctricos del sistema, se localizan 3 fallas, el cebador del circuito no está funcionando, no da el arranque de voltaje inicial para el encendido inicial del tubo fluorescente, anomalía en el interruptor on/off se encuentra en mal posiblemente fue forzado o sometido a mal manejo, esta anomalía se anexa en el reporte de servicio, también se encuentra que el cable de red AC se encuentra abierto, no conduce energía eléctrica. Se procede entonces a los componentes donde se detectan las fallas, se reemplaza e instala un cebador nuevo de 10-20 vatios, un interruptor on/off de 4 amperios y se realiza cambio de cable de alimentación de red eléctrica.

Figura 59. Recuperación de equipo a causa de fallas presentes en cebador, cable de red eléctrica e interruptor on/off.



Fuente: El presente estudio

Síntoma 4. Negatoscopio que se encuentra en las instalaciones de mantenimiento fuera de servicio por un periodo largo de tiempo, sin ningún diagnóstico de la causa de fallo. "equipo en proceso a darse de baja por falla en la totalidad del sistema eléctrico".

Causa detectada. Fallas múltiples de los diferentes componentes eléctricos del equipo. Problemas en reactancia magnética, cebador y una lámpara fluorescente.

Acción correctiva y recuperación del equipo. Es un caso particular ya que este equipo se destinaba a darse de baja y se recuperó, se realiza una completa revisión y pruebas minuciosas del sistema eléctrico, detectando que la reactancia magnética estaba abierta (dañada), un cebador no funcionaba al igual que un tubo fluorescente, Fallas ocasionadas a causa que los componentes se encontraban obsoletos. Adicionalmente la caja del chasis del equipo se encontraba en malas condiciones físicas.

En vista que la mayoría de los componentes del equipo se encontraban fuera de funcionamiento, se opta por buscar de una solución a este inconveniente, se investiga acerca de una tecnología más viable y eficiente, hablamos entonces del balastro electrónico, que entre sus ventajas podemos destacar que el proceso de encendido es prácticamente instantáneo, La luz que genera el tubo no parpadea a la frecuencia de la red, sino a una frecuencia mucho más elevada que prácticamente no afecta. El rendimiento del tubo es mayor, y por lo tanto para una misma luz consume menos energía, bajas pérdidas de potencia, larga vida útil, adicionalmente no necesita de un cebador.

Se recomendó implementar esta nueva opción de sistema eléctrico para la fuente de luz del negatoscopio, se hace una presentación de las ventajas y su eficiencia ante el personal operativo de ingeniería hospitalaria quienes dan su visto bueno y aprobación. Luego de la respectiva gestión para la compra del componente electrónico, se adquiere un balastro electrónico de la reconocida marca electrocontrol, como se muestra en la figura 60. También se hace solicitud de realizar mantenimiento y mejoramiento físico del chasis del equipo.

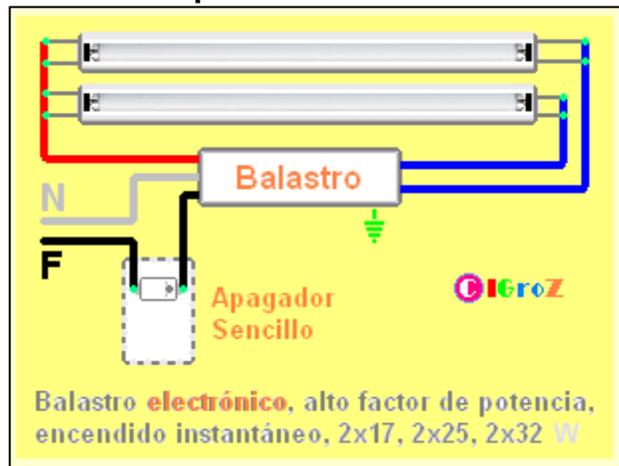
Figura 60. Balastro electrónico, tecnología a implementarse en negatoscopio con sistema menos eficiente desde ingeniería hospitalaria de la institución.



Fuente: El presente estudio

El balastro electrónico tiene una instalación un poco más sencilla que los comunes, a continuación la figura 61 muestra la instalación de lámparas fluorescentes con balastro electrónico.

Figura 61. Diagrama de conexión de un balastro electrónico para dos lámparas fluorescentes.



Fuente: ING.I.GUERRERO, Tópicos de instalaciones eléctricas, [En línea], [consultado 25 septiembre 2013], disponible en: <<http://iguerrero.wordpress.com/2008/04/12/topicos-de-instalaciones-electricas-46/>>

Una vez adquirido el balastro electrónico, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento y acople de los componentes nuevos que conformaran al negatoscopio, se realiza el respectivo cableado (calibre No.14 AWG) para las lámparas fluorescentes, instalación del balastro, porta lámparas, sistema para sujetar películas, interruptor on/off de encendido general del equipo, cable de red.

Figura 62. Negatoscopio con sistema eléctrico para la fuente de luz basado en balastro electrónico.



Fuente: El presente estudio

Una vez culminado la adecuación del nuevo sistema eléctrico del negatoscopio y las pruebas necesarias de funcionamiento, se reintegra el equipo a su ambiente de servicio en el área de urgencias, es un aporte significativo e indispensable para esta área. La siguiente figura muestra el equipo ya instalado y funcionando en su servicio.

Figura 63. Instalación de negatoscopio recuperado y puesto en funcionamiento en el área de Urgencias.



Fuente: El presente estudio

5.4.6 Electrocardiógrafo. Equipo utilizado para detectar enfermedades cardiacas o arritmias, a través de electrodos detecta las señales cardiacas y entrega un registro grafico de voltaje vs actividad eléctrica del corazón, se conoce como electrocardiograma. Los electrodos colocados en la piel registran y detecta potenciales eléctricos de aproximadamente un milivoltio [1mV] como resultado de la actividad cardiaca. En la tabla 11 se muestran las especificaciones de un equipo intervenido al proceso de mantenimiento.

Tabla 11. Especificaciones e información básica de electrocardiógrafo.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Electrocardiógrafo	NIHON KOHDEN	ECG 9022K	V113050	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.6.1 Mantenimiento preventivo. Es un instrumento que debe recibir una atención experta y profesional durante su mantenimiento o reparación Cuando no está funcionando apropiadamente, se debe reportar claramente que esta fuera de funcionamiento para evitar su uso en el servicio en tanto se recupera. Por seguridad y desempeño del equipo la rutina de mantenimiento preventivo desde ingeniería hospitalaria se ejecutara cada 4 meses. El proceso se lleva a cabo mediante los siguientes procedimientos:

Revisión general del equipo. Procedimiento donde se debe evaluar las condiciones físicas que se encuentra la unidad junto con los accesorios que la conforman, en la figura observamos la condición e inspección física del cable de paciente.

Figura 64. Inspección de condición física del cable de paciente junto con sus conectores en el electrocardiógrafo.



Fuente: El presente estudio

Antes de encender el sistema ejecutar las siguientes acciones:

- Inspeccionar que el electrocardiógrafo no se encuentra en contacto con ningún tipo de líquidos o fluidos.
- Verificar que el panel de operación este en buena condición física, las teclas no deben presentar ningún desperfecto físico.
- Revisar que los electrodos estén sin ningún tipo de daño físico y libre de algún tipo de gel conductor. Si el electrodo es de tipo pera verificar que el estado de absorción es bueno.
- Verificar que en el cable de paciente y cable de red no exista ningún tipo de quebraduras, roturas o desperfectos físico.
- Revisar todas las conexiones de los cables, que en ningún cable haya conectores doblados o que falten, ajustar cualquier conector suelto si es necesario.
- Inspeccionar que los soportes para sujetar la unidad y el cable de paciente no presenten ningún tipo de desgaste, se debe evidenciar una posición firme y estática.
- Revisar que la unidad cuente con materiales complementarios como gel de electrolito y electrodos reutilizables si la unidad los requiere.
- Observar que la unidad cuente con una batería y a su vez esta debe estar completamente cargada.

- Verificar que exista suficiente papel de registro en el sistema de impresión, además que esté instalado correctamente.

Prueba funcional y ajustes del sistema. Procedimiento para verifica el buen desempeño y operación del sistema, si es necesario adicionalmente se debe configurar o calibrar la unidad. En la figura se observa la configuración requerida para obtener buenos resultados del electrocardiógrafo.

Figura 65. Configuración requerida para un óptimo desempeño del electrocardiógrafo.



Fuente: El presente estudio

Ahora se debe proceder de la siguiente manera:

- Ejecutar Operación del sistema con batería desconectando la unidad de la fuente AC, verificar el comportamiento y capacidad de la batería durante unos minutos. Anexar observación al formato de mantenimiento.
- Ajustar el contraste y brillo de la pantalla adecuándolos al ambiente donde se encuentre trabajando el equipo. Los datos tiene que visualizarse claramente.
- Configurar el equipo si se observa irregularidades en los parámetros de electrocardiografía, si es necesario calibrar la unidad con apoyo del simulador ECG.
- Verificar que el trazo de la señal sea de calidad y se observe perfectamente en la pantalla del equipo, durante la selección de las diferentes señales desde el simulador.
- Lubricar los engranajes del sistema de impresión del electrocardiógrafo. Utilizar los elementos lubricantes recomendados por el fabricante.

- Si la unidad se encuentra sobre un carro de transporte, asegurarse que las ruedas giren con suavidad y los frenos funcionen correctamente.
- Ajustar el papel de registro el cual debe quedar exactamente alineado con la guía de papel, de no ser así puede ocurrir un desviamiento del papel durante la impresión generando malos resultados.
- Una vez abierta la tapa del porta papel y realizados los respectivos ajustes, asegurarse de cerrar bien la tapa imprimiendo presión en el centro de la misma.

Prueba de electrocardiografía. Este procedimiento se debe ejecutar con apoyo de instrumental para simulación, en este caso se trabaja con el simulador ECG plus, en la figura 66 observamos la prueba de electrocardiografía ejecutada para doce derivaciones del equipo junto con el simulador.

Figura 66. Test de electrocardiografía a electrocardiógrafo multicanales en función para 12 derivaciones.



Fuente: El presente estudio

Proceder realizando las siguientes acciones:

- Inicie por realizar test para derivaciones unipolares, conectar los electrodos RA (blanco), LA (negro), LL (rojo), RL (verde), V1 (café o amarillo) de la unidad con los conectores del simulador ECG según corresponda.
- Realizar la prueba fijando en el simulador frecuencias cardiacas de 60 [ppm], 120 [ppm] y 180 [ppm], anexar los resultados en el formato de mantenimiento preventivo.
- El registro de la onda ECG en la pantalla del electrocardiógrafo debe ser claro y preciso, correspondiendo con los parámetros de frecuencia y amplitud fijados en el simulador ECG plus.

- Las derivaciones precordiales correspondientes a las doce derivaciones, se deben conectar después de trabajar con las unipolares, adicionar los conectores v2, v3, v4, v5 y v6.
- Para test de las doce derivaciones localizar los diez terminales del cable de paciente con los conectores del simulador según corresponda, ya sea por color o referencia, observar la figura 17.
- Una vez conectadas las doce derivaciones del cable de paciente al instrumento simulador, repetir todos los procedimientos anteriormente mencionados.
- Al finalizar el test, imprimir las ondas registradas por el electrocardiógrafo y observar que el trazo sea de calidad. Se toma como respaldo y verificación del buen funcionamiento del sistema en general.

Limpieza integral. Utilizar elementos como un paño suave, toalla de papel, soluciones limpiadoras o alcohol glicerinado, de no ser así el contacto con el equipo contaminado puede propagar la infección. Proceder como se muestra a continuación:

- Inicie por desconectar el enchufe de la corriente alterna o cualquier fuente de energía eléctrica alterna que alimente al equipo.
- Humedecer un paño suave en solución de limpieza o alcohol glicerinado para desinfección de la unidad.
- Limpiar la superficie del electrocardiógrafo, botones de control, el cable de paciente junto con sus conectores.
- Si los electrodos son reutilizables quitar cualquier presencia de gel de electrolitos, limpiar la superficie con una tela suave y humedecida.
- Tener cuidado de no generar algún tipo de rasgadura en la superficie del electrodo, ya que puede ocasionar registros no precisos a causa de una alta impedancia entre electrodo-piel.
- Una vez sometido a limpieza el equipo y sus accesorios, remover cualquier presencia de líquido secando con una toalla de papel o un paño seco.
- Antes de encender el equipo nuevamente, esperar al menos 10 minutos para que se evaporen los restos de líquido.
- Si la impresión del registro es de mala calidad, limpiar el cabezal térmico éste debe estar libre de impurezas o materiales extraños, utilizar algodón humedecido.

5.4.7 Lámpara Cielítica. Equipo utilizado en cirugía con características ópticas requeridas en las salas de quirófano. Emite luz en un campo quirúrgico por un tiempo determinado, proporcionando suficiente iluminación para reducir sombras y distorsión del color. En la tabla 12 se muestran lámparas cielíticas sometidas al proceso de mantenimiento.

Tabla 12. Especificaciones generales de lámparas cielíticas sometidas a mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
LAMPARA CIALITICA	DR-MACH	M3SC	V121983	Cirugía	Preventivo
LAMPARA CIALITICA	DR-MACH	M3SC	V121982	Cirugía	Preventivo
LAMPARA CIALITICA	HERAEUS	3401	V106542	Cirugía	Preventivo
LAMPARA CIALITICA	EASTER	ELD 5H	V99731	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.7.1 Mantenimiento preventivo. El proceso en lámparas de quirófano implica ejecutar diferentes métodos, para reducir fallas y mantener en buen funcionamiento el sistema eléctrico y mecánico que conforman la unidad. Desde ingeniería hospitalaria la frecuencia de mantenimiento preventivo se realiza cada 6 meses para estos dispositivos. Durante el proceso de mantenimiento realizar los ajustes sobre cada satélite que conformen la unidad:

Inspección física general. Consiste en detectar desperfecto o problemas que pueda presentar la unidad, mediante inspección de condiciones físicas por parte del personal capacitado, ejecutar estos procedimientos:

- Inspeccionar que no existan irregularidades en las condiciones ambientales que se encuentra el equipo.
- Verificar que las partes de la lámpara como satélites, brazos giratorios, articulaciones y frenos se encuentren en buena condición física.
- Percatarse que los conductores eléctricos y conectores no presenten síntomas de desgaste o quebraduras.
- Revisar el sistema eléctrico en general, cambiar elementos con signos de deterioro si es necesario.
- Visualice que la iluminación emitida por cada satélite de la lámpara sea de calidad, constante y uniforme.
- Observar que no exista ningún tipo de flujo de lubricantes entre las articulaciones de los brazos mecánicos.

- En caso de realizar cambios de componentes ya sea del sistema eléctrico o mecánico del equipo, utilizar e instalar repuestos originales.

Test de iluminación y control electrónico. La unidad cuenta con un módulo para controlar y ajustar la luz emitida por la lámpara según sean los requerimientos del ambiente. En la figura se observa la configuración y prueba del módulo de control de una lámpara quirúrgica.

Figura 67. Prueba funcional del control electrónico en lámpara cielítica marca Dr-mach quirófano 3.



Fuente: El presente estudio

Para ejecutar el test proceder como se detalla a continuación:

- Realizar prueba funcional en todos los modos de operación que trabaja el sistema electrónico de control.
- Con ayuda de un multímetro verificar que el valor de corriente alterna sea el requerido para el buen funcionamiento del equipo.
- realizar control de enfoque de luz desde la cúpula, se debe visualizar variación de luz en el área o superficie de iluminada.
- Realizar prueba de niveles de iluminación mediante el control electrónico de la unidad, cerciorarse que el control funciona correctamente.
- Verificar respuesta y funcionamiento de los focos durante el cambio de niveles de iluminación.
- Si las luminarias del sistema de iluminación son de tipo alógeno o incandescente, verificar su estado físico y niveles de voltaje.

- De ser necesario ajustar la dispersión e intensidad de luz según requerimientos del ambiente o la sala de cirugía.

Prueba del sistema mecánico. Utilizar elementos lubricantes si las partes mecánicas de la unidad lo requieren. En la figura se observa una prueba funcional realizada al sistema mecánico una lámpara.

Figura 68. Prueba de balanceo, evaluación y ajuste del estado de frenos y movimiento de brazos. Lámpara cielítica marca HERAEUS.



Fuente: El presente estudio

Proceder con la prueba como se muestra a continuación:

- Inicie por realizar movimientos mecánicos de rutina en la unidad, para detectar la presencia de irregularidades o algún tipo de problema mecánico.
- Calibrar balances y movimiento mecánico de los brazos mediante ajuste de los frenos ubicados entre las articulaciones de los mismos.
- Se debe regular el posicionamiento de los brazos respecto al eje de anclaje, el posicionamiento de los satélites tiene que ser fijo y estable.
- Ante la presencia de una irregularidad como el sonido de fricción metálico, utilizar Lubricantes entre las articulaciones o partes móviles de los brazos.
- Verificar que el soporte de la lámpara o flanche este en un estado estable y correctamente ensamblado a la base estructural.

Reemplazo de luminaria defectuosa. Procedimiento a ejecutarse en lámparas cielíticas con sistema de iluminación tipo alógeno o incandescente, no aplica para lámparas cielíticas de tecnología led. Durante el cambio de una luminaria defectuosa o averiada proceder como se muestra a continuación:

- Suspender la alimentación de corriente alterna AC y dejar enfriar el sistema de iluminación durante 5 minutos.
- Retirar el lente correspondiente a la luminaria averiada de los soportes que sujetan con la lámpara.
- Extraer la luminaria defectuosa del portalámparas, halar el bombillo y tener cuidado de no golpear o estropear el mecanismo del portalámparas.
- Al instalar la luminaria nueva utilizar un paño limpio para manipular, realizar procedimiento con mucho cuidado.
- El tocar la luminaria con las manos desprotegidas puede dejar impurezas en la superficie acortando la vida útil de la misma.
- Verificar que la posición de la lámpara este perpendicular al portalámparas, ésta debe quedar fijamente encajada. La instalación incorrecta puede ocasionar defectos focales.
- Regresar todos los componentes a su posición original en seguida efectuar la prueba de funcional del sistema de iluminación conectando la fuente.
- Utilizar luminarias del modelo recomendado por el fabricante, por lo general tener en cuenta características eléctricas de 100w a 24v.

Limpieza de la unidad. Es muy importante que todo el equipo este siempre libre de polvo o fluidos, para limpieza y desinfección se sugiere utilizar agentes como alcohol glicerinado.

- Antes de iniciar con la limpieza asegurarse que el equipo este apagado, esperar un periodo de tiempo prudencial para que se enfríen los componentes.
- Efectuar limpieza sobre partes que conforman el satélite como son: las cúpulas, superficies ópticas, lentes, filtros térmicos, vidrios y reflectores del sistema de iluminación.
- Realizar limpieza interna y externa de resto del equipo como son: flanche o anclaje y brazos mecánicos de la lámpara.
- Si es necesario limpiar los excesos de lubricante, secar las partes mojadas antes de realizar cualquier prueba de funcionamiento.

5.4.7.2 Mantenimiento correctivo. Se presenta acciones correctivas generales que se pueden ejecutar como soporte y apoyo para el personal de mantenimiento ante la presencia de averías o mal funcionamiento que presenten estos sistemas:

Localización de una bombilla defectuosa mediante una hoja de papel. La presencia de una corona oscura sobre la parte inferior o superior de la hoja de papel indica que debe reemplazarse la bombilla de la cúpula.

Si existe un desperfecto en la iluminación de la lámpara, se debe utilizar instrumento de apoyo ya sea un multímetro o pinza amperimétrica que permita medir valores eléctricos para voltajes o corrientes. Verificar con las siguientes acciones:

Tabla 13. Algunas acciones correctivas para anomalías de lámparas quirúrgicas.

ANOMALIA	POSIBLE CAUSA	ACCION CORRECTIVA
No enciende la cúpula	Bombilla defectuosa Falla de la potencia central	Desconecte de la alimentación eléctrica y reemplace la bombilla. Verificar si otra pieza del equipo funciona con el mismo sistema de potencia.
Ninguna cúpula enciende	Perdida de potencia eléctrica	Verificar que todos los suministros de corriente eléctrica están encendidos
Baja vida de servicio de la bombilla	La bombilla no responde o hay sobretensiones.	Asegurarse de utilizar bombillas recomendadas por el fabricante. Verificar tenciones en las terminales de la bombilla.

Fuente: El presente estudio

5.4.8 Succionador. Equipo utilizado para el tratamiento de secreciones y fluidos de propósito general en cirugía, genera una presión negativa o de vacío mediante un motor y una bomba de vacío que genera succión. Por lo general el sistema se conforma de un control de succión, válvulas, mangueras, vacuómetro, conmutador de pie y un recipiente o reservorio. En la tabla se identifican succionadores sometidos al proceso de mantenimiento.

Tabla 14. Succionadores trabajados en el proceso de mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
SUCCIONADOR	MEDELA	04613	V99741	Cirugía	Preventivo
SUCCIONADOR	GOMCO	3040	V112051	Cirugía	Preventivo
SUCCIONADOR	THOMAS	1130	V101423	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.8.1 Mantenimiento preventivo. Para mantener un óptimo desempeño del equipo Para estos equipos el proceso implica una serie de procedimientos. El mantenimiento preventivo programado por ingeniería hospitalaria para realizarse en succionadores es cada cuatro meses.

Revisión general de la unidad. Se debe verificar las condiciones físicas se encuentra el equipo, en busca de anomalías o irregularidades que puedan afectar

su buen funcionamiento, en la figura se muestra la verificación de conexiones en estos equipos:

Figura 69. Revisión de conexión entre las mangueras y el reservorio de succionador marca GOMCO en cirugía.



Fuente: El presente estudio

- Examinar condiciones físicas y ambientales que se encuentra el equipo y sus componentes, corroborar que no exista presencia de humedad o derrames de fluidos.
- Si el equipo cuenta con un conmutador de pie, revisar la condición física del pedal y detectar cualquier tendencia a quedarse enclavado en posición ON.
- Corroborar que las mangueras, tubos y conexiones eléctricas no presenten quebraduras o síntomas de desgaste, reemplazar cualquier componente defectuoso.
- Revisar las condiciones físicas del filtro, verificar que no existan indicadores de residuos corrosivos, líquidos, gases, o partículas sólidas contaminantes de ser así informar al personal y anexar la observación en el formato de mantenimiento.
- Percatarse que el equipo se encuentre sobre una base fija y estable, si el succionador está montado sobre un carro de transporte debe estar fijamente instalado o atornillado.
- Verificar que el carro de transporte presente buen estado físico, comprobar que las ruedas giren libremente y los frenos trabajen correctamente.
- Revisar que no existan fugas de succión de aire en mangueras, tubos, acoples o cualquier conexión del sistema de succión.
- Es importante corroborar que la válvula o sistema anti derrames en el reservorio trabaje de forma correcta.

- Si es el caso de un succionador quirúrgico, asegurarse que este cuente con su respectiva cánula tubo pequeño para evacuar líquidos.

Calibración de niveles de succión. Es importante corroborar que el succionador está trabajando correctamente verificando la capacidad de presión negativa. En las figura70 y figura71 se observan la prueba de funcionamiento del succionador y el sistema de medición de presión de negativa respectivamente.

Figura 70. Prueba manual de succión y verificación de funcionamiento en succionador marca THOMAS.



Fuente: El presente estudio

Figura 71. Se observa el Vacuómetro con su escala en mmHg e inHg, a lado la válvula reguladora de un succionador marca medela.



Fuente: El presente estudio

Proceder de con las siguientes acciones:

- Conectar el equipo a la red eléctrica AC y encender desde su interruptor para comprobar su funcionamiento.
- De frente a la válvula reguladora, al gira en sentido horario la succión se incrementara y al girar en sentido anti-horario la succión disminuirá.
- Tapar el final del tubo de conexión al paciente y calibrar la succión deseada según requerimientos del ambiente.

- Los rangos de presión negativa recomendados son: -80 a -120 mmHg para adultos, -80 a -100 mmHg para niños y de -60 a -80 mmHg para bebés.
- Observar en la escala del vacuómetro en mmHg o inHg el nivel de succión a preestablecerse.
- Al adicionar mangueras o tubos, comprobar que el nivel de presión negativa se sigue conservando, de no ser así puede existir fugas entre las conexiones.
- No cubrir los aspiradores de flujo de aire por mucho tiempo, esto puede ocasionar recalentamiento en los componentes eléctricos del sistema.

Reemplazo del filtro hidrófobo. El filtro está diseñado para evitar el ingreso de fluidos o partículas extrañas a los componentes internos del sistema. Cambiar este componente cuando detecte exceso de impurezas o experimente reducción en la capacidad de succión del equipo, proceder así:

- Desconectar el lado del tubo o manguera que este acoplado con la conexión del filtro.
- Extraer el filtro de su compartimiento desatornillar si es necesario.
- Al reemplazar el filtro nuevo verificar que sea la misma referencia del filtro viejo, preferiblemente el recomendado por el fabricante.
- Asegurar el filtro nuevo y verificar que quede en la posición correcta atornillar de ser necesario.
- Acoplar el tubo o manguera a la conexión con el filtro todas las conexiones deben quedar correctamente acopadas.
- Realizar una prueba funcional de equipo y verificar si los niveles de succión han mejorado.

Limpieza exterior del dispositivo. Accesorios como tubos mangueras y reservorio deben encontrarse limpios y estériles, Realizar una limpieza superficial de todas las partes del equipo.

- Verificar que el interruptor del equipo este en posición de apagado off y desconectado de la red eléctrica.
- Limpiar la superficie del equipo y sus accesorios con un paño suave y humedecido con una solución limpiadora. No vierta directamente líquidos sobre la superficie del succionador.

- Si el filtro hidrófobo presenta acumulación mínima de impurezas limpiar con cuidado, reemplazar el filtro ante la presencia de acumulación considerable de residuos.
- En caso de esterilizar el filtro hidrófobo en autoclave, se recomienda trabajar con 121°C por un lapso aproximado de 20 minutos.

5.4.9 Autoclave. Es una unidad utilizada para eliminar microorganismos mediante vapor de agua a altas presiones esterilizando materiales o instrumental utilizado en quirófano, por ser un sistema que combina tecnologías de tipo electrónico, eléctrico y neumático necesita de la supervisión de un operador. En la tabla se muestra una autoclave y sus especificaciones.

Tabla 15. Especificaciones de autoclave para proceso de mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
AUTOCLAVE	TUTTNAUER	66120-2VEP	V122456	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

Figura 72. Autoclave marca TUTTNAUER para esterilización de instrumentos y elementos en quirófano.



Fuente: El presente estudio

5.4.9.1 Mantenimiento preventivo. El programa de mantenimiento preventivo para este tipo de equipos debe realizarse periódicamente con la finalidad de garantizar un funcionamiento continuo y eficaz de la unidad. Ingeniería hospitalaria tiene programado ejecutar mantenimiento preventivo cada tres meses. Antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento tener presente que el autoclave este desconectado de la red eléctrica y que no haya presión de vapor.

Mantenimiento general. Se deben ejecutar las rutinas diarias o semanales dependiendo del uso de unidad y manuales de operación del fabricante, estas acciones se ejecutan por parte del personal operador del equipo.

- Limpiar a diario con agua la cámara de vapor, dependiendo del tipo de material que se haya esterilizado utilizar un cepillo u otro accesorio no metálico o abrasivo.
- Realizar limpieza exterior e interior de las compuertas de la autoclave, hacerlo con un producto desinfectante.
- Verificar que el control de nivel de agua está trabajando correctamente, estar atento al sonido de la alarma en el momento que el control de nivel actúa sobre la bomba.
- Al momento de realizar un procedimiento de esterilización no exista ningún tipo de fugas de vapor.

Mantenimiento especializado. Proceso que se ejecuta por parte del personal capacitado de ingeniería hospitalaria, donde se debe examinar el estado actual de todo el sistema que conforma el autoclave.

Figura 73. Verificación de funcionamiento en contactores y electroválvulas de autoclave marca TUTTNAUER.



Fuente: El presente estudio

- Ejecutar un proceso de esterilización para comprobar en detalle la presión, temperatura, tiempos requeridos para completar cada fase del ciclo, estado de los pilotos de señalización del proceso, funcionamiento del sistema de registro.
- Verificar que los parámetros de temperatura y presión medidos por los manómetros se encuentren dentro de las tolerancias definidas por el fabricante. Comprobar los pilotos indicadores.
- Con el reporte del ciclo de esterilización comprobar que el sistema de impresión funciona correctamente, verificando si los datos entregados son adecuados.
- Comprobar que no existan señales de fugas de vapor o de agua en las tuberías o accesorios de la unidad.

- Verificar que las electroválvulas y los contactores eléctricos de los elementos calefactores y de la bomba funcionen correctamente.
- Evaluar las corrientes eléctricas de línea del banco de resistores y del motor eléctrico de la bomba de alimentación y comparar los valores obtenidos con los valores teóricamente calculados.
- Retirar cada elemento calefactor y verificar la aparición de incrustaciones o corrosión, antes de volver a colocar los elementos limpiar completamente el recipiente donde se genera el vapor.
- Realizar prueba de presión de apertura a 50psi para la válvula de seguridad, utilizando aire comprimido.
- Para modelos electrónicos limpiar el sensor de agua, en la parte trasera de la cámara con un paño húmedo, limpiar los lados del sensor es más importante que la punta.
- Verificar que las válvulas de suministro de agua fría, aire comprimido y vapor estén abiertas y presente un buen estado físico.

Limpieza de válvula de seguridad. Por ser un dispositivo que evita sobrepresiones en la cámara, Se realiza este procedimiento con el fin de evitar que la válvula de seguridad se obstruya, proceder de la siguiente manera:

- Iniciar un ciclo de esterilización normal y esperar que se acumule una presión de aproximadamente 30 psi en la cámara y apagar la unidad.
- Retirar la tapa del reservorio, al hacerlo tener precaución ya que trabaja vapor caliente que pueda ocasionar quemaduras.
- Tire del anillo de la válvula de seguridad con un destornillador, un gancho, u otra herramienta y abra la válvula de seguridad durante solamente 2 segundos, luego suéltela.
- En el caso de las unidades manuales, gire la multiválvula a la posición de escape y permita que salga toda la presión antes de abrir la puerta.
- Para las unidades electrónicas encienda la unidad y presione el botón Stop para interrumpir el ciclo y evacuar el aire.

Limpieza de la unidad. Este procedimiento se debe realizar tanto por el personal de mantenimiento como por parte del operador, ya que los procedimientos de esterilización implican limpiar partes de la unidad a diario, semana o mensual, utilizar limpiadores que no contengan cloro por ser corrosivo.

- Limpiar la trampa de aire (air trap) ubicado en el reservorio, moviendo varias veces el cable de vaciamiento hacia afuera y adentro. Se logra una limpieza más efectiva si la unidad está funcionando de 20 a 30 psi.
- Limpiar con agua a presión el filtro de aire ubicado en la parte interior de la cámara, en caso de estar muy contaminado cambiar este componente.
- De ser necesario Limpiar la cámara de esterilización, las bandejas para colocar los paquetes y sus soportes, utilizar un limpiador no abrasivo para aceros inoxidable con un paño, lavar a continuación con abundante agua.

Mantenimiento de válvulas solenoides. Se debe verificar el sonido que emiten las bobinas o solenoides. El ruido excesivo es una advertencia de sobrecalentamiento, debido a corrientes eléctricas anormalmente altas a través del solenoide. La corriente alterna aumenta cuando la impedancia [Z] del circuito disminuye, esto sucede cuando el solenoide no se encuentra adecuadamente rodeado por un circuito cerrado de hierro. Un espacio de aire en el circuito magnético puede ser causado por suciedad, que evita que la armadura alcance su posición final cuando el solenoide está energizado. Limpiar cuidadosamente los alojamientos de la bobina y su núcleo, para no interferir al pistón en su desplazamiento por alguna clase de suciedad.

- Antes de extraer, comprobar cuál es la posición en que se encuentra instalada la válvula solenoide. Algunas poseen indicaciones claras sobre cómo van instaladas, pero otras carecen de tal información.
- Reemplazar los sellos tipo anillo existente entre el solenoide y el cuerpo de la válvula, cuando estos elementos hayan sido desensamblados.
- Cuando se desmonta una válvula solenoide servoasistida, controlar en qué posición se encuentran los orificios que la comunican con el medio de trabajo, para poder ensamblar de nuevo cuando se efectúe el ensamble de la válvula.
- retirar la malla de la válvula para limpiar cuidadosamente, posteriormente reinstalar la malla en la posición correcta y colocar nuevamente la tapa.

5.4.9.2 Mantenimiento correctivo. En el eventual caso de presentarse la necesidad de un mantenimiento correctivo, se presentan acciones correctivas que ayudaran a solucionar el problema que presente la unidad durante su funcionamiento. Ante la presencia de anomalías el operador de la unidad debe presentar el reporte de servicio para solucionarse por parte del personal operativo de ingeniería hospitalaria:

Tabla 16. Acciones correctivas ante posibles anomalías que presente la autoclave.

Anomalia	Posible causa	Acción correctiva
Presión insuficiente durante el ciclo de esterilización	Puede estar descalibrado el control de temperatura.	Verificar que funcione correctamente y ajustar el mismo.
Alta presión durante el ciclo de esterilización	Perdida en el circuito hidráulico. Salta el termostato de seguridad. Falla en el generador.	Verificar perdidas. Resetear el termostato. Verificar las resistencias del generador.
La temperatura teórica es distinta de la temperatura interna	Perdida en el circuito hidráulico.	Realizar un test de vacío.
La etapa de pre-vacío esta fuera de tiempo	Perdida en el circuito hidráulico	Chequear perdidas. Chequear funcionamiento de la bomba de vacío.
Generación de vapor fuera de tiempo	Salta el termostato de seguridad Falla en el generador	Resetear el termostato. Verificar las resistencias del generador.
Presión de descarga fuera de tiempo durante el secado	Circuito hidráulico obstruido	Chequear los filtros, válvulas y tubería.
Mínimo vacío no conseguido en el test de vacío	Perdida en el circuito hidráulico	Chequear posibles pérdidas en tubos, conexiones válvulas solenoides, puertas.
Perdida de presión durante el test de vacío	Perdida en el circuito hidráulico	Chequear posibles pérdidas en tubos, conexiones válvulas solenoides, puertas.
Sensor de temperatura del calderin inactivo	Falla en la sonda Falso contacto	Reemplazar la sonda. Chequear los contactos.
Sensor de temperatura del generador de vapor inactivo	Falla en la sonda Falso contacto	Reemplazar la sonda. Chequear los contactos.
Sensor de detección de puerta cerrada inactivo	Falla en el sensor	Chequear contactos con la puerta cerrada. Reemplazar el sensor.
Sensor de presión del generador de vapor inactivo	Falla en las resistencias Falla en el sensor	Chequear resistencias. Reemplazar el sensor y chequear contacto.
Alta temperatura en las resistencias	Falla en el sensor de nivel mínimo	Reemplazar la soda.
Resistencias inactivas	Falla en el sensor de nivel máximo Falla en las resistencias	Resetear termostato. Reemplazar resistencias. Limpiar resistencias.

Fuente: El presente estudio

5.4.10 Capnógrafo. Equipo que permite monitorear y medir la concentración de dióxido de carbono (CO₂) durante un ciclo respiratorio, mediante el principio de espectroscopia infrarroja usada para medir la concentración de moléculas que absorben la luz infrarroja mediante un sensor infrarrojo.

Tabla 17. Especificaciones de Capnógrafos.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
CAPNOGRAFO	B.C.I	CAPNOCHE CK PLUS	V107533	Cirugía	Preventivo
CAPNOGRAFO	NOVAMETRIX	MEDICAL	V107534	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.10.1 Mantenimiento preventivo. Equipo al que se debe realizar verificaciones y chequeos tanto de configuración como de estado físico y condiciones de sus sensores, comprobar tiempos de calibración. Desde ingeniería hospitalaria se programa realizar mantenimiento cada cuatro meses

Figura 74. Capnógrafo con sus elementos de medición.



Fuente. SMITHSMEDICAL, [en línea], [Consultado 18 julio 2013], disponible en: <<http://www.smiths-medical.com/upload/products/mainImages/Capnocheck-Plus-Capnograph6.jpg>>

Inspección física y verificaciones. Comprobar condiciones ambientales de uso del equipo, proceder con las siguientes rutinas:

- Verificar que el equipo no presente signos de golpes o desperfectos físicos.
- Comprobar que en las condiciones de trabajo del equipo no exista presencia de humedad.
- Verificar estado físico de los componentes y sensores de medición del capnógrafo.
- Chequear que todos los cables del sistema presentan buena condición física, desde el cable de poder hasta los cables de sensores de medición.
- Verificar el sistema neumático del capnógrafo en busca de fugas.
- Si el equipo se encuentra sobre una superficie alta comprobar que está bien sujetado y que no presente peligros de caer.

Pruebas de desempeño. Se deben proceder a realizar pruebas de desempeño del capnógrafo para identificar algún tipo de mal funcionamiento en el sistema:

- Encender el equipo y verificar que la pantalla display enciende uniformemente y no presente desperfectos visuales.
- Conectar el sensor infrarrojo de co2 para comprobar que las mediciones de Muestra CO2 tidal final (ETCO2), CO2 inspirado (inCO2) están en los parámetros normales.
- Como respaldo al procediendo anterior realizar la misma prueba con un sensor de co2 alternativo y comparar los resultados. Deben coincidir en las dos mediciones
- Encender el altavoz multi-frecuencia para reproducir bips y alarmas de prioridad alta, prioridad media y prioridad baja. En lo general los volúmenes son ajustables.
- Realizar pruebas de desempeño con batería de respaldo, desconectar la unidad por unos minutos y verificar los tiempos de carga y descarga de la batería para compararse con los parámetros óptimos en el manual.
- Para realizar pruebas de SPO2 proceder de igual manera como se explica en los pulsioxímetro.

Limpieza. Al momento de ejecutar este procedimiento tener cuidado de no derramar ningún tipo de líquido sobre el equipo o algún accesorio que lo conforman.

- Para limpiar la superficie del Capnógrafo realizarlo con un paño húmedo en un producto limpiado no abrasivo.
- Extraer el filtro de humedad para realizar limpieza en caso de no presentar signos de deterioro o desgaste, de ser requerido reemplazar el componente.
- Limpiar y desinfectar tanto el sensor de SPO2 como de CO2 de equipo de capnografía.
- Terminado el procedimiento de limpieza verificar que no queden residuos de limpiadores o partes húmedas de ser así limpiar y filtrar cualquier presencia de humedad.

5.4.11 Baño María. Equipo utilizado para calentar uniformemente sustancias a una temperatura requerida, mediante un conjunto de resistencias eléctricas que transfieren calor a un medio como agua o aceite a través de un sistema controlado de temperatura, en quirófano por lo general el equipo trabaja con temperaturas que oscilan entre 35 y 37 para calentar sustancias a la temperatura corporal del cuerpo humano. En la tabla se describe la información de este tipo de equipos:

Tabla 18. Información del baño maría sometido a proceso de mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
BAÑO MARIA	MEMMERT	W270	V103455	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.11.1 Mantenimiento preventivo. Se realiza el proceso con ayuda de un instrumento de medición de temperatura, para medir diferentes niveles de este parámetro se puede utilizar un termómetro convencional. Desde Ingeniería hospitalaria está programado ejecutar mantenimiento de baño maría con una frecuencia de tres meses, realizar los siguientes procedimientos:

Verificación física del equipo. Se debe inspeccionar en qué condiciones físicas se encuentra trabajando el baño maría, verificar integridad y estado físico del equipo, en la figura se evidencia las condiciones físicas de trabajo del baño maría.

Figura 75. Inspección de las condiciones de trabajo que se encuentra un baño maría en el área de cirugía.



Fuente: El presente estudio

- Verificar que el cable de alimentación eléctrica no este quebrado o deteriorado de ser así no poner a trabajar el equipo hasta remplazar el cable.
- Comprobar que los aislantes térmicos entre los componentes del sistema eléctrico y la carcasa del equipo no presenten signos de desgaste o deterioro.
- Corroborar que no exista ningún tipo de fugas de agua en la válvula de control de llenado y vaciado.
- Verificar que la perilla o botones de selección del nivel de temperatura trabaja correctamente, no debe presentar signos de desgaste.
- Comprobar que la superficie donde descansa el equipo sea fija y estable, debe estar libre de todo tipo de fluidos.

Pruebas funcionales. Verificar el funcionamiento del dispositivo controlador de temperatura (termostato), junto con su módulo de control y pilotos indicadores, utilizar un instrumento de medición de temperatura como apoyo. En la figura se muestra el control de temperatura al que se realiza las respectivas pruebas funcionales.

Figura 76. Sistema de control y pruebas de funcionamiento en baño maría marca MEMMERT.



Fuente: El presente estudio

- Conectar el equipo a la red eléctrica y poner en posición de ON el interruptor general de encendido visualizar que el piloto indicador de encendido funciona correctamente.
- Para equipos que disponen de una pantalla indicadora display, visualizar que funciona correctamente, todos los segmentos de la pantalla se deben iluminar.
- Seleccionar una temperatura de trabajo y esperar hasta que se estabilice, una vez alcanzada la temperatura preestablecida observar que el piloto indicador se enciende correctamente.
- Con la ayuda de un termómetro convencional verificar que la temperatura del agua está en el rango de error de $\pm 2\%$ de la temperatura preestablecida desde el control.
- Para equipos que poseen un sistema de agitación realizar lubricación en el eje del motor eléctrico del agitador. Colocar una gota de aceite mineral en el eje, para que se mantenga una buena condición de lubricación entre los rodamientos del motor y el eje del mismo.

Limpieza de partes inoxidables. Esta operación solo debe ser realizada después de a ver desconectado el equipo de la red eléctrica. Evitar el uso de productos limpiadores abrasivos o corrosivos.

- Apagar el equipo y desconectar de la red eléctrica, esperar unos minutos a que el equipo se enfríe para evitar riesgos de quemaduras accidentales.
- Extraer el fluido utilizado para el calentamiento. Si es agua, puede verterse a un sifón. Si es aceite, recolectar en un recipiente con capacidad volumétrica adecuada. Después llenar nuevamente el equipo con el fluido.
- Retirar la bandeja difusora térmica que se encuentra ubicada en el fondo del tanque y limpiar el interior del tanque con un detergente suave.
- Al limpiar limpieza interna tener cuidado de doblar o golpear el tubo capilar del control de temperatura que generalmente se encuentra ubicado en el fondo del tanque.
- Si se presentan indicios de corrosión, existen en el mercado sustancias para limpiar el acero inoxidable. Frotar suavemente con esponjas sintéticas o equivalentes. Evitar la utilización de lana de acero para remover manchas de óxido, debido a que las mismas dejan partículas de acero que podrían acelerar la corrosión.

5.4.11.2 Mantenimiento correctivo. Recuerde que los componentes defectuosos deben ser reemplazados de acuerdo con la normatividad, tener en cuenta las recomendaciones del fabricante para ejecutar el cambio, el componente nuevo debe ser idéntico en características al original, las acciones correctivas más significativas cuando el equipo presenta anomalías se mencionan a continuación:

- Si la superficie caliente no se calienta comprobar la alimentación eléctrica y verificar que el termostato de trabajo no está ajustado al mínimo, comprobar que la rejilla de ventilación del armario caliente, no este obstruida.
- Ejecutar mantenimiento periódico a las resistencias calefactoras del sistema ya que el equipo trabaja con fluidos implicando humedad que puede afectar los dispositivos, en caso de detectar anomalías al calentar comprobar el estado de los recubrimientos externos de las resistencias.
- En caso de presentar fallo o anomalías en el sistema de control, reemplazar la tarjeta electrónica por una nueva que corresponda a las mismas características y especificaciones de la defectuosa, tener en cuenta referencias recomendadas por el fabricante.

5.4.12 Electro bisturí. Equipo biomédico electrónico que genera corrientes de alta frecuencia (radio frecuencia) para cortar o coagular tejido vivo en electrocirugía. Utiliza un electrodo activo (bisturí) y un electrodo neutro (placa paciente) que durante la intervención entrega corrientes que trabajan en el rango de 100KHz. El electrodo activo genera una gran cantidad de calor debido a la alta intensidad de

corriente existente sobre su pequeña superficie. En la tabla se describen las unidades trabajadas para proceso de mantenimiento.

Tabla 19. Especificaciones de los Electrobisturí sometidos a procesos de mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Electrobisturí	ESCHMAN	TD830	V112039	Cirugía	Preventivo
Electrobisturí	BIRTCHERD	4400POWER PLUS	V99735	Cirugía	Preventivo
Electrobisturí	VALLEYLAB	FORCE 2	V107535	Cirugía	Preventivo
Electrobisturí	N.D.M	POWER POIT 1000	V99736	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.12.1 Mantenimiento preventivo. Por la complejidad que presenta la unidad y el riesgo que implica un mal funcionamiento de la misma, es muy importante realizar un mantenimiento programado riguroso. El proceso de mantenimiento se debe ejecutar por personal que entienda correctamente el funcionamiento del equipo y conozca el significado de cada mando de control y sus indicadores. Desde ingeniería hospitalaria se programa ejecutar mantenimiento cada cuatro meses, realizar las siguientes acciones:

Inspección de estado físico. Procedimientos para verificar todas las condiciones físicas y ambientales que actualmente se encuentra trabajando el equipo. En la siguiente figura se observa la inspección y verificación del estado físico realizada al electrodo neutro o placa de paciente.

Figura 77. Revisión de estado físico integral del electrodo neutro en Electrobisturí marca BICHERD.



Fuente: El presente estudio

Proceder de la siguiente manera:

- Verificar la integridad física de la unidad, módulo de control, la superficie debe estar intacta, que no presente signos de abusos o desperfectos físicos.
- Verificar que el teclado y mandos de control se encuentre en buen estado.
- Comprobar que el conector de alimentación a red eléctrica presente buena condición física, debe corresponder a una clavija de tres polos y una toma de corriente con toma a tierra.
- Comprobar que todos los accesorios del equipo bisturí, placa paciente, pedales estén presentes y firmemente instalados sobre una superficie.
- Corroborar que el electrodo neutro presente una buena condición física integral, reemplazar el elemento al detectar mala condición física o irregularidades, de no ser así puede existir riesgo de quemaduras.
- Comprobar el estado físico de todos los cables en busca de signos como desgaste, quebraduras o agrietados, ya que esto puede ocasionar fallos en la potencia o fugas eléctricas peligrosas para el personal involucrado.
- Desconectar el cable de los electrodos para verificar el estado físico de los conectores y de los zócalos en la unidad de electrocirugía.
- Si la unidad se encuentra sobre un carro de transporte, examinar su estado físico general y comprobar que las ruedas y los frenos trabajen correctamente.

Pruebas funcionales del equipo. Es importante comprobar el desempeño funcional de la unidad de electrocirugía ya que el mal funcionamiento de algunos de módulos puede ocasionar graves problemas físicos en los implicados, proceder con las siguientes pruebas:

- encender la unidad para verificar que se enciendan los segmentos de los displays y los pilotos indicadores del panel de control.
- Realzar pruebas de alarmas, al desconectar el electrodo neutro y o el electrodo activo el sistema debe informar mediante una alarma audible o de piloto.
- Comprobar el nivel de volumen para alarmas, estos niveles nunca deben estar completamente en nivel bajo ya que por lo general la unidad reportara anomalías mediante señales audibles.
- Realizar pruebas con el pedal y verificar que no se quede pegado o siga funcionando después de soltarlo.

- Realizar diferentes pruebas de corte puro utilizando una superficie blanda de prueba, se recomienda utilizar de superficie blanda una barra de jabón o acorde.
- Ejecutar la prueba anterior para cortes con técnica monopolar y bipolar.

Verificación de alimentación eléctrica. Es muy importante comprobar condiciones físicas y realizar pruebas de valores efectivos en la toma de corriente, es importante que se cuente con una buena toma a tierra ya que esto puede reducir peligros de electrocución o quemaduras.

Figura 78. Chequeo de alimentación eléctrica para electrobisturí marca ESCHMANN TD830.



Fuente: El presente estudio

Realizar los siguientes procedimientos:

- Verificar que la clavija y la toma de corriente son de tres polos para fase, neutro y tierra, es imprescindible que los sistemas de electrocirugía cuenten con una toma a tierra.
- Comprobar que tanto la toma de corriente como el enchufe se enganchan correctamente.
- Con ayuda de un multímetro o probador de fase comprobar que la fase y neutro de la toma de corriente es debidamente normalizadas en la toma de corriente.
- Con el instrumento de medición comprobar los valores efectivos de voltaje alterno, además de verificar que se cuenta con una buena tierra conductora.

Limpieza integral de la unidad. Esta acción de se debe realizar con ayuda de un paño húmedo en agua o una solución limpiadora, durante el procedimiento evitar el ingreso de líquidos o fluidos en la unidad. No utilizar materiales de limpieza abrasivos o corrosivos.

Figura 79. Apagado de la unidad para proceder con el proceso de limpieza de la unidad de electrocirugía.



Fuente: El presente estudio

- Limpiar todos los cables de electrodos del sistema, también el cable de poder de alimentación eléctrica.
- Apagar y desconectar siempre el enchufe de la red eléctrica antes de proceder con la limpieza del sistema.
- Limpiar la superficie del equipo y módulo de control con un paño húmedo con una solución suave de limpiadora o desinfectante.
- Realizar limpieza de accesorios como pedales, cables, carro de transporte

5.4.13 Mesa de Cirugía Eléctrica. Equipo utilizado para facilitar labores de cirugía que brinda mayor seguridad y confort al paciente durante la intervención quirúrgica. La mesa de cirugía eléctrica está diseñada para trabajar con movimientos suaves y precisos entre sus placas mediante el principio de electrohidráulica. Además cuenta con módulos electrónicos y manuales dispuestos para que el operador controle los movimientos de la mesa. En la tabla se describe las mesas quirúrgicas sometidas a mantenimiento.

Tabla 20. Información de las Mesas quirúrgicas que están dentro del programa de mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Mesa de cirugía eléctrica	LOS PINOS	MC-805TE	V121677	Cirugía	Preventivo
Mesa de cirugía eléctrica	MAQUET	111300	V99722	Cirugía	Preventivo
Mesa de cirugía eléctrica	MAQUET	111400	V106542	Cirugía	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.13.1 Mantenimiento preventivo. Actividades que enfocan a comprobar el funcionamiento del equipo en general, Desde ingeniería hospitalaria se programa realizar mantenimiento a estos equipos con una frecuencia de tres meses.

Verificaciones físicas. Procedimiento donde se debe verificar todas las condiciones ambientales de trabajo de equipo, en la figura se muestra una verificación general realizada a uno de estos equipos:

Figura 80. Inspección física de pedales, manivelas, sistema de frenos, superficie y base electrohidráulica en Mesa de Cirugía marca LOS PINOS.



Fuente: El presente estudio

- Inspeccionar toda la superficie metálica del equipo que no esté en contacto con ningún tipo de fluidos, debe estar libre de corrosión u oxido.
- Inspeccionar cuidadosamente el estado de la plataforma de la mesa (colchoneta), que no presente cortes o signos de deterioro, en caso contrario reemplazar inmediatamente.
- Verificar que todos los accesorios de la mesa están fijamente instalados, en caso contrario ajustar los accesorios de forma correcta.
- Comprobar que los cinturones y soportes de seguridad de la mesa están en buen estado y trabajan correctamente.
- Verificar el estado de las palancas y su integridad mecánica que no presenten desperfectos físicos.

Pruebas de funcionamiento. Para corroborar el funcionamiento de la mesa, es necesario someterla a un control de todos los movimientos que realiza la mesa

Figura 81. Prueba funcional de la base electrohidráulica y funcionamiento de controles en mesa quirúrgica marca LOS PINOS.



Fuente: El presente estudio

- Desde los controles regular movimientos mecánicos para: subida y bajada de la base electrohidráulica, Inclinación lateral a ambos lados, placa lumbar, placas de piernas por separado y juntas y placa de la cabeza.
- Comprobar que durante la prueba de funcionamiento y movimiento realizado por todas las placas de la plataforma se caracterizan por movimientos suaves y precisos.
- Verificar funcionamiento de las manivelas realizando movimientos manuales de las superficies móviles de la mesa, se debe evidenciar movimientos suaves y precisos, lubricar partes en caso de ser requerido.
- Comprobar el estado de las baterías recargables de la unidad que no exista presencia de ningún tipo de derrames de líquidos, verificar voltajes con el instrumento de medición.
- Comprobar el funcionamiento del sistema de frenado, los pedales de bloqueo tienen que trabajar correctamente al momento de frenar las ruedas, ajustar de ser necesario.
- Ejecutar movimientos de la mesa desde el control del pedal y desde el control eléctrico de mano, comprobar que todo está funcionando correctamente.

Chequeo de sistema hidráulico y partes móviles. Utilizar productos lubricantes como aceite o grasa según requerimientos de la pieza mecánica, proceder con las siguientes rutinas:

- Lubricar las partes móviles de la mesa de cirugía que lo requieran con aceite, las partes móviles que no están a la vista se puede utilizar grasa para lubricar.
- Inspeccionar la bomba de presión y todo el sistema hidráulico como mangueras y distribuidores no presente derrames o fugas de aceite.
- Inicie por elevar la plataforma a máxima altura, en seguida lubricar con aceite y realizar una serie de movimientos adicionales de la plataforma.
- Verificar nivel y pureza de aceite de todo el sistema, lubricar las partes que lo requieran y cambiar lubricantes de ser necesario.

Limpieza de la unidad. Se debe realizar limpieza interna y externa de la mesa y sus accesorios, se recomienda utilizar un detergente universal ligeramente alcalino.

- Antes de proceder con la limpieza, nivel la mesa en posición horizontal y subir la superficie a la posición más alta.
- Limpiar la superficie del equipo, de estar las muy sucias, utilice los detergentes de manera concentrada y lávelas después con agua.
- Finalmente secar la acumulación de agua o líquidos con un paño seco, el no secar los restos de líquidos puede causar efectos corrosivos sobre la superficie del equipo.

5.4.14 Cama Eléctrica. Es un equipo articulado diseñado para conseguir diferentes posiciones según sea la necesidad del paciente, por lo general está conformada por tres planos de movimiento que se controlan mediante motores eléctricos los cuales transfieren trabajo a un sistema mecánico, el control de subida y bajada de los planos se ejecuta desde pulsadores en el panel de control ubicado en la cama, o desde un control eléctrico remoto para el usuario, los controles entregan la señal a una tarjeta electrónica encargada de controlar el movimiento de los motores y su posición. En la siguiente tabla se describen las camas eléctricas que se trabajó.

Tabla 21. Descripción de camas eléctricas trabajadas para mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
Cama eléctrica	LOS PINOS	972ZR	V112438	Urgencias	Preventivo
Cama eléctrica	LOS PINOS	972ZR	V112437	Urgencias	Preventivo

Fuente: El presente estudio

5.4.14.1 Mantenimiento preventivo. Proceso donde corresponde chequear el sistema eléctrico y mecánico del equipo junto con todas sus conexiones, desde Ingeniería hospitalaria se programa realizar mantenimiento para estos equipos cada tres meses.

Inspección física del equipo. Evaluar las condiciones ambientales de trabajo chequeando detalladamente la integridad y estado de la cama, en la siguiente figura se muestra una cama eléctrica perteneciente al área de urgencias.

Figura 82. Inspección de condiciones generales a cama eléctrica marca LOS PINOS, área de Urgencias.



Fuente: El presente estudio

Proceder con los siguientes pasos:

- Verificar el estado físico general de todos los componentes de la cama eléctrica, que no presente signos de golpes, rayones o desperfectos físicos, todas las piezas deben estar en su lugar y ajustadas.
- Examinar la toma de corriente AC, clavija y cable de red eléctrica no presenten signos de deterioro, comprobar que están firmemente conectados.
- Comprobar que todos los conectores de los motores estén en buena condición física y se ajusten apropiadamente a la caja maestra de control.
- Observar que la plataforma de la cama y las cubiertas plásticas presenten buena condición física.

Pruebas eléctricas y mecánicas. Realizar movimientos mecánicos desde el control eléctrico de la cama y control manual con la finalidad de verificar que todo el sistema funcione correctamente.

Figura 83. Pruebas de funcionamiento con módulo de control eléctrico en cama eléctrica marca LOS PINOS de Urgencias.



Fuente: El presente estudio

- Verificar que los ensambles mecánicos se encuentren en buen estado y los pernos no estén flojos ni presente signos de desgaste.
- Comprobar que los botones y la pantalla display o indicadores encienden y trabajan correctamente.
- Ejecutar prueba mecánica con el control eléctrico, comprobar el movimiento de subida y bajada de cada plano para los que está diseñada la cama eléctrica.
- Comprobar el estado de las barandillas laterales ejecutando movimientos, los seguros deben cerrar correctamente, si el mecanismo lo requiere realizar lubricación en los ejes de giro.
- ejecutar prueba funcional con el control remoto manual, realizar movimientos hacia arriba y hacia abajo cada uno de los planos móviles de la cama eléctrica.
- Realizar un leve movimiento de desplazamiento de la cama para comprobar el estado físico de las ruedas y el funcionamiento de cada freno individualmente.

Limpieza general. Con el fin de mantener la calidad de los materiales mecánicos y metálicos de la superficie del equipo, se recomienda no utilizar productos limpiadores concentrados durante la limpieza, proceder con estas acciones:

- Apagar los módulos eléctricos y desconectar el cable de red de la toma de alimentación eléctrica.
- Para evitar que se filtre humedad en el motor, limpiar la carcasa con un paño ligeramente húmedo en un producto limpiador o agua.

- Limpiar la superficie del módulo de control de la cama y el módulo de control manual.
- Es importante que las ruedas estén libres de materiales acumulados en los ejes de giro de las ruedas, limpiar de ser necesario.

5.4.15 Doppler Fetal. Dispositivo utilizado para la medición de la frecuencia cardiaca fetal [FCF] del feto a partir de la octava semana de gestación. Funciona con ultrasonido mediante un transductor de cristal piezoeléctrico de 3Mhz para este equipo, entregando una lectura audible mediante un pequeño parlante interno en su sistema.

Tabla 22. Datos del equipo sometido a mantenimiento.

Equipo	Marca	Modelo	No Activo fijo	Área	Mantenimiento
DOPPLER FETAL	NICOLETE	ELITE 200	V112658	Cirugía	Preventivo-Correctivo

Fuente: El presente estudio

5.4.15.1 Mantenimiento preventivo. Por ser un dispositivo portátil, el proceso de mantenimiento implica acciones rápidas aplicadas para verificar su funcionamiento. Se programa ejecutar mantenimiento preventivo cada seis meses, a continuación se describe el proceso a realizarse:

- Comprobar las condiciones físicas del dispositivo, transductor y cable de comunicación, que no presente ninguna irregularidad o desperfectos.
- Encender el equipo y comprobar los niveles de energía de la batería, de ser necesario extraer la batería y mediar el nivel de voltaje con multímetro.
- Si el equipo cuenta con una fuente de poder, verificar su condición física y buen funcionamiento, comprobar que el dispositivo cuente con batería recargable.
- Realizar prueba audible del dispositivo para comprobar funcionamiento de la señal entregada por el parlante, comprobar el control de volumen.
- Limpiar el equipo y sus accesorios con un paño humedecido en alcohol glicerinado.

5.4.15.2 Mantenimiento correctivo. Una vez detectada la causa de fallo, se procede a ejecutar soluciones correctivas en el sistema, para recuperar el equipo y entregarse en buen funcionamiento al servicio. En la figura se observa el dispositivo una vez recuperado:

Figura 84. Doppler fetal marca NICOLETE en correcto funcionamiento una vez recuperado mediante acciones correctivas.



Fuente: El presente estudio

A continuación se detalla el trabajo realizado:

Síntoma. El equipo se reporta por sufrir golpe significativo durante su operación en el servicio, no entrega ningún tipo de lectura audible de la FCF. Esta fuera de funcionamiento.

Causa detectada. Se encuentran múltiples problemas en diferentes componentes electrónicos del circuito. Problemas de contacto eléctrico en el conector RJ9 hembra y en un condensador del circuito, falla funcionamiento en el cable de señal del transductor (cable de comunicación abierto).

Acción correctiva y recuperación del equipo. Se procede a verificar el estado actual del equipo, se realiza una inspección visual y prueba funcional del circuito, detectando un condensador electrolítico de $33\mu\text{F}$ a 16 voltios defectuoso físicamente, por ser un componente comercial se adquiere con las mismas características, se procede a reemplazar e instalar el nuevo condensador en la tarjeta electrónica del equipo. Respecto al cable del transductor se realizan pruebas verificando que se encuentra abierto, este componente se encuentra disponible en el almacén de mantenimiento y se procede a reemplazarlo. El equipo utiliza conectores RJ9 para la comunicación del transductor con su sistema electrónico, se encuentra problema en los contactos eléctricos de los pines del conector hembra presente en el circuito del equipo, se procede a realizar las correctas conexiones de los pines con la ayuda de un cautín. En la figura 22 se observa el circuito interno del doppler fetal.

Figura 85. Mantenimiento correctivo en el sistema electrónico de un doppler fetal.



Fuente: El presente estudio

5.5 INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN.

Durante el desarrollo del proyecto la institución adquiere equipos nuevos, los cuales para colocarse en funcionamiento se debe tener en cuenta diferentes aspectos que permiten mejorar la eficiencia y calidad de los servicios prestados por el Hospital. Aquí se interviene profesionalmente para apoyar en el proceso de su instalación e inspeccionar que se realice de una forma correcta, confiable y que cumpla con la integridad y normatividad hospitalaria.

Se presentó la instalación de dos lámparas cielíticas nuevas para instalarse en quirófano 1 y quirófano 3 pertenecientes al área de cirugía, además de una torre de laparoscopia en quirófano 3, monitor de signos vitales en el área de urgencias entre otros, a continuación se describe los procedimientos para algunos de ellos.

5.5.1 Lámparas Cielíticas. Conjuntamente con el ingeniero de soporte por parte del proveedor del equipo, se procede con la evaluación de requerimientos para la instalación de las nuevas lámparas cielíticas de tecnología LED marca DR-MACH, que posteriormente se procederá a instalar en quirófano 1 y quirófano 3 del área de cirugía de HCI, el proceso de instalación es similar para los dos casos.

También Es importante realizar un previo análisis y evaluación de los requerimientos físicos e integrales para las nuevas lámparas, además que se debe tener en cuenta las especificaciones y recomendaciones del fabricante que se estudian desde los manuales entregados por el proveedor.

Una vez evaluado e inspeccionado el espacio de instalación, se concluye que no es necesario hacer algún tipo de modificaciones estructurales sobre los quirófanos, pero si es necesario realizar algunos ajustes para adecuar correctamente la nueva lámpara cielítica en su área de trabajo. Para la instalación de las nuevas lámparas cielíticas se realiza los siguientes procedimientos:

Desmontaje de antigua lámpara cielítica. El proceso para desinstalar la lámpara a ser reemplazada se ejecuta tanto en quirófano 1 como en quirófano 3 correspondientes al área de cirugía se realiza de forma similar en ambos casos. Tener cuidado de no ocasionar problemas en la integridad física del equipo y el quirófano.

Figura 86. Desmontaje de Lámpara cielítica a ser reemplazada.



Fuente: El presente estudio

Adecuación física y eléctrica para el equipo nuevo. Respecto a la adecuación eléctrica se procede a reemplazar la antigua fuente por la nueva con características de voltaje a la entrada de 120VAC y a la salida 24 VDC propia del equipo para ser alimentado. Una ligera alineación de los pernos para soportar y ensamblar fijamente la base de la lámpara con las bases estructurales.

Figura 87. Adecuación física integral e instalación eléctrica.



Fuente: El presente estudio

Figura 88. Instalación del Flanche (base metálica para soportar la lámpara ciática).



Fuente: El presente estudio

Instalación eje de anclaje, brazos y satélites. Una vez terminadas las respectivas adecuaciones físicas y eléctricas se procede con la instalación otros componentes del sistema, se debe instalar el eje de anclaje para soportar los brazos mecánicos y articulación y finalmente los dos satélites de iluminación. Este procedimiento es un punto donde se requiere trabajar con precisión y sumo cuidado con la integridad física. En la figura se identifica algunos de los elementos que conforman el sistema de iluminación quirúrgica.

Figura 89. Brazos mecánicos para lámpara cielítica de dos satélites.



Fuente: El presente estudio

Evaluación y pruebas de funcionamiento. Se debe comprobar que los resultados finales son de calidad, se verifica el desempeño del equipo en todos sus modos de trabajo como pruebas de control de iluminación y desempeño mecánico, se debe inspeccionar que toda la instalación es segura y confiable además que se adecue a las necesidades requeridas por el operador final en el quirófano.

Figura 90. Pruebas de desempeño y funcionamiento de controles, dispersión de luz e integridad mecánica de la nueva lámpara cielítica dual.



Fuente: El presente estudio

En la siguiente figura se puede apreciar el resultado final de una lámpara cielítica marca DR-MACH correctamente instalada y lista para trabajar en su área de servicio.

Figura 91. Evaluación de integridad física y resultado final de la nueva lámpara cielítica DR-MACH instalada en quirófano.



Fuente: El presente estudio

5.5.2 Torre de Laparoscopia. En esta sección se describirá el procedimiento de instalación para logra resultados más fiables y de calidad al trabajar con una torre de laparoscopia marca OLYMPUS dispuesta para funcionar en quirófano 3 del área de cirugía.

El equipo está conformado por diferentes consolas las cuales realizan un trabajo en específico para brindar el resultado exigido por cirugía laparoscópica, también cuenta con una cámara de video y una fuente de luz por fibra óptica, las cuales se unen en instrumento tubular llamado laparoscópico para trabajar en conjunto. A continuación se describen las consolas y componentes que conforman esta torre de laparoscopia.

- Fuente de luz.
- Equipo electrónico insuflador de CO₂.
- Equipo videograbador.
- Monitor profesional HD.

- Teclado.
- Video cámara.
- Fibra óptica.
- Instrumental de laparoscopia.

Se inicia por instalar el equipo electrónico insuflador de CO₂, estas consolas de insuflación por lo general trabajan con dióxido de carbono (CO₂) para introducirlo de manera controlada a través de una cavidad abdominal. Se debe conectar con mangueras directamente a una pipeta externa proveedora de CO₂, Corroborar que el equipo esta fijamente asentado con la superficie en la figura se puede observar un equipo electrónico insuflador de CO₂.

Figura 92. Instalación y conexión del insuflador electrónico de CO₂.



Fuente: El presente estudio

Al instalar la consola para la fuente de luz y el videograbador, para la fuente de luz tener cuidado con el cable de fibra óptica no se debe dar golpes o curvaturas forzadas. Comprobar que las consolas quedan fijamente instaladas.

A través del teclado entre otras acciones podemos ingresar la información y datos del paciente al sistema de laparoscopia. El teclado se debe conectar a través de su cable de conexión ps/2 o usb con la consola del videograbador. En la figura se puede apreciar estas consolas.

Figura 93. Instalación de consola para fuente de luz y videograbador.



Fuente: El presente estudio

El motor para laparoscopia tiene que ser de nivel profesional con alta definición lo ideal que sea de mayor definición a la de la cámara. Para la instalación del monitor por lo general se conecta a través de los conectores RGB, VGA o s-video, que a través del cable correspondiente se conecta con la consola del videograbador.

Figura 94. Consolas en torre de laparoscopia y resultado final del sistema instalado.



Fuente: El presente estudio

Es importante chequear que el sistema cuente con un regulador de voltaje además de evaluar y verificar con multímetro en la toma de corriente alterna los valores efectivos de voltaje AC, que la fase y neutro están debidamente normalizados y además que cuente con una toma a tierra.

Por último se enciende el sistema para realiza la prueba funcional, conectando la video cámara y la fibra óptica al tubo laparoscópico, se comprueba que el video junto con la luz se trasmiten en el monitor y se extrae una secuencia de video grabada evidenciando que todo el sistema está funcionando correctamente y está listo para trabajar en su área de servicio.

5.6 PROCESO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Es un proceso nuevo a implementarse en el hospital Civil de Ipiales E.S.E que se plantea como base de apoyo profesional al constante mejoramiento de los procesos de mantenimiento a los que se somete un equipo biomédico, se plantea con la finalidad de lograr un mejor rendimiento y desempeño funcional de los sistemas biomédicos de forma controlada y sistemática así también contribuyendo a minimizar riesgos y efectos adversos a causa de estas tecnologías.

El mantenimiento predictivo está orientado a predecir una fecha futura de inspección que alertara al ingeniero de mantenimiento, donde se recomienda realizar una acción predictiva como calibración, reajuste o mantenimiento de un elemento que lo requiera, o también el reemplazo de un componente del sistema. Todo esto tomando como referente y siguiendo estrictamente los métodos de mantenimiento propuestos por el fabricante.

Este tipo de mantenimiento se procede a implementar con equipos biomédicos de las áreas de cirugía y urgencias, que junto con otras son áreas que presentan un grado mayor de complejidad al momento de prestar los servicios de salud, donde es una prioridad optimizar, controlar y reducir las fallas o mal funcionamiento en estas tecnologías. Para el desarrollo de este proceso es necesario trabajar por fases de estudio e investigación de conceptos propios del nuevo proceso. Lo desarrollado se describe a continuación.

5.6.1 Estudio de prioridad de mantenimiento de equipos. Se inicia por realizar un estudio que consiste en establecer que equipos biomédicos necesitan de un control más dedicado hacia su mantenimiento, que se verá reflejado en un funcionamiento más óptimo y eficiente al momento de presentar su servicio, con la finalidad de determinar aquellos equipos se usa un concepto de gran utilidad en ingeniería del mantenimiento que se conoce como el cálculo del nivel de prioridad (Pi), este método permite deducir más efectivamente que equipos son más prioritarios a ejecutar mantenimiento. Se deduce con los siguientes procedimientos matemáticos:

Calculo del nivel de prioridad (Pi). El nivel de prioridad se calcula con la siguiente ecuación:

$$Pi = F+C+M$$

Dónde:

F= Peso de valoración de acuerdo a la función del equipo.

C= Peso de valoración de acuerdo a la aplicación clínica del equipo.

M= Peso de Valoración por requerimientos de mantenimiento.

Para trabajar cada variable asigna puntos de valoración según corresponde a la siguiente tabla:

Tabla 23. Puntos de valoración

De acuerdo a la Función del Equipo.	Rango numérico F
Equipos de Tratamiento y Mantenimiento de Vida	9
Equipos de Diagnostico	8
Equipos terapéuticos	6
Equipos de análisis de laboratorio Clínico	5
Accesorios del laboratorio	4
Computadores y equipos asociados	3
Otros equipos relacionados con el paciente	2
Aplicación Clínica.	Rango numérico C
Puede Producir la muerte al paciente	5
Puede producir daño irreversible al paciente u operador	4
Puede producir un daño reversible quirúrgicamente	3
Terapia inapropiada o falso diagnostico	2
Riesgo mínimo	1

Requerimientos de Mantenimiento	Rango numérico M
Intensivo	5
Promedio	3
Mínimo	1

Fuente: MANTENIMIENTO PREVENTIVO e inspecciones (IPM) y nivel de prioridad.

Para la prioridad están definidos parámetros El valor de prioridad (Pi) para el mantenimiento se ubica en un rango entre 0 y 19 puntos, en función de esta escala se asume lo siguiente:

Todo equipo con puntaje de 11 o más alto se incluirá en el inventario de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos como de alta prioridad.

Equipos con un puntaje entre 10 y 5 podrán incluirse en el inventario de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos como de prioridad media.

Equipos con un puntaje menor o igual de 4 se incluirán en el inventario de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos como de baja prioridad.⁴⁴

Calculo de nivel de prioridad a equipos biomédicos. A continuación procedemos a calcular el nivel de prioridad de los equipos biomédicos:

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Máquinas de Anestesia*.

$$Pi = F+C+M$$

$$Pi = 9+5+5$$

$$\mathbf{Pi = 19}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Electrobisturí*.

$$Pi = F+C+M$$

$$Pi = 9+5+5$$

$$\mathbf{Pi = 19}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Desfibrilador*.

$$Pi = F+C+M$$

$$Pi = 9+5+5$$

$$\mathbf{Pi = 19}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Ventilador*.

$$Pi = F+C+M$$

$$Pi = 9+5+5$$

$$\mathbf{Pi = 19}$$

⁴⁴ MANTENIMIENTO PREVENTIVO e inspecciones (IPM) y nivel de prioridad, [en línea], [Consultado 13 junio 2013], disponible en: <<http://es.slideshare.net/ricknag/mantenimiento-preventivo-e-inspecciones-ipm-y-nivel-de-prioridad-pi>>

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Monitor de Signos Vitales*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+2+3$$

$$\underline{P_i = 13}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Electrocardiógrafo*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+2+3$$

$$\underline{P_i = 13}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Autoclave*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 9+4+5$$

$$\underline{P_i = 18}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Generador Arco en C*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+2+3$$

$$\underline{P_i = 13}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Lámpara Cielítica*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+1+1$$

$$\underline{P_i = 10}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Pulsioxímetro*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+2+3$$

$$\underline{P_i = 13}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Succionador*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 9+2+3$$

$$\underline{P_i = 14}$$

Calculo de nivel de prioridad de mantenimiento para *Capnógrafo*.

$$P_i = F+C+M$$

$$P_i = 8+2+5$$

$$\underline{P_i = 15}$$

Los resultados anteriores permiten deducir que la mayoría de equipos presentan un nivel de prioridad de mantenimiento alto, esto implica apoyar a ingeniería hospitalaria con métodos que permitan mejorar y prestar un servicio de mantenimiento más dedicado hacia estos equipos.

También es importante tener en cuenta que los equipos se clasifican según el tipo de riesgo que presenta y se clasifica para Clase I bajo riesgo, Clase IIA riesgo moderado, Clase IIB alto riesgo y Clase III muy alto riesgo. En la siguiente tabla se identifican los equipos biomédicos según su tipo de riesgo:

Tabla 24. Clasificación de riesgo para equipos biomédicos.

Equipo	Riesgo
ANALIZADOR DE GASES ANESTESICOS	CLASE I
AUTOCLAVE	CLASE IIB
BAÑO MARIA	CLASE I
CAMA ELECTRICA	CLASE I
CAPNOGRAFO	CLASE IIB
DESFIBRILADOR	CLASE III
DOPLER FETAL	CLASE I
ELECTROBISTURI	CLASE IIB
ELECTROCARDIOGRAFO	CLASE IIB
LAMPARA CIELITICA	CLASE I
MAQUINA DE ANESTESIA	CLASE III
MESA DE CIRUGIA ELÉCTRICA	CLASE I
MONITOR SIGNOS VITALES	CLASE IIB
NEGATOSCOPIO	CLASE I
PULSIOXIMETRO	CLASE IIB
SUCCIONADOR	CLASE IIB
VENTILADOR	CLASE IIB

Fuente: El presente estudio

De lo anterior es claro deducir que la mayoría de estos equipos biomédicos requieren de un control, inspección y tratamiento más dedicado desde el punto de vista del mantenimiento según su riesgo y prioridad de mantenimiento, pues la mayoría de equipos son de riesgo alto o muy alto riesgo.

5.6.2 Estudio de acciones predictivas y componentes a reemplazarse. Es un punto de estudio muy importante que para obtener resultados más eficientes se orienta a trabajar con puntos de inspección y reemplazo de componentes contenidos en los programas de mantenimiento recomendados directamente por el fabricante, donde se hace necesario investigar la información directamente desde los manuales de servicio y de operación de cada equipo. Para este procedimiento es importante la prioridad de mantenimiento y riesgo de cada equipo biomédico anteriormente descritos.

Se inicia por investigar y adquirir tanto manuales de servicio como manuales de operación de la mayoría de equipos biomédicos correspondientes a cirugía y urgencias, esto es requerido por que se encuentra que en ingeniería hospitalaria la mayoría de los equipos carecen de esta documentación sobre todo de manuales

de servicio. Luego de una investigación rigurosa los manuales son adquiridos en formato PDF desde la web, entre los principales medios encontramos el portal en internet *Frank's Hospital Workshop*, el portal está abierto al público para brindar información muy completa respecto al área de electromedicina y una vasta base de datos en manuales de servicio y operación para equipos biomédicos.

Los manuales de servicio y de operación investigados se organizan y se hace entrega al jefe de ingeniería hospitalaria para archivarse en medio magnético formato PDF. Siendo un gran apoyo de guía y soporte al personal operativo que permite respaldar sus procesos de mantenimiento biomédico, en especial durante el cambio de un componente ya que en este documento el fabricante describirá el procedimiento y pasos precisos a seguir durante el remplazo. A continuación se muestra un ejemplo del programa de mantenimiento recomendado por el fabricante, información extraída directamente del manual de servicio de una máquina de anestesia:

Figura 95. Plan de mantenimiento para máquina de anestesia DATEX OHMEDA.

5.1 Aespire Planned Maintenance

Serial Number:	Date: (YY/MM/DD) / /
Hospital:	Performed by:
<input type="checkbox"/> 12 months <input type="checkbox"/> 24 month	<input type="checkbox"/> _____

5.1.1 Every twelve (12) months Perform the following steps every 12 months.

Machine Parts Replacement **Refer to the listed section in this manual.** Perform the following step:

Replace the vaporizer port o-rings (*Section 4.10.1*) (Kit Stock Number 1102-3016-000)

Machine Checks and Tests **Refer to the Aespire User's Reference Manual, Part 2.**
Perform the following steps:

1. User maintenance listed below. Including disassembly, inspection, cleaning and parts replacement as required (*Section 3 and Section 2*).

- AGSS Maintenance:
 - Empty any condensate from the reservoir (disposable item).
 - Inspect air brake for occlusion.
 - Inspect, clean or replace filter on active AGSS.
- Breathing Circuit Maintenance
- Bellows Assembly Maintenance
- Bellows Assembly Tests
- O₂ Sensor Calibration
- Flow Sensor Calibration

Refer to listed sections in this manual.
Perform the following steps:

2. Inspect the system (*Section 3.1*)

3. Pipeline and cylinder tests (*Section 3.2*)

4. Flow control and pressure relief tests (*Section 3.3*)

5. Vaporizer back pressure test (*Section 3.4*)

6. Low-pressure leak test (*Section 3.5*)

Fuente: DATEX OHMEDA AESPIRE. manual de servicio máquina de anestesia /5 sección 5.1.

Figura 96. Programa de reemplazos periódicos para electrocardiógrafo NIHON KODEN CARDIOFAX.

9. MANTENIMIENTO Y PRUEBA DEL SISTEMA

Programa de Reemplazos Periódicos	
Para mantener el rendimiento del cardiógrafo, se deben cambiar periódicamente los siguientes repuestos por el personal de servicio especializado.	
Batería incorporada	Después de un año
Cuando la batería se deteriora, su tiempo de duración es menor de 30 minutos después de 6 horas de carga. Reemplace la batería por una nueva.	
LCD (pantalla)	Después de 15,000 horas
Cuando el LCD se deteriora, la pantalla se vuelve oscura. El tiempo de vida arriba indicado es cuando el brillo se reduce a la mitad desde el inicio.	
Batería de lithium con RTC incorporado	Después de 7 años
Esta batería mantiene la configuración del sistema y el reloj del sistema. Cuando la energía de la batería está baja, la hora se registra en forma inexacta y los ajustes de la configuración del sistema regresan a los ajustes de la configuración de fábrica por defecto.	
Cabezal térmico	Después de 50 km de registro continuo
Cuando el cabezal térmico se agota, la densidad del registro se debilita debido a los puntos perdidos.	
Motor para correr el papel	Después de 1,000 horas de operación continua
Cuando el motor se agota, el papel de registro puede correr sin uniformidad o con velocidad inestable.	
Para la inspección y reemplazo de las partes arriba indicadas, consulte con su distribuidor NK.	

Fuente: DATEX OHMEDA AESPIRE. manual de servicio máquina de anestesia /5 sección 5.1.

Una vez culminada la investigación y adquisición de los manuales, el siguiente estudio se orienta hacia dos puntos de información para investigar en los manuales; los programas periódicos de reemplazo directamente para trabajar con el reemplazo componentes y el otro punto para trabajar con acciones periódicas a ejecutarse como calibraciones, ajustes de módulos o de todo el equipo, tomando como soporte las recomendaciones de fabricante.

Se diseña un programa de reemplazos periódicos donde el fabricante recomienda ejecutar el cambio cierto componente o una acción, esto se controla mediante el manejo de fechas previamente estudiadas que se toman como acciones predictivas para realizarse sobre el equipo en cuestión. En el programa se contiene información tanto de los componentes a reemplazar para cada equipo como acciones predictivas a ejecutarse periódicamente.

El programa de reemplazos periódicos contiene información tal como descripción del equipo, nombre del componente, la referencia y la frecuencia de cambio. Todo este estudio se resume en el programa de reemplazos periódicos (ver Anexo D), el cual es entregado en formato PDF al jefe de ingeniería hospitalaria para proceder

a archivar y quede como soporte fundamental del proceso de mantenimiento biomédico predictivo además para trabajar sistemáticamente más adelante con el software. También es muy importante el estudio de la referencia del componente ya que esto permitirá que los componentes o repuestos a ser reemplazados sean originales y pueden ser adquiridos a través de un proveedor o distribuidor autorizado por cada marca.

Una vez diseñado el programa de reemplazos periódicos se plantea desarrollar una herramienta para sistematizar todos los estudios realizados y trabajar con fechas futuras de reemplazo de un componente o acciones predictivas a ejecutarse en un equipo biomédico, para finalmente lograr un proceso de mantenimiento predictivo más viable.

5.6.3 Desarrollo del software para determinar fechas futuras de reemplazo o acción predictiva. Una vez realizados los estudios previos y anteriormente descritos, se procede a desarrollar una herramienta sistemática que permitirá adecuar y trabajar con el proceso de predicción. Se inicia por plantar una base principal de trabajo para el software, que expuesto desde una perspectiva global el software debe ser capaz de calcular y entregar fechas futuras de predicción para ejecutar una acción predictiva o reemplazo de un componente, tomando como base una fecha inicial y una frecuencia de mantenimiento para integrar en la dinámica de trabajo el programa de reemplazos periódicos.

Inicialmente se decide por buscar la plataforma de programación que permita trabajar de la manera más adecuada y eficaz con el manejo y administración de fechas y calendarios. Se inicia por estudiar la poderosa herramienta de cálculo y programación muy utilizada en ingeniería MATLAB y su interface gráfica GUIDE, que para trabajar con fechas requiere de un desarrollo más dedicado y extenso. Se opta por buscar otro entorno de desarrollo como es NETBEANS IDE ideal para trabajar con lenguaje de programación Java, este entorno de desarrollo cuenta con una herramienta llamada jcalendar, esta librería permite mediante objetos trabajar e integrar fechas y calendarios configurados en el ordenador, herramienta ideal que se toma para desarrollar las ideas de predicción en este proyecto.

En este trabajo se explicara la estructura funcional y desarrollo general del software para la adecuación con el proceso de mantenimiento predictivo, no se profundizara en el código fuente del mismo.

Para el diseño del software es muy importante tener presente que se trabajara con programas de mantenimiento programados y recomendados directamente por el fabricante. Donde puede ir incluida cualquier actividad de mantenimiento como un cambio de un componente, reemplazo de todo un kit o incluso la calibración de un módulo o del equipo. El diseño del software se inicializa analizando todos los requerimientos y funcionalidades de trabajo que van a caracterizar a este software como tal. Se elabora un diagrama funcional para el software de mantenimiento

predictivo como una forma más clara de comprender la arquitectura funcional y su sistema de trabajo (ver Anexo E).

Las plataformas utilizadas para el desarrollo de este software son open source o de código abierto, además para lenguaje de programación Java existe gran cantidad de información disponible que permite iniciar con el desarrollo. A continuación vamos a conocer brevemente las herramientas utilizadas para este trabajo:

Java: Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarán a menos que tenga Java instalado y cada día se crean más. Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes.⁴⁵

NetBeans: Es un proyecto exitoso de código abierto con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios (¡y creciendo!) en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos.

NetBeans IDE es un entorno de desarrollo, una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.⁴⁶

SQL: (Structured query language), lenguaje de consulta estructurado, es un lenguaje surgido de un proyecto de investigación de IBM para el acceso a bases de datos relacionales. Actualmente se ha convertido en un estándar de lenguaje de bases de datos, y la mayoría de los sistemas de bases de datos lo soportan, desde sistemas para ordenadores personales, hasta grandes ordenadores.⁴⁷

Firebird: es un sistema de administración de base de datos relacional (o RDBMS) (Lenguaje consultas: SQL), de código abierto deriva del código fuente de interbase versión 6, es estable, es potente, es veloz, el tamaño de su instalador es muy bajo en comparación a otros motores de bases de datos, tiene un gran desempeño.

⁴⁵ JAVA, [Consultado 15 agosto 2014], Disponible en: <http://www.java.com/es/download/faq/what_is_java.xml>

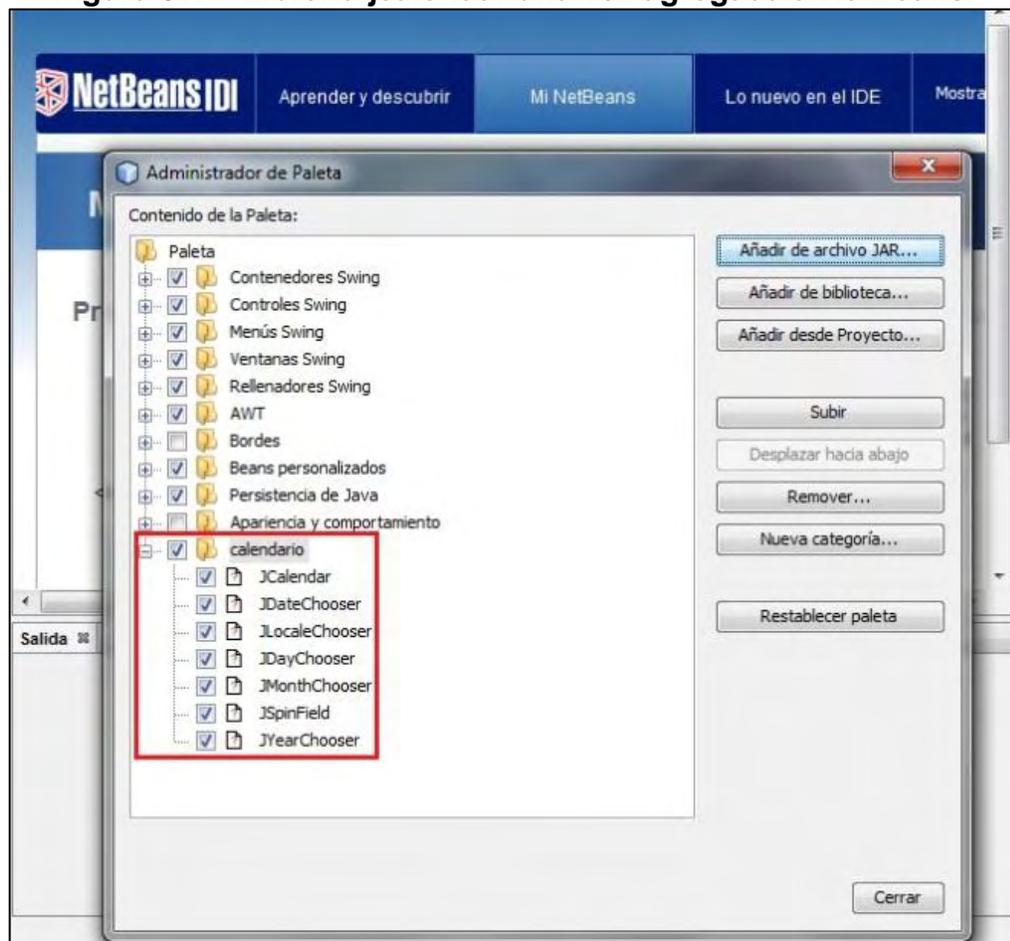
⁴⁶ NETBEANS, [Consultado 15 agosto 2014], Disponible en: <https://netbeans.org/index_es.html>

⁴⁷ SQL, [Consultado 15 agosto 2014], Disponible en: <http://www.aulaclie.es/sql/t_1_1.htm>

Tiene instalación sencilla sin necesidad de configuración adicional, firebird tiene soporte para funciones externas UDF (funciones definidas por el usuario) para consultas sql.⁴⁸

Una vez descargado e instalado NetBeans es necesario agregar la librería del paquete de jcalendar, ya que por defecto el entorno de desarrollo NetBeans no tienen integrada esta herramienta en su ventana de paleta, es necesario descargar alternativamente el paquete jcalendar como archivo .JAR (Java ARchive) propio de aplicaciones para lenguaje en java. Ya obtenido este archivo se procede a integrarse en el entorno de desarrollo creando una nueva categoría y agregando el archivo jcalendar.JAR desde la pestaña herramientas en el administrador de paleta de NetBeans. En la siguiente figura se observa el archivo una vez agregado:

Figura 97. Librería jcalendar una vez agregada a NetBeans.



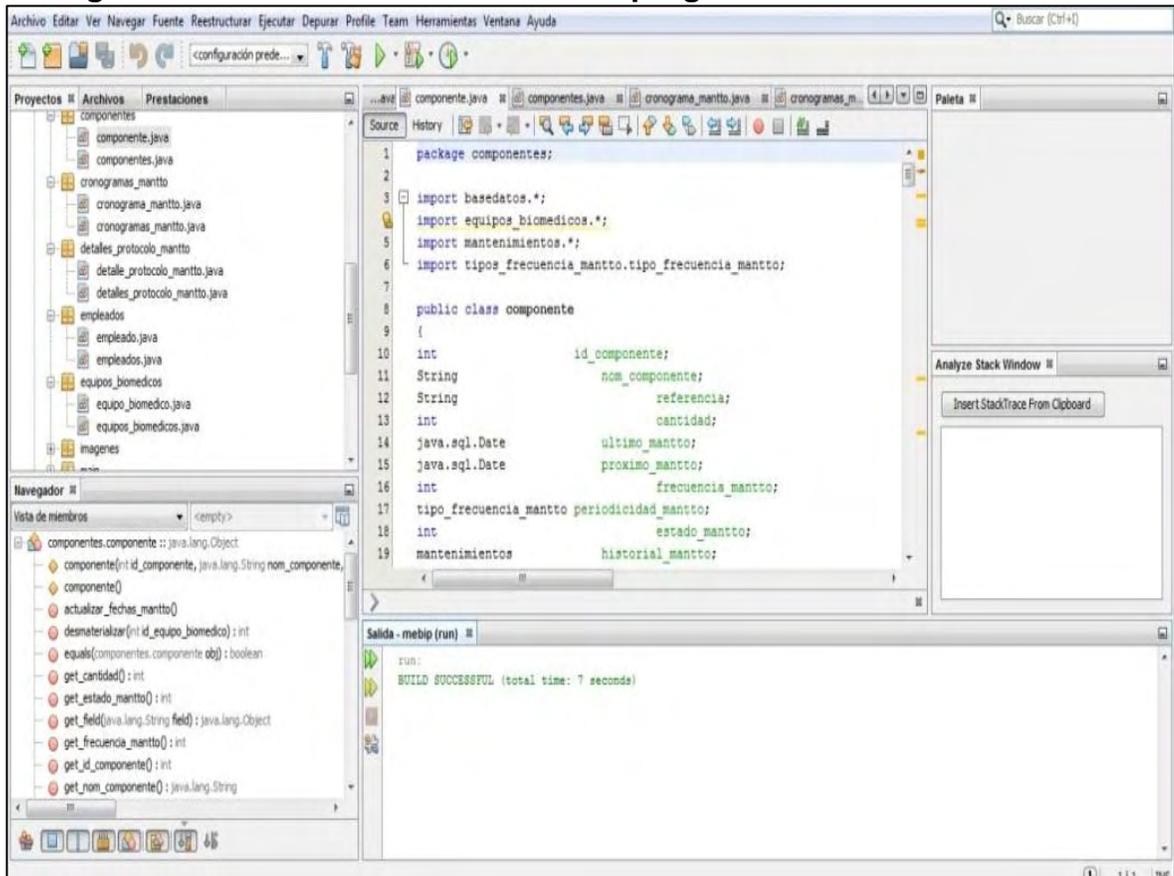
Fuente: El presente estudio

⁴⁸ FIREBIRD MANUAL, [Consultado 28 jul 2014], Disponible en: <<http://firebirdmanual.com/firebird/es/firebird-manual/2/-que-es-firebird-/8>>

También se agrega al entorno de desarrollo otro archivo Autocompletar.JAR que más adelante será una herramienta de apoyo para realizar búsquedas. Para dar un manejo más claro y preciso al desarrollo del programa se toma la decisión de nombrar al software como MEBIP (por sus siglas *mantenimiento de Equipo Biomédico Predictivo*), término que se manejara en adelante.

Para el diseño de la interface gráfica de usuario y desarrollo se hace uso del entorno de desarrollo de programación Netbeans IDE 7.4 donde se desarrolla las diferentes vistas o pantallas que conforman el software mebib, para el programa se desarrollan 9 vistas o pantallas que permiten trabajar de forma muy versátil con la información requerida para ejecutar predicción de mantenimiento biomédico, también se cuenta con una imagen en formato .jpg del hospital civil de Ipiales utilizada en la pantalla de inicio. En la siguiente figura es claro observar el entorno de desarrollo Netbeans IDE 7.4.

Figura 98. Entorno de desarrollo de programación NetBeans IDE 7.4.

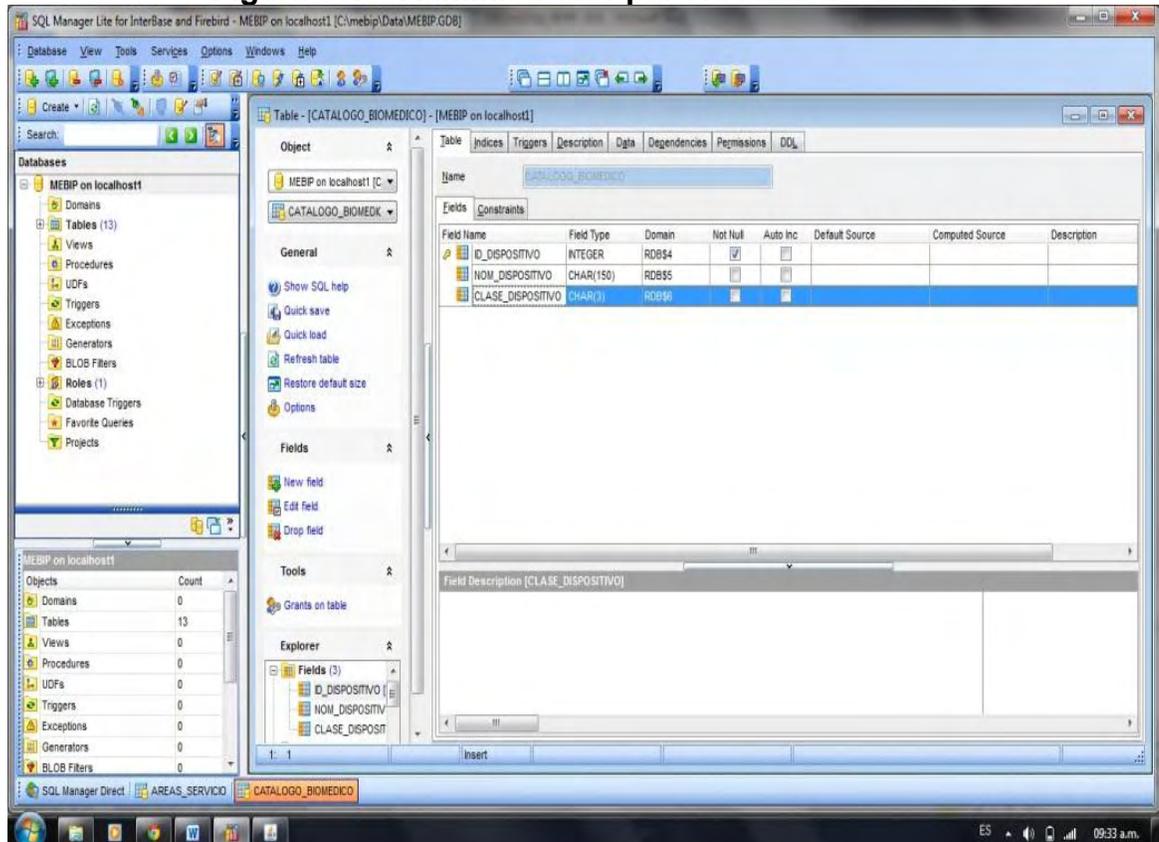


Fuente: El presente estudio

Una vez instalado firebird en el servidor local, Para crear y administrar las tablas de bases de datos en sql, se utiliza una herramienta llamada “SQL Manager Lite for InterBase & Firebird” en su versión freeware (de distribución libre o gratuita por el

propietario), que desde su pestaña créate database procedemos a crearla y registrarse en un local host (servidor local). En la siguiente figura se muestra el sistema de administración de bases de datos.

Figura 99. Administrador para la base de datos.



Fuente: El presente estudio

5.6.4 Adecuación de información y desempeño del software mebip. Se procede a adecuar la información contenida en el programa de reemplazos periódicos (Ver Anexo D) previamente estudiado con el software mebip, en la pantalla inicial el software pide ingresar un equipo o realizar una búsqueda de un equipo previamente introducido a la base de datos para ser editado. La pantalla de inicio consta de tres pestañas iniciales que son:

Archivo: que al seleccionar se encontrara un botón salir.

Configuración: donde permite configurar la información y características del equipo desde el botón Equipos Biomédicos. También el ingreso de información del personal de mantenimiento desde el botón de su mismo nombre.

Mantenimiento: pestaña para ingresar a administrar los cronogramas de mantenimiento y control de los mantenimientos diariamente.

En la siguiente figura se muestra la pantalla inicial del software mebip y la dinámica de su interface gráfica.

Figura 100. Pantalla de inicio del software mebip.



Fuente: El presente estudio

Para el caso de ingreso de un nuevo equipo al sistema, se selecciona el botón *Registro de Equipo Biomédico* que se despliega desde la pestaña configuración en la pantalla de inicio como se observa en la figura 100, una vez seleccionada la opción registro de equipo biomédico, en seguida se desplegará la pantalla para registrar un equipo, donde se proceder a introducir información del equipo tal como: Marca, modelo, serial, área de servicio. En la figura 101 se muestra la pantalla característica para proceder con el registro de información de un equipo biomédico:

Figura 101. Pantalla para registro de equipo biomédico.

IDENTIFICACION DEL EQUIPO BIOMEDICO

Codigo interno: 0

Fec. Instalacion	Garantia Expira	Estado
01/06/2014	01/06/2014	Apto para su uso

Equipo:

No. Serie:
 Modelo:
 Marca: NINGUNO
 Area de Servicio: NINGUNO

Frecuencia de inspeccion	Ultima Revision	Proxima revision
0	01/06/2014	01/06/2014

ACCION PREDICTIVA O COMPONENTES A REEMPLAZAR

Codigo	Referencia	Descripcion	Manten.

Buttons: +, -, Nuevo, Registrar, Salir

Fuente: El presente estudio

En la parte inferior de la pantalla de registro de equipo biomédico se observa dos botones que permiten agregar o quitar una acción predictiva o componente a reemplazar en el equipo biomédico en cuestión. El botón con signo menos (-) permite eliminar un componente y el botón con signo más (+) que al seleccionarse despliega la pantalla para agregar el nuevo componente, esta permite ingresar la información del componente contenida en el programa de reemplazos periódicos como se muestra en la siguiente figura.

Figura 102. Pagina para agregar nuevo componente.

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE

Referencia	Codigo interno:	Ultima inspeccion
1102-3016-000	1	20/06/2014
Componente		
KIT DE O-RING EN VAPORIZADORES		
Frecuencia de inspeccion	Fec. mantenimineto	
12 MES(ES)	20/06/2015	

Nuevo Registrar Salir

Fuente: El presente estudio

Una vez ingresada la información del nuevo componente seleccionamos el botón registrar para sistematizase en el software mebip que inmediatamente registra y calcula las fechas futuras de inspección del equipo donde se realizara la acción predictiva o el cambio de un componente, esto se observa en la siguiente figura sobresaltado en el recuadro rojo.

Figura 103. Acciones predictivas o cambio de componentes desde el software mebip.

Registro Equipo Biomedico

IDENTIFICACION DEL EQUIPO BIOMEDICO

Codigo interno: 29

Fec. Instalacion: 27/01/2015 | Garantia Expira: 27/01/2015 | Estado: APTO PARA USO

Equipo: MAQUINA DE ANESTESIA

No. Serie: AMXJ01200 | Modelo: AESPIRE/S

Marca: DATEX-OMEDA | Area de Servicio: CIRUGIA

Frecuencia de inspeccion: 5 MES(ES) | Ultima Revision: 27/01/2015 | Proxima revision: 27/06/2015

Codigo	Referencia	Descripcion	Manten.
23	1102-3016-000	KIT DE O-RING EN VAPORIZADORES	28/12/2015
24	CALIBRACION	SENSOR DE O2	27/01/2016
25	CALIBRACION	SENSOR DE FLUJO	27/01/2016

Nuevo Registrar Salir

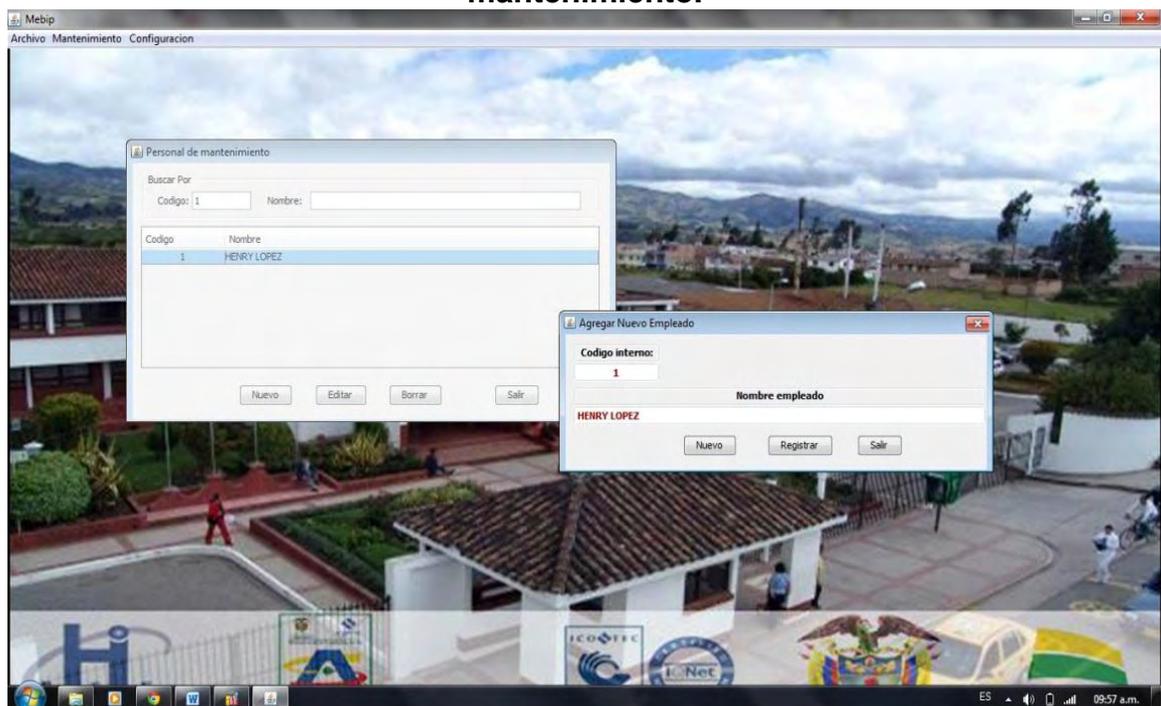
Fuente: El presente estudio

En el recuadro rojo de la figura anterior es claro visualizar que el software mebip entrega las acciones predictivas o reemplazo de un componente con su respectiva referencia y la fecha futura para inspeccionar el equipo, donde se ejecutara las pertinentes acciones por parte del personal de mantenimiento, de esta manera se puede concluir que el sistema está funcionando correctamente.

Las fechas iniciales para reemplazo del componente se tomaran de varios puntos: la fecha de puesta en funcionamiento el equipo dato investigado y anexado en la ficha técnica de cada equipo. En caso de que un equipo que ya se encuentra funcionando la fecha inicial predictiva se extrae del reporte de servicio la fecha del último cambio realizada al componente. Si es el caso de un equipo nuevo el conteo inicial de fecha predictiva se realizara desde el día de puesta en funcionamiento del mismo en la institución. Si es el caso que el equipo fallo y fue necesario realizar mantenimiento correctivo, el ingreso de la fecha en el software se toma cuando el equipo se reanuda al servicio.

A continuación también se muestra las pantallas para el manejo de personal de mantenimiento y para la administración de cronogramas de mantenimiento.

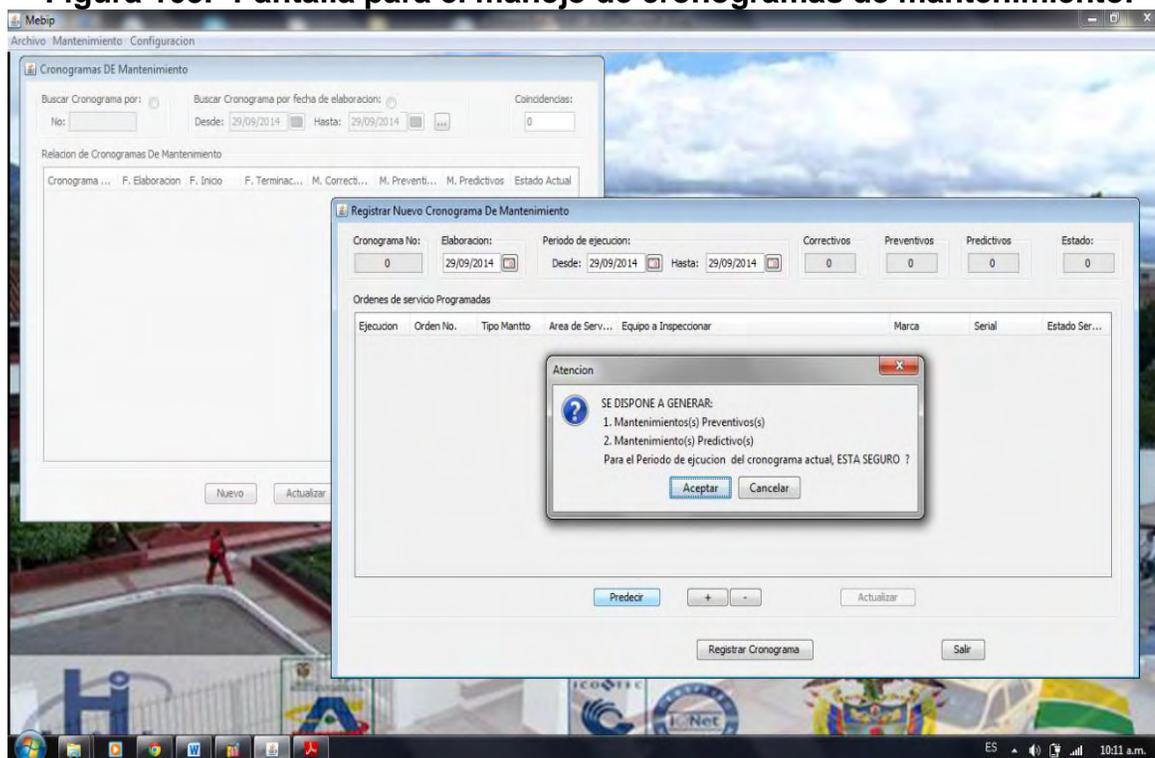
Figura 104. Pantalla para manejo de información del personal de mantenimiento.



Fuente: El presente estudio

El personal de mantenimiento se maneja cuando se vayan a generar los reportes de mantenimiento donde el programa solicitara quien fue el encargo de ejecutar el mantenimiento.

Figura 105. Pantalla para el manejo de cronogramas de mantenimiento.



Fuente: El presente estudio

El cronograma de mantenimiento permite llevar un control de mantenimiento diario, es decir desde el botón predecir se puede ejecutar consultas de acciones de mantenimiento preventivo o predictivo que se deben realizar en el día generado.

5.7 SOCIALIZACIÓN DE LAS NUEVAS METODOLOGÍAS Y MANEJO DE LA INTERFACE DEL SOFTWARE AL PERSONAL DE INGENIERÍA HOSPITALARIA.

Se reúne al personal de ingeniería hospitalaria que se verá involucrado para dar a conocer conceptos que se deben manejar para trabajar con las metodologías de apoyo desarrolladas en este proyecto. Se trata de los protocolos de mantenimiento biomédico implementados en los procesos de ingeniería hospitalaria, dando a conocer las claras ventajas que presentan al momento de realizar las acciones de mantenimiento, dejando claro que los formatos para protocolos de mantenimiento están diseñados para equipos de las áreas tratadas en este trabajo, pero también se podrán utilizar en equipos de la misma clase de otras áreas ya que están diseñados de forma amplia y general. También se trata de las guías para procedimientos de mantenimiento preventivo, donde se deja en claro que la información contenida en las guías es un enfoque de tareas mínimas generales que se deben realizar durante la intervención al equipo, de esta manera

claramente se podrán usar de la misma manera q los formatos para protocolos de mantenimiento.

Se da a conocer que para este proceso de mantenimiento predictivo es necesario e importante investigar y adquirir los manuales de servicio y operación de los equipos que corresponden a cirugía y urgencias de la gran mayoría haciendo una investigación minuciosa en la red de internet, además que todos los manuales adquiridos quedan a disposición y servicio por quien sea requerido en mantenimiento, estos quedan archivados en medio digital.

Para el manejo del software mebip se explica y trabaja directamente con ejemplos claros y precisos de cómo trabajar con esta plataforma, donde se explica cada una de las herramientas de la interface gráfica y el manejo funcional y del sistema del software, esto se realiza trabajando con la información de algunos equipos y mostrando el procedimiento de ingreso paso a paso hasta obtener el resultado final del trabajo sistemático de todo el estudio. Se deja claro que es muy importante tener en cuenta el programa de reemplazos periódicos ya que es una base fundamental para el desarrollo del proceso de predicción biomédica.

Un punto muy importante que se debe aclarar al personal presente es que mediante este proceso sistemático también se pueden realizar fechas futuras de cambios de componentes o acciones predictivas basadas en la experiencia laboral del personal capacitado de mantenimiento, además que el software también podrá trabajar con equipos de otras áreas de ser requerido, es decir no queda limitado a las áreas de estudio para este proyecto (ver Anexo F).

CONCLUSIONES

La implementación de nuevas metodologías para el apoyo y mejoramiento de los procesos de mantenimiento se orientan a disminuir la inactividad y los tiempos muertos del equipamiento biomédico a causa de fallas, así también prolongar el buen funcionamiento y la vida útil del equipo. Permitiendo ejecutar las actividades de mantenimiento de una manera más eficiente.

Para áreas como cirugía y urgencias el mantenimiento biomédico y el constante mejoramiento de sus procesos juega un papel muy importante, ya que los equipos que trabajan en estos servicios son sistemas complejos y por ende requieren de un cuidado más dedicado con metodologías para su optimización.

El desarrollo de actividades de mantenimiento biomédico directamente con los equipos en el Hospital Civil de Ipiales E.S.E, permite adquirir conocimiento más amplio respecto a este campo de acción y un mejor análisis de factores de desempeño que presentan los equipos así también como su funcionamiento, mantenimiento y fallas.

El proceso de mantenimiento predictivo resulta de gran apoyo y soporte al área de ingeniería hospitalaria, mejorando las prácticas del mantenimiento biomédico para que el desempeño y rendimiento de los equipos resulte más eficiente y a su vez disminuyendo aquellos eventos adversos que se pueden presentar durante su funcionalidad.

El diseño de los protocolos para mantenimiento biomédico son un respaldo profesional que permiten trabajar con los procesos de mantenimiento de manera más ordenada y precisa, el soporte y apoyo hacia el personal operativo es muy significativo para que el trabajo realizado sea más eficiente durante el proceso de mantenimiento de equipos biomédicos.

Es importante mantener en constante actualización la información de la ficha técnica y hoja de vida de los equipos, además trabajar esta información de manera sistematizada es crucial para que los procesos de mantenimiento se manejen de manera más ordenada y eficiente.

La implementación de tecnologías nuevas como es el caso de lámparas celiáticas de tecnología led presenta ventajas en comparación a lámparas de tecnología alógena ya que los costos de operación y mantenimiento durante el periodo de vida útil de un sistema de iluminación con tecnología led son comparativamente menores a los generados por la tecnología alógena.

Durante las auditorias programadas internamente por el Hospital Civil de Ipiales es importante presentar constantes mejoras en sus procesos, desde ingeniería hospitalaria la actualización y sistematización de la ficha técnica de los equipos así

como también el diseño de protocolos para mantenimiento son presentados como mejoras muy significativas de este proceso. Más adelante también se prevé presentar estos avances ante las auditorías de certificación y acreditación de la institución reguladas por el ICONTEC.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al jefe de ingeniería hospitalaria considerar el estudio de la viabilidad para implementar el proceso de mantenimiento predictivo en otras áreas de vital importancia del Hospital civil de Ipiales E.S.E tomando como base, el estudio realizado en este trabajo.

Es muy importante tener como un referente de apoyo para los procesos de mantenimiento los manuales de servicio y operación, ya que esta documentación le brinda al personal encargado del mantenimiento biomédico acciones precisas correctivas o preventivas que permiten solucionar fallas o mal funcionamiento de los sistemas biomédicos. Tener en cuenta los despieces y planos eléctricos presentes en la mayoría de manuales.

Se recomienda ampliar el estudio predictivo tomando como referente la experiencia del personal capacitado de ingeniería hospitalaria como punto alternativo de inspección para ejecutar futuras actividades de mantenimiento periódicamente e implementarse en el programa de mantenimiento predictivo.

Se recomienda a la institución respecto de todos los componentes o repuestos a ser remplazados en el programa de mantenimiento predictivo sean adquiridos a través de un proveedor o distribuidor autorizado por cada marca manejando la referencia para el reemplazo de un componente original, permitiendo un funcionamiento más óptimo del equipo.

BIBLIOGRAFIA

CENETEC, Guía tecnológica No17, Electrocardiógrafo, [en línea], [Consultado 28 julio 2014], Disponible en: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/17gt_electrocardiografos.pdf>

COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 100 de 1993. [en línea], [Consultado 25 junio .2014], Disponible en: <http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1993/ley_0100_1993_pr005.html#189>

COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.icontec.org/index.php/gu/nuestra-compania/nuestra-compania/nuestra-historia>>

COLOMBIA, INVIMA, [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <https://www.invima.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=2377&Itemid=1900>

COLOMBIA, MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Decreto N° 4725 de 2005.

COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1769 de 1994. Bogotá: Diario Oficial No. 41.477, del 5 de agosto de 1994.

COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Resolución 434 de 2001. [en línea], [Consultado 15 agosto 2014], Disponible en: <http://web.invima.gov.co/portal/documents/portal/documents/root/resolucion_434_2001.pdf>

ECURED, Mesa Quirúrgica, ([en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Mesa_Quir%C3%BArgica>

EL HOSPITAL, Monitores para múltiples gases medicinales anestésicos y respiratorios, 2010. [En línea]. [Consultado 24 jul 2014], Disponible en: <<http://www.elhospital.com/temas/Monitores-para-multiples-gases-medicinales-anesteticos-y-respiratorios+8058705?pagina=1>>

HOSPITAL CIVIL DE IPIALES E.S.E. Página principal. [en línea]. [Consultado 20 julio. 2013]. Disponible en:<<http://www.hospitalcivilese.gov.co/index.php/nuestra-empresa>>

INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO, Vaporizadores Anestésicos, [en línea], [Consultado 29 julio 2014], disponible en:<<http://biomedica.webcindario.com/Vaporizadores.htm>>

MANUAL DEL USUARIO, bisturí electrónico MTR, [En línea],[Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsproductos/manual_usuario_electro_bistur__.pdf>

MASELECTROMEDICINA, Ventilación Mecánica, [en línea], [Consultado 02 Agosto 2014], Disponible en: <<http://ventilacionmecanica.maselectromedicina.com/ventmec2.htm>>

MEDELA. Succión Quirúrgica, [en línea], [Consultado 30 julio 2014], Disponible en: <<http://www.medela.com/LM/es/healthcare/products/surgical-suction.html>>

MEDITECH, Fetal Heart Rate Doppler, [En línea], [Consultado 25 julio 2014], disponible en: <http://www.meditech.cn/meditech-edu/Fetal_doppler.asp>

MUÑOZ SALAZAR, Karent Eliana. Manual de protocolos de mantenimiento de equipo biomédico para el Hospital Susana López de valencia E.S.E, [en línea], Disponible en: <<http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/311/1/T0003307.pdf>>

NACIONES UNIDAS, OPS. Centro de información. [En línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.cinu.org.mx/onu/estructura/mexico/org/ops.htm>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Acerca de la OMS. [en línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <<http://www.who.int/about/es/>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Introducción al programa de equipos médicos. ([en línea], [Consultado 10 agosto 2014], disponible en: <http://whq.libdoc.who.int/publications/2012/9789243501536_spa.pdf>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.panalimentos.org/rilaa/e/docs/e/MANTEQLABORATORIO.pdf>>

REOCITES. [en línea], [Consultado 24 julio 2014], disponible en: <<http://www.reocities.com/madisonavenue/4364/autocl02.html>>

WIKIPEDIA.ORG. International Standards Organization. [En línea], [Consultado 15 Agosto 2014], Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Internacional_de_Normalizaci%C3%B3n>

ANEXOS

Anexo A. Ficha técnica actualizada versión 5.

Ficha técnica de equipos biomédicos versión 5, Ingeniería Hospitalaria, Hospital Civil de Ipiales E.S.E.

 HOSPITAL CIVIL DE IPIALES	FICHA TECNICA DE EQUIPOS	FT-002	
		Versión: 5	Vigencia 05/08/11

1. REGISTRO HISTORICO			
NOMBRE GENERICO			
DESCRIPCION			
MARCA		No ACTIVO	
MODELO		REFERENCIA	
Nº SERIE		CODIGO	

2. CLASIFICACION							
BIOMEDICA	PREVENCIÓN	DIAGNOSTICO	TRATAMIENTO	REHABILITACION	MANT. VIDA	LABORATORIO	
EQUIPO	PLANTA ELECTRICA		CALDERA		ESTERILIZACION		
INDUSTRIAL	TRATAMIENTO DE AGUA		REFRIGERACION		AIRE ACONDICIONADO		
HOSPITALARIO	LAVANDERIA		OTRO				
RIESGO	CLASE I		CLASE IIA		CLASE IIB		CLASE III
USO	MEDICO		BASICO		APOYO		

3. UBICACIÓN	
AREA	SERVICIO O AMBIENTE

4. REGISTRO TECNICO							
Fuente de alimentación				Especificaciones Técnicas de Operación			
Electricidad	Agua	Vapcr		Voltaje Min		Temperatura	
Energía solar	Aire			Voltaje Max		Velocidad RPM	
Der. Petroleo	Gas			Corriente Min		Presion	
Tecnología Predominante				Corriente Max		Paso	
Electrico	Electronico	X	Hidraulico	Potencia		Capacidad	
Mecanico	Neumatico		Vapcr	Frecuencia			

5. REGISTRO DE APOYO TECNICO							
PLANOS	Electricos		Electronicos		Hidraulicos		Neumaticos
MANUAL DE OPERACIÓN	SI		NO				Despieces
MANUAL DE SERVICIO	SI		NO				

6. MANTENIMIENTO			
TIPO DE MANTENIMIENTO			OBSERVACIONES:
INTERNO	COMODATO		
EXTERNO	GARANTIA	OTRO	
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO (MESES)			

7. ADQUISICIÓN			
FORMA DE ADQUISICIÓN			AÑO DE FABRICACION
COMPRA DIRECTA	COMODATO		FECHA DE COMPRA
DONACION	HOSPITALARIA		DIA: MES: AÑO:

8. DATOS DEL PROVEEDOR
EMPRESA
DIRECCION
TELEFONOS
E-MAIL Y/O PAG WEB

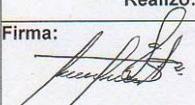
9. FECHA DE INSTALACION O PUESTA EN FUNCIONAMIENTO		
DIA:	MES:	AÑO:

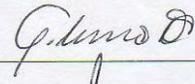
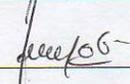
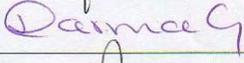
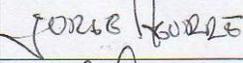
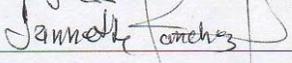
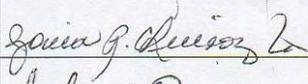
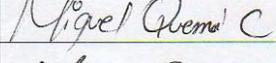
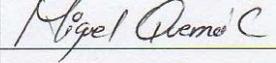
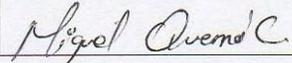
10. RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE

Anexo B. Reporte de entrega de información actualizada en cada servicio de la institución.

Registro de entrega de documentación actualizada.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS	ENTREGA DE DOCUMENTOS	FO-000	
		Versión: 0	Vigencia 25/00 00

Documentos Entregados:	Entrega ficha técnica de Equipos biomédicos FT-002
Fecha de Entrega:	05 de Septiembre de 2012
Responsable de Entrega:	Jaime Ortega Olave.
Cargo:	P.U de Ingeniería Hospitalaria
Realizo:	Ingeniero Electrónico Pasante HENRY EDUARDO LOPEZ
Firma:  DR JAIME ORTEGA OLAVE	Firma:  ING HENRY EDUARDO LOPEZ

No	PROCESO	FIRMA
1	CIRUGIA	
2	URGENCIAS	
3	QUIRURGICAS	
4	PATOLOGIA	
5	FISIOTERAPIA	
6	ATENCION AMBULATORIA	
7	UNIPERSONAL	
8	AMBULANCIA MEDICALIZADA	
9	AMBULANCIA TOYOTA OMT-010	
10	AMBULANCIA VAN IPK-366	

Anexo C. Protocolos para mantenimiento de equipos biomédicos.

Protocolo para mantenimiento de Electrocardiógrafo FO-1118.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO ELECTROCARDIOGRAFO			FO-1118	
				Versión: 1	vigencia: 19/07/12
<i>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</i>					
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/ /
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:	
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/ /
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	CORRECTIVO <input type="checkbox"/>	PREDICTIVO <input type="checkbox"/>	HORA DE TERMINACION:
<i>CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES</i>					
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis					
Montajes					
Enchufe de Red					
Clavija de Red					
Cable de Red					
Interruptores y Fusible					
Cables ECG					
Terminales o conectores					
Electrodos					
Teclas de Mando y Control					
Bateria y cargador					
Indicadores y Displays					
Pegatinas					
Accesorios					
Trazado de Calidad					
Transporte de papel					
Agarre contra tirones					
Alarmas					
<i>LIMPIEZA DEL EQUIPO</i>					
Carcasa o chasis					
Limpieza cabezal térmico					
Reemplazar baterías					
Cables ECG					
<i>SIMULACIÓN ECG</i>					
VALOR DE FRECUENCIA FIJADO					
60 [ppm]					
120 [ppm]					
180 [ppm]					
<i>REPUESTOS UTILIZADOS</i>					
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD
<i>INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA</i>					
<i>OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO</i>					
<i>ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO</i>					
Inspección superada. Equipo apto para su uso <input type="checkbox"/>		Equipo a necesitado reparación <input type="checkbox"/>		Equipo dado de baja <input type="checkbox"/>	
Equipo enviado a proveedor externo. <input type="checkbox"/>		Equipo no reparado <input type="checkbox"/>			
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:		
NOMBRE:			NOMBRE:		
FIRMA:			FIRMA:		

Protocolo para mantenimiento de Baño María FO-1115.

 HOSPITAL CIVIL DE IPIALES		MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - BAÑO MARIA			FO-1115	
					Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/	/
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:		
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/	/
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/>	HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES						
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES		
Chasis						
Montajes						
Enchufe de Red						
Control de Temperatura						
Switch de encendido						
Cable de Red						
Interruptores y Fusible						
Teclas de Mando y Control						
Indicadores y Pilotos						
Pegatinas						
Accesorios						
Alarmas						
LIMPIEZA DEL EQUIPO						
Carcasa o chasis						
Recipiente de líquidos						
VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA						
	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4		
Valor de temperatura fijado [°C]	36	37	38	39		
Valor de temperatura registrado [°C]						
REPUESTOS UTILIZADOS						
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD	
INSTRUMENTACION UTILIZADA						
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO						
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO						
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja	<input type="checkbox"/>	
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>			
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:			
NOMBRE:			NOMBRE:			
FIRMA:			FIRMA:			

Protocolo para mantenimiento de Maquina de Anestesia FO-1121.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS		PROTOKOLO DE MANTENIMIENTO MÁQUINA DE ANESTESIA			FO-1121	
					Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/	/
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:		
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/	/
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/> HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES						
TEST CUALITATIVO		PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis						
Montajes y soportes						
Frenos						
Enchufe de Red						
Cable de Red						
Amarres contra tirones						
Interruptores y Fusibles						
Tubos y mangueras						
Tomas de gas y accesorios						
Sensores y Transductores						
Batería y cargador						
Indicadores y Displays						
Flujometros						
Válvula de inhalación						
Válvula de Exhalación						
Canister						
Vaporizador						
Ventilador y Compresor						
Pruebas de fugas						
Pruebas de ciclado						
pruebas de salida de oxigeno rápido						
Filtros						
Alarmas y medidas de seguridad						
Accesorios						
Pegatinas						
LIMPIEZA Y ESTERILIZACION DEL EQUIPO						
Limpieza de los componentes						
Carcasa o chasis						
Chequeo de válvulas de seguridad						
Limpieza vaporizador						
Tubos y mangueras						
REPUESTOS UTILIZADOS						
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD	
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA						
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO						
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO						
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>			
REALIZADO POR:					RECIBIDO POR:	
NOMBRE:					NOMBRE:	
FIRMA:					FIRMA:	

Protocolo para mantenimiento de Electrobisturí FO-1117.

 HOSPITAL CIVIL DE IPIALES		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO – ELECTROBISTURI		FO-1117	
				Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/ /
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:	
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/ /
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:	PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> PREDICTIVO <input type="checkbox"/>			HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES					
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis					
Montajes y Apoyo					
Frenos del Carro					
Enchufe y Base de Enchufe					
Cable de Red					
Interruptores y Fusible					
Cables					
Terminales o Conectores					
Electrodo Neutro					
Electrodo monopolar					
Electrodo bipolar					
Controles y Teclas					
Indicadores y Display					
Continuidad Electrodo					
Señales Audibles					
operación de los Pedales					
pruebas de cauterización					
LIMPIEZA DEL EQUIPO					
Carcasa					
Cables electrobisturi					
Pedales					
REPUESTOS UTILIZADOS					
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA					
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO					
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO					
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja	<input type="checkbox"/>
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>		
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:		
NOMBRE:			NOMBRE:		
FIRMA:			FIRMA:		

Protocolo para mantenimiento de Analizador de Gases Anestésicos FO-1114.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO - ANALIZADOR DE GASES ANESTESICOS			FO-1114	
				Versión: 1	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/ /
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:	
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/ /
SE EJECUTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> PREDICTIVO <input type="checkbox"/>					
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES					
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis					
Enchufe de Red					
Cable de Red					
Amarres contra tirones					
Interruptores y Fusibles					
revisión de membranas de los electrodos					
Revisión pantalla					
Revisión trampa de agua					
Modos de operación del equipo					
Filtro de aire					
Alarmas y medidas de seguridad					
Accesorios					
pruebas de funcionamiento (con flujo de gases anestésicos)					
LIMPIEZA Y ESTERILIZACION DEL EQUIPO					
Limpieza de los componentes					
Carcasa o chasis					
REPUESTOS UTILIZADOS					
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA					
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO					
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO					
Inspección superada. Equipo apto para su uso		<input type="checkbox"/> Equipo a necesitado reparación		<input type="checkbox"/> Equipo dado de baja	
Equipo enviado a proveedor externo.		<input type="checkbox"/> Equipo no reparado		<input type="checkbox"/>	
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:		
NOMBRE:			NOMBRE:		
FIRMA:			FIRMA:		

Protocolo para mantenimiento de Capnógrafo FO-1116.

 HO SPITAL CIVIL DE IPIALES		MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - CAPNOGRAFO		FO-1116	
				Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACION DEL EQUIPO					
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/ /
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:	
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/ /
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/> HORA DE TERMINACION:
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES					
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis					
Montajes y soportes					
Enchufe de Red					
Cable de Red					
Interruptores y Fusibles					
Batería y cargador					
Indicadores y Displays					
Línea de muestreo o sensor de CO2.					
Línea de muestreo o sensor de agente anestésico					
Sensor de SpO2					
Filtros					
Alarmas y medidas de seguridad					
Accesorios					
LIMPIEZA DEL EQUIPO					
Carcasa y chasis					
Cambio de filtro					
REPUESTOS UTILIZADOS					
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA					
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO					
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO					
Inspección superada. Equipo apto para su uso		<input type="checkbox"/> Equipo a necesitado reparación		<input type="checkbox"/> Equipo dado de baja	
Equipo enviado a proveedor externo.		<input type="checkbox"/> Equipo no reparado		<input type="checkbox"/>	
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:		
NOMBRE:			NOMBRE:		
FIRMA:			FIRMA:		

Protocolo para mantenimiento de Lámpara Cielitica FO-1120.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO LÁMPARA CIALÍTICA			FO-1120	
					Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/	/
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:		
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/	/
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/> HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES						
TEST CUALITATIVO		PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis						
Montajes						
Conexiones eléctricas						
Interruptor Encendido/Apagado						
Integridad mecánica de la unidad						
Anclaje y mecanismos de suspensión						
Verificación de movimientos						
Mecanismos de posición y contrapeso						
Centralización y dispersión de la luz						
Control de intensidad						
Teclas de Mando y Control						
Estado de Bombillos o leds						
Indicadores y Displays						
Pegatinas						
Accesorios						
LIMPIEZA DEL EQUIPO						
Carcasa						
Lubricación de Brazos mecánicos						
REPUESTOS UTILIZADOS						
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD	
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA						
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO						
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO						
Inspección superada. Equipo apto para su uso		<input type="checkbox"/> Equipo a necesitado reparación		<input type="checkbox"/> Equipo dado de baja		
Equipo enviado a proveedor externo.		<input type="checkbox"/> Equipo no reparado		<input type="checkbox"/>		
REALIZADO POR:					RECIBIDO POR:	
NOMBRE:					NOMBRE:	
FIRMA:					FIRMA:	

Protocolo para mantenimiento de Generador arco en c FO-1119.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO GENERADOR ARCO EN C		FO-1119		
			Versión: 1	vigencia: 19/07/12	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO:	No SERIE:	FECHA DE INICIO:		/ /	
MARCA:	No ACTIVO FIJO:	HORA DE INICIO:			
MODELO:	AREA:	FECHA DE TERMINACION:		/ /	
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> PREDICTIVO	HORA DE TERMINACION:			
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES					
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis					
Montajes y soportes					
Enchufe de Red					
Cable de Red					
Revisión de las fuentes AC/DC del equipo					
Chequeo del sistema de enfriamiento					
Revisión del generador de HV					
Interruptores y Fusibles					
Consola de control y botones					
Indicadores y Displays					
Chequeo físico del tubo de rayos X					
Chequeo del colimador					
Control de calidad de las imágenes					
Cables y terminales de HV					
Verificación de la rotación del arco y frenos					
Revisión del sistema de TV					
Revisión del portachasis					
Alarmas y medidas de seguridad					
Ajuste conectores de tubos					
Accesorios					
LIMPIEZA Y ESTERILIZACION DEL EQUIPO					
Limpieza de los componentes					
Lubricación de las partes mecánicas					
Limpieza carcasa o chasis					
REPUESTOS UTILIZADOS					
REFERENCIA	DESCRIPCION			CANTIDAD	
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA					
OBSERVACIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO					
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO					
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja	<input type="checkbox"/>
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>		
REALIZADO POR:		RECIBIDO POR:			
NOMBRE:		NOMBRE:			
FIRMA:		FIRMA:			

Protocolo para mantenimiento de Succionador FO-1123.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO-SUCCIONADOR			FO-1123	
					Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/	/
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:		
MODELO:		SERVICIO:		FECHA DE TERMINACION:	/	/
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/> HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES						
TEST CUALITATIVO		PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES	
Chasis						
Montajes y soportes						
Enchufe de Red						
Cable de Red						
Interruptores y Fusibles						
Estado de las mangueras						
Estado de manómetros						
Botones y panel de control						
Pruebas de funcionamiento						
Pruebas de succión						
filtros						
Revisión sistema control de presión						
Accesorios						
LIMPIEZA DEL EQUIPO						
Limpieza de Carcasa y chasis						
Cambio de filtro						
REPUESTOS UTILIZADOS						
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD	
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA						
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO						
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO						
Inspección superada. Equipo apto para su uso		<input type="checkbox"/> Equipo a necesitado reparación		<input type="checkbox"/> Equipo dado de baja		<input type="checkbox"/>
Equipo enviado a proveedor externo.		<input type="checkbox"/> Equipo no reparado		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:			
NOMBRE:			NOMBRE:			
FIRMA:			FIRMA:			

Protocolo para mantenimiento de Negatoscopio FO-1122.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO-NEGATOSCOPIO			FO-1122	
				Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/ /
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:	
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/ /
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:		<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/> HORA DE TERMINACION:
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES					
TEST CUALITATIVO		PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES
Estado físico exterior					
Montaje					
Cable de red					
Swith, pilotos e indicadores					
Dispersión de luz					
Sistema para sujetar las películas					
Estado de los Tubos					
Estado arrancador					
Estado del balasto					
Ruedas					
Accesorios					
LIMPIEZA DEL EQUIPO					
Carcasa					
Base para las placas					
REPUESTOS UTILIZADOS					
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA					
OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO					
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO					
Inspección superada. Equipo apto para su uso		<input type="checkbox"/> Equipo a necesitado reparación		<input type="checkbox"/> Equipo dado de baja	
Equipo enviado a proveedor externo.		<input type="checkbox"/> Equipo no reparado		<input type="checkbox"/>	
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:		
NOMBRE:			NOMBRE:		
FIRMA:			FIRMA:		

Protocolo para mantenimiento de Cama Eléctrica FO-1130.

 HOSPITAL CIVIL DE IPIALES	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO-CAMA ELECTRICA		FO-1130	
			Versión: 1	vigencia: 19/07/12
<i>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</i>				
EQUIPO:	No SERIE:	FECHA DE INICIO:	/ /	
MARCA:	No ACTIVO FIJO:	HORA DE INICIO:		
MODELO:	AREA:	FECHA DE TERMINACION:	/ /	
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/>
HORA DE TERMINACION:				
<i>CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES</i>				
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES
Estado físico exterior				
Panel de control y botones				
Cable de red				
Swith, pilotos e indicadores				
revisión de motores				
Estado de frenos				
Caja de circuitos				
Integridad mecánica del equipo				
Ruedas				
Accesorios				
<i>LIMPIEZA DEL EQUIPO</i>				
Limpieza de chasis				
Limpieza de tableros plasticos				
Lubricación de engranajes y partes mecanicas				
<i>REPUESTOS UTILIZADOS</i>				
REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD		
<i>INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA</i>				
<i>OBSERVACIONES GENERALES DEL MATENIMIENTO</i>				
<i>ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO</i>				
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>	
REALIZADO POR:				RECIBIDO POR:
NOMBRE:				NOMBRE:
FIRMA:				FIRMA:

Protocolo para mantenimiento de Generador Ultrasonido FO-1129.

 HOSPITAL CIVIL DE IQUIITOS		MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - GENERADOR ULTRASONIDO			FO-1129	
					Versión: 1	vigencia: 19/07/12
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO:		No SERIE:		FECHA DE INICIO:	/	/
MARCA:		No ACTIVO FIJO:		HORA DE INICIO:		
MODELO:		AREA:		FECHA DE TERMINACION:	/	/
SE EJECUTO MANTENIMIENTO:	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	<input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<input type="checkbox"/>	HORA DE TERMINACION:	
CONDICIONES FISICAS Y FUNCIONALES						
TEST CUALITATIVO	PASÓ	FALLÓ	NO APLICA	OBSERVACIONES		
Chasis						
Enchufe de Red						
Cable de Red						
Amarres contra tirones						
Interruptor de pedal						
revisión de membranas de los electrodos						
Revisión mango del transductor						
Revisión del conector de la llave de hoja						
Revisión adaptador de conmutación manual						
Botones y panel de control						
Revisar conectores de cables						
Alarmas y pilotos						
Accesorios						
Estado del carrito						
LIMPIEZA Y ESTERILIZACIÓN DEL EQUIPO						
Limpieza del generador						
Limpieza de los componentes						
Esterilización del equipo						
REPUESTOS UTILIZADOS						
REFERENCIA	DESCRIPCION				CANTIDAD	
INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA						
OBSERVACIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO						
ESTADO DE VALORACIÓN PARA EL EQUIPO						
Inspección superada. Equipo apto para su uso	<input type="checkbox"/>	Equipo a necesitado reparación	<input type="checkbox"/>	Equipo dado de baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Equipo enviado a proveedor externo.	<input type="checkbox"/>	Equipo no reparado	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
REALIZADO POR:			RECIBIDO POR:			
NOMBRE:			NOMBRE:			
FIRMA:			FIRMA:			

Anexo D. Programa de reemplazos periódicos para mantenimiento predictivo.

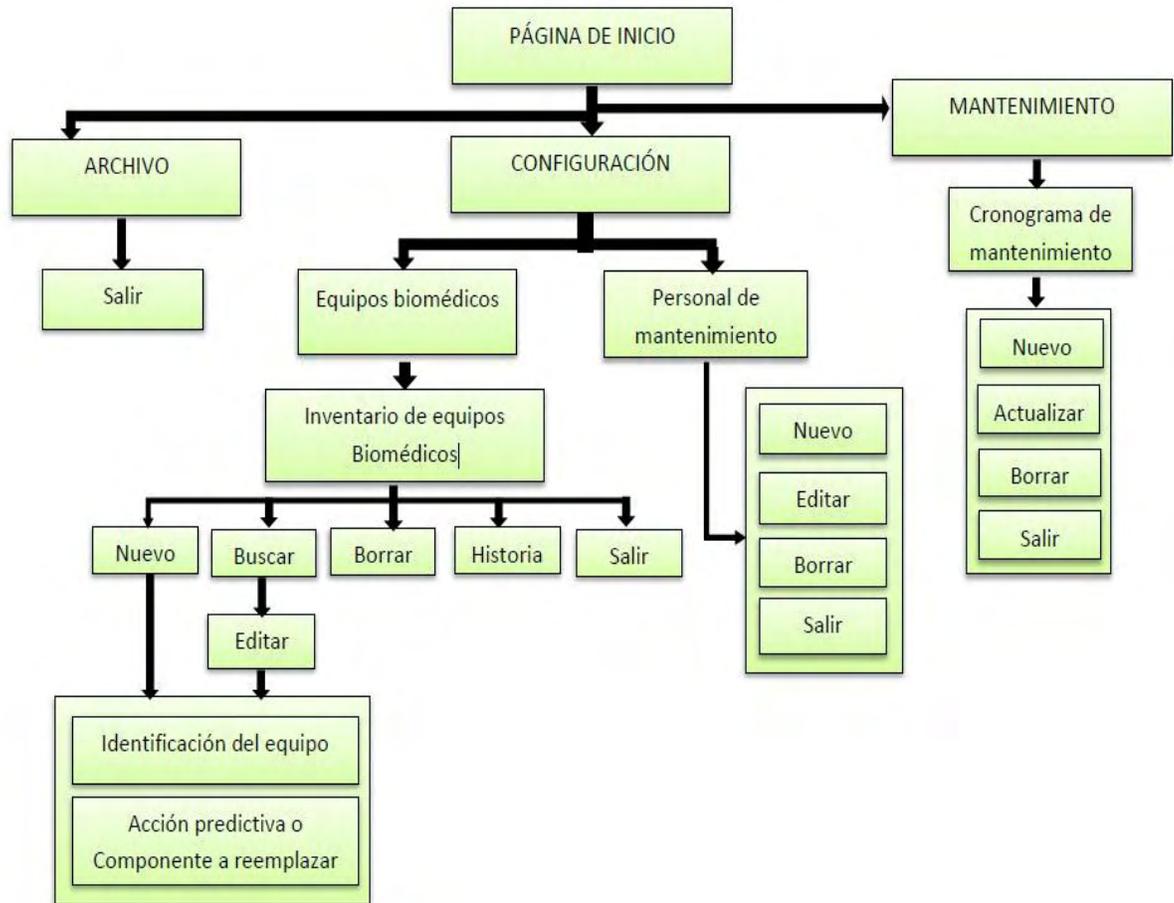
PROGRAMA DE REEMPLAZOS PERIODICOS						
EQUIPO	MARCA	MODELO	No SERIE	ACCION PREDICTIVA o COMPONENTES A REEMPLAZAR	REFERENCIA	FRECUENCIA DE EJECUCION RECOMENDADA POR EL FABRICANTE
ANALIZADOR DE GASES ANESTESICOS	DRAGER	VAMOS 6870750-23	ARUM-0108	PARAMETROS DE MONITOREO	CALIBRAR	CADA 6 MESES
AUTOCLAVE	TUTTNAUER	66120-2VEP	V122456	CONEXIONES ELECTRICA	REAJUSTAR	CADA 6 MESES
				FILTRO DE AIRE	0.01µ	CADA 6 MESES
				AUTOCLAVE	CALIBRAR Y VALIDAR	CADA 12 MESES
				MANOMETROS	CALIBRAR	CADA 12 MESES
				VALVULAS DE SEGURIDAD	MANTENIMIENTO	CADA 12 MESES
				TEST ESTRUCTURAL	NA	CADA 10 AÑOS
CAPNOGRAFO	BCI	CAPNOCHECK PLUS	700960053	BATERIA NiCa 6VDC	NA	CADA 24 MESES
				MODULO CO2	CALIBRACION	CADA 12 MESES
CAPNOGRAFO	NOVAMETRIX	MEDICAL	80 – 3045	BATERIA INCORPORADA	NA	CADA 24 MESES
				MODULO CO2	CALIBRACION	CADA 12 MESES
DESFIBRILADOR	NIHON KODEN	TEC-5531E	2019	BATTERY PACK	YZ-024H9	CADA 12 MESES
				PAD ADAPTER	JC-755V	CADA 12 MESES
				PAD ADAPTER	JC-765V	CADA 24 MESES
DESFIBRILADOR	ZOLL-M	M-SERIES	TO3K52790	BATERIAS	PD4410	CADA 18 MESES
DESFIBRILADOR	WELCH ALLYN	PIC-30	UD100352	PAQUETE DE BATERIAS	001647 Super Pack	CADA 24 MESES
				CABLE ECG DE PACIENTE	001790 IEC	CADA 24 MESES
				ADATADORES PARA MANOS LIBRES	971107	CADA 24 MESES
				BATERIA INTERNA DE RETENCION DE DATOS	NA	CADA 5 AÑOS
ELECTROBISTURI	VALLEYLAB	FORCE 2	ESC29105 T	EQUIPO EN	AJUSTE DEL	CADA 24 MESES

PROGRAMA DE REEMPLAZOS PERIODICOS						
EQUIPO	MARCA	MODELO	No SERIE	ACCION PREDICTIVA o COMPONENTES A REEMPLAZAR	REFERENCIA	FRECUENCIA DE EJECUCION RECOMENDADA POR EL FABRICANTE
				GENERAL	SISTEMA	
ELECTROBISTURI	ESCHMAN	TD830	83AAO1009	RENDIMIENTO DEL EQUIPO	CALIBRAR	CADA 6 MESES
ELECTROCARDIO GRAFO	NIHON KOHDEN	ECG 9022K	262	BATERIA INCORPORADA	332543B	CADA 12 MESES
				BATERIA DE LITIO INCORPORADA	390765	CADA 7 AÑOS
MAQUINA DE ANESTESIA	DATEX OHMEDA	AESPIRE/5	AMXJ01200	KIT DE O-RING EN VAPORIZADORES	1102-3016-000	CADA 12 MESES
				SENSOR DE O2	CALIBRACION	CADA 12 MESES
				SENSOR DE FLUJO	CALIBRACION	CADA 12 MESES
				VAPORIZADORES	CALIBRACION	CADA 12 MESES
MAQUINA DE ANESTESIA	BLEASE	FRONTLINE	770999	PARTES DE FUELLE		CADA 6 MESES
				KIT SIRIUS	No13600530	CADA 12 MESES
				KIT SIRIUS	No13600531	CADA 4 AÑOS
				MONITOR O2	CALIBRACION	CADA 6 MESES
MAQUINA DE ANESTESIA	DATEX OHMEDA	EXCEL 210SE	1002-9072-000	O-RING EN LOS VAPORIZADORES	1102-3016-000	CADA 12 MESES
				SENSOR O2	CALIBRACION UTILIZANDO O2 AL 100%	CADA MES
MONITOR DE SIGNOS VITALES	CRITICARE	GENUITY	308240711	TRAMPA DE AGUA	CAMBIAR	CADA 7 DIAS
				MODULO DE CO2	VERIFICAR O CALIBRAR	CADA 12 MESES
				ABSORBENTE CO2	VERIFICAR O CAMBIAR	CADA 12 MESES
				FLUJO DE GAS	VERIFICAR O CALIBRAR	CADA 12 MESES
VENTILADOR	DATEX OHMEDA	7100	8045EH9	BATERIA DE 6V	1504-3505-000	CADA 24 MESES
				VALVULA DE RESPIRACION LIBRE	0211-1454-100	CADA 24 MESES
				O-RING DE VALVULA DE RESPIRACION LIBRE	1503-3208-000	CADA 24 MESES
				VALVULA PEEP	CALIBRACION	CADA 12 MESES
				VALVULA INSPIRATORIA	CALIBRACION	CADA 12 MESES

PROGRAMA DE REEMPLAZOS PERIODICOS						
EQUIPO	MARCA	MODELO	No SERIE	ACCION PREDICTIVA o COMPONENTES A REEMPLAZAR	REFERENCIA	FRECUENCIA DE EJECUCION RECOMENDADA POR EL FABRICANTE
VENTILADOR	BLEASE	8200S	1130999	BATERIA DE RESPALDO	CAMBIAR	CADA 24 MESES
VENTILADOR	DATEX OHMEDA	7800	1500-8102-000	FILTRO DE SUMISTRO DE GAS	NA	CADA 12 MESES
				O-RING DE VALVULA DE EXALACION	NA	CADA 12 MESES
				DIAFRAGMA DE VALVULA DE EXALACION	NA	CADA 12 MESES
				MICROFILTROS DE REGULADOR SECUNDARIO	NA	CADA 12 MESES
				BATTERY PACK, Ni Cd, 4,8V, 1.3Ah	1500-3125-0000	CADA 24 MESES
				VENTILADOR	CALIBRACION GENERAL	CADA 24 MESES
VENTILADOR	DRAGER	SAVINA	ARWF 0007	MICROFILTRO	6737545	CADA 12 MESES
				KIT DE FILTROS PARA POLVO	8414057	CADA 12 MESES
				BATERIA DE GEL DE PLOMO 12V/17Ah	1843303 (2 und)	CADA 24 MESES
				FILTRO EN LA ENTRADA DE O2	MX O2 652	CADA 6 AÑOS
				REDUCTOR DE PRESION	NA	CADA 6 AÑOS
				UNIDAD DE COMPRESION	NA	CADA 8 AÑOS

Anexo E. Diagrama de la arquitectura funcional del software Mebip.

Diagrama general de la arquitectura del software mebip.



Anexo F. Soporte de socialización de metodologías del proyecto.



Señores:
Universidad de Nariño
Facultad de Ingeniería
Departamento de Electrónica

Mediante la presente se hace constar que el señor Henry Eduardo López Cuastumal identificado con c.c No. 1087412309, alcanzo todos los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto “Realización de mantenimiento correctivo, preventivo e implementación de mantenimiento predictivo para equipos biomédicos en las áreas de cirugía y urgencias del Hospital Civil de Ipiales E.S.E”, donde el ingeniero pasante socializa dando a conocer los logros alcanzados y las metodologías como culminación del trabajo de grado en la institución.

Para constancia se firma en la ciudad de Ipiales el día 20 de octubre de 2014

Javier Hernández
Asesor de proyecto - Ingeniería Hospitalaria.



HOSPITAL CIVIL DE IPIALES "E.S.E."
Cra 1 No 4A- 142 Este - A v. Panamericana
Línea de Atención al Usuario (0927) 733799
Conmutador 7732234 – 7733949 Fax 7733699
Correo: hospipia@hotnail.com <http://www.hospitaleivil.com>
IPIALES – NARIÑO – COLOMBIA

