

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN- MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

Tema: Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul Managua, en el Periodo Comprendido Agosto – Diciembre 2015.

Tutor: Norma Flores

Integrantes:

- ✓ **Br. Susy Carolina Aguilar Laring.** **07045415**
- ✓ **Br. Mayra Azucena Pastora Salgado.** **11053031**

Managua 09 de Diciembre del 2015.



Resumen

El presente trabajo investigativo titulado Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul en el periodo comprendido Agosto a Diciembre del año 2015, cuya dedicación es la asistencia de pacientes privados y asegurados, se encuentra ubicado en el distrito 1 de la Capital en el Barrio Larga Espada. Se pretende con esta propuesta de mantenimiento mejorar el buen funcionamiento de los equipos médicos críticos que asegure de forma óptima la vida del paciente.

Actualmente el Hospital no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que asegure la mantención correcta de los equipos, por esta razón la necesidad de contribuir con esta propuesta que vienen a disminuir los casos de muerte por falla en los equipos, los riesgos de demanda, mejorando así la integridad, la calidad y la imagen de la empresa Cruz Azul.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó el enfoque mixto, cualitativo porque observamos el funcionamiento y el nivel de importancia de los equipos, cuantitativo por que se utilizaron ponderaciones en el desarrollo de sus objetivo, el tipo de tipo de estudio es descriptivo-aplicado con método deductivo dado a que se va a deducir a través de la observación la importancia del funcionamiento y demostrar en qué condiciones opera el equipo, la muestra es no probabilística de carácter intencional a conveniencia.

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación se observó que el mantenimiento aplicado es correctivo y con la implementación de este tipo de mantenimiento se están generando más gastos por la compra de equipamiento nuevo.

Se categorizaron los equipos médicos críticos del hospital a través del manual de mantenimiento de la OMS donde se encontraron los que posee el hospital, se analizó la operacionalización de los equipos a través del diagrama de Ishikawa, se evaluó el estado técnico del equipos a través de una auditoria, se realizó la propuesta de plan de mantenimiento que ayude a minimizar la tasa de fallo de los equipos.



Dedicatoria.

A mi hijo Álvaro Gabriel a, mis hermanas, mi hermano y a mis padres.

Susy Carolina Aguilar Laring

Este trabajo de seminario de graduación está dedicado primeramente a Dios porque él es quien permitió que esto sucediera y me ayudo en todo, a mi amado esposo Daniel Pérez por motivarme a estudiar por estar pendiente cada día de mis estudios y de mí, por exigirme ir a clases, por ser quien siempre ha estado ahí cuando todos me dieron la espalda dándome la mano para levantarme y motivarme a salir adelante, por ser mi ejemplo a seguir y siempre estar dispuesto a ayudarme.

Mayra Azucena Pastora Salgado



Agradecimiento.

Quiero agradecer a Dios por darme salud y vida para poder concluir esta etapa de mi vida, a mi hermano Francisco que me enseñó a tener convicción y a esforzarme para cumplir con mis metas, a mis padres por darme su apoyo incondicional cuando más lo necesite, a mis hermanas por estar siempre a mi lado y a mi hijo que es el motor que me ha impulsado a seguir avanzando.

Susy Carolina Aguilar Laring

Primeramente le doy gracias a Dios porque es quien me regalo la vida y me permitió ser quien soy y me dio la oportunidad de salir adelante con mis estudios a pesar de todos los inconvenientes por los cuales muchas veces quise renunciar y dejarlo todo atrás sacándome de todo aquello que me impedía crecer y por darme la fortaleza además de ayudarme en cada etapa de mi vida, a Daniel Pérez mi amado esposo por ser mi ayuda incondicional dándome el ánimo para jamás rendirme y estar cada momento a mi lado, a mi madre Ana Salgado por criarme y enseñarme todo lo que sé, mi tía Sonia Salgado por brindarme su ayuda en el momento más difícil de mi carrera, mis suegros y a todas aquellas personas que creyeron en mí e hicieron posible que esto sucediera.

Mayra Azucena Pastora Salgado



ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| 1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2. ANTECEDENTES..... | 2 |
| 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.5.1. <i>Objetivo general:</i> | 5 |
| 1.5.2. <i>Objetivos específicos:</i> | 5 |
| 1.6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA..... | 6 |
| 1.6.1. <i>Misión:</i> | 6 |
| 1.6.2. <i>Visión:</i> | 6 |
| 2. MARCO REFERENCIAL | 9 |
| 2.1. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1.1. <i>Orígenes del Mantenimiento</i> | 9 |
| 2.1.2. <i>El mantenimiento y su importancia en la industria</i> | 9 |
| 2.1.3. <i>El Mantenimiento se clasifica en:</i> | 10 |
| 2.1.3.3. <i>Mantenimiento Predictivo:</i> | 11 |
| 2.1.4. <i>Planificación del mantenimiento:</i> | 11 |
| 2.1.5. <i>Propósito de la Auditoría de Mantenimiento</i> | 11 |
| 2.1.6. <i>Función de la Auditoría Interna</i> | 12 |
| 2.1.7. <i>Un modelo de auditoría para mantención</i> | 12 |
| 2.1.8. <i>Estructura del proceso de auditoría</i> | 13 |
| 2.1.9. <i>Es importante tomar como referencia a la Organización Mundial de la Salud (OMS)</i> .. | 13 |
| 2.1.10. <i>Servicio:</i> | 13 |
| 2.1.11. <i>La Calidad:</i> | 14 |
| 2.1.12. <i>La gestión de equipo médico:</i> | 14 |
| 2.1.13. <i>Ingeniero Clínico</i> | 14 |
| 2.1.14. <i>Las especificaciones y recomendaciones del fabricante:</i> | 14 |
| 2.1.15. <i>El análisis del funcionamiento de un equipo:</i> | 14 |
| 2.1.16. <i>Lubricación y engrase:</i> | 15 |
| 2.1.17. <i>Ajuste y Calibración:</i> | 15 |
| 2.1.18. <i>Historial de averías de equipos:</i> | 15 |
| 2.1.19. <i>En base a la OMS</i> | 15 |
| 2.1.20. <i>Ingeniería Clínica:</i> | 16 |
| 2.1.21. <i>La tecnología médica:</i> | 16 |
| 2.1.22. <i>Dispositivo Médico:</i> | 16 |
| 2.1.23. <i>Equipo Médico:</i> | 17 |
| 2.1.24. <i>Ventilador:</i> | 17 |
| 2.1.25. <i>Desfibrilador:</i> | 17 |
| 2.1.26. <i>Incubadora:</i> | 17 |
| 2.1.27. <i>Monitor de Signos Vitales:</i> | 17 |
| 2.1.28. <i>La Máquina de Anestesia:</i> | 18 |
| 2.1.29. <i>Diagrama de Ishikawa o de causa-efecto:</i> | 18 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL..... | 19 |
| 2.3. MARCO ESPACIAL..... | 21 |
| 2.4. MARCO TEMPORAL..... | 22 |



| | |
|---|-----------|
| 2.5. MARCO LEGAL | 24 |
| PREGUNTAS DIRECTRICES..... | 25 |
| 2. DISEÑO METODOLÓGICO | 26 |
| 3.1. TIPO ENFOQUE Y DE INVESTIGACIÓN..... | 26 |
| 3.2. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 26 |
| 3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN. | 28 |
| 3.4. RESUMEN METODOLÓGICO..... | 29 |
| 4. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 31 |
| 4.1. CATEGORIZACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS | 31 |
| 4.2. ANALIZAR LAS CONDICIONES OPERACIONALES DE LOS EQUIPOS MÉDICOS CRÍTICOS | 39 |
| 4.3. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO QUE TIENE ACTUALMENTE LA EMPRESA..... | 43 |
| 4.3.1. <i>Etapa A. Estudio y Familiarización de la Organización.....</i> | <i>44</i> |
| 4.3.2. <i>Etapa B. Evaluación de las de Rutas Críticas de Inspección.....</i> | <i>45</i> |
| 4.3.3. <i>Etapa C. Manejo de Datos Acerca de Cada Equipo.....</i> | <i>45</i> |
| 4.3.4. <i>Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.....</i> | <i>46</i> |
| 4.3.5. <i>Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.....</i> | <i>48</i> |
| 4.3.6. <i>Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.....</i> | <i>49</i> |
| 4.3.7. <i>Evaluación y Presentación de los Resultados.....</i> | <i>50</i> |
| 4.4. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO..... | 60 |
| 4.4.1. <i>Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado</i> | <i>60</i> |
| 5. CONCLUSIONES..... | 75 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 76 |
| 7. BIBLIOGRAFIA..... | 77 |
| 8. ANEXOS | 78 |



Índice de Ilustración

| | |
|--|----|
| Ilustración 4-1 Organigrama Propuesto. Fuente: Propia. | 38 |
| Ilustración 4-2 Diagrama de Causa y Efecto. Fuente: Propia. | 42 |
| Ilustración 4-3 Grafico General. Fuente: Propia..... | 51 |
| Ilustración 8-1 Monitor de Signos Vitales | 79 |
| Ilustración 8-2 Ventilador..... | 79 |
| Ilustración 8-3 Incubadora | 79 |
| Ilustración 8-4 Desfibrilador | 80 |
| Ilustración 8-5 Máquina de Anestesia..... | 80 |
| Ilustración 8-6 Unidad de Hemodiálisis..... | 80 |



Índice de Tabla

| | |
|---|----|
| Tabla 2.4.1 Actividades a realizar | 23 |
| Tabla 2.5.2 : Leyes. | 24 |
| Tabla 3.2.1: Equipos Médicos Hospital Cruz Azul..... | 27 |
| Tabla 3.2.2: Muestra de Equipos Médicos Críticos. | 28 |
| Tabla 3.4.1: Matriz de Operalización de Variables Independiente. | 30 |
| Tabla 4.2.1:Equipos Médicos de Emergencia..... | 32 |
| Tabla 4.1.2: Equipos Médicos de Quirofano | 32 |
| Tabla 4.1.3: Equipos Médicos de UCI | 33 |
| Tabla 4.1.4: Equipos Médicos de UCIP | 33 |
| Tabla 4.1.5: Equipos Médicos de Laboratorio..... | 34 |
| Tabla 4.1.6 Equipos Médicos de Imagenología | 34 |
| Tabla 4.1.7: Equipos Médicos de Endoscopia | 34 |
| Tabla 4.1.8: Equipos Médicos de Unidad de Hemodiálisis..... | 35 |
| Tabla 4.1.9: Equipos Médicos de Neonato..... | 35 |
| Tabla 4.1.10: Equipos Médicos Críticos..... | 36 |
| Tabla 4.1.11: Equipos Médicos Críticos y Áreas de Pertenencia..... | 36 |
| Tabla 4.1.12: Equipos Médicos Críticos Tomados Como Muestra | 37 |
| Tabla 4.3.1.1: Etapa A. Identificación y Caracterización de la Empresa..... | 44 |
| Tabla 4.3.2.1: Etapa B: Criticidad de Rutas de Inspección | 45 |
| Tabla 4.3.3.1: Etapa C: Manejo de la Información Sobre el Equipo | 46 |
| Tabla 4.3.4.1: Etapa D: Estado del Mantenimiento Actual | 47 |
| Tabla 4.3.5.1; Etapa E: Antecedentes del Costo de Mantenimiento | 48 |
| Tabla 4.3.6.1: Etapa F: Efectividad del Mantenimiento Actual | 49 |
| Tabla 4.3.7.1: Resumen de la Auditoria | 51 |
| Tabla 4.3.7.2: Criticidad de Rutas de Inspección..... | 52 |
| Tabla 4.3.7.3: Manejo de la Información sobre los equipos | 54 |
| Tabla 4.3.7.4: Auditoria Sobre el Mantenimiento Actual..... | 55 |
| Tabla 4.3.7.5: Antecedentes de Costos de Mantenimiento..... | 56 |
| Tabla 4.3.2.6 : Efectividad del Mantenimiento Actual | 58 |
| Tabla 4.4.1: Peridicidad | 61 |



1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO.

1.1. Introducción.

El Hospital Cruz Azul es una empresa médica de servicio privado y de atención a asegurados, cuenta con una red de sucursales en todo el país brindando servicios de hospitalización, emergencia y exámenes de laboratorio.

La calidad en la atención de los pacientes críticos es la prioridad para cualquier institución de esta naturaleza, pero esto solo se puede lograr con el debido mantenimiento a los equipos de categoría críticos, que son los que se encargan de velar por la evolución de los pacientes y salvar guardar la vida de estos.

Actualmente el hospital Cruz Azul Managua no presenta un plan de mantenimiento preventivo para los equipos en cuestión, recurren hasta el momento del fallo del equipo para su revisión y reparación o llegar al punto de tener que dar de baja el equipos, llevando a la institución a brindar un mal servicio por un mal diagnóstico que puede incurrir en graves consecuencias. De continuar con esta debilidad en el mal manejo de la administración del mantenimiento, no se garantiza la seguridad de vida del paciente así mismo se van a incrementar los gastos operativos por la compra de equipos nuevos, por no dar el mantenimiento adecuado en el tiempo que el equipo lo amerita.

De modo que con este trabajo investigativo desarrollado se pretendió desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que le brinde a la institución las herramientas necesarias y calendarizadas de acuerdo a los estándares establecidos por el proveedor en tiempo y forma a cada equipo basándonos en las técnicas y herramientas de principios del mantenimiento. Los resultados obtenidos en este estudio fueron: la categorización de los equipos médicos críticos, la auditoría para conocer el estado técnico de los equipos y evaluar el manteamiento implementado, tomando de referencia el principio de cotos por mantenimiento. Con estos resultados se propuso el plan de mantenimiento preventivo para los equipos médicos críticos del hospital Cruz Azul.



1.2. Antecedentes.

Hospital Cruz Azul Managua nació en el año 1997, perteneciendo a la familia tomas Borge posteriormente en noviembre del 2013 fue vendido y pasa a ser adquirido por SERMESA que pertenece al instituto Nicaragüense de seguridad social, es una empresa dedicada a brindar servicios médicos de alta calidad en la atención de sus pacientes asegurados y privados por esto es determinante contar con un mantenimiento preventivo para todos los equipos médicos críticos que se encuentran en las áreas de emergencia, hospitalización, cuidados intensivos, neonato, UCIP (unidad de cuidados intermedios pediátricos) y quirófano.

El mantenimiento que se les da a los equipos se realiza a través de consultoría externa y por medio del área de electromedicina del hospital que está compuesta por tres trabajadores: el ingeniero a cargo del área, un técnico y un ayudante. En base a la historia cronológica se han realizado trabajos de mantenimiento correctivo en el 2014 al Monitor Multiparámetro se le repararon los sensores y el pulsímetro, se realizó una revisión general a la Incubadora del área de neonato, se reparó la fuente de poder y calibrador del ventilador GE, prueba de funcionamiento por cambio en la tarjeta electrónica a los dos ventiladores Siemens.

En el año 2015 se revisó en el área neonato el Monitor Multiparametro por presentar falla al no marcar los signos vitales dando como resultado un cambio en el display, al monitor fetal se le cambio el relate debido a que no se escuchaba la frecuencia, reparación de tarjeta electrónica para el registro de signos vitales al Monitor Multiparametro se cambió la fuente de corriente y el oscilador al monitor, revisión de sensor de presión arterial al Monitor Multiparametro del área de emergencia y se le cambio el cable para electrocardiograma.

Debido a que no hay estudios solamente se han realizado reparaciones para brindar el servicio y mantener la calidad de este, en si no existe un plan de mantenimiento que sea implementado por la empresa, por esta razón nos vemos en la necesidad de hacer la primera propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos médicos críticos.



1.3. Planteamiento del Problema.

El Hospital Cruz Azul es una empresa de servicios previsionales y privados relacionados a la salud, tiene como función brindar servicios médicos, pero para poder brindar un servicio de calidad es determinante contar con un mantenimiento preventivo para todos sus equipos desde la sala menor hasta la sala mayor.

Debido a que no existe un departamento que se encargue exclusivamente del cuidado y mantención de los equipos, la falta de un plan de mantenimiento preventivo y a la beligerancia del hospital en cuanto a la contratación de personal técnicamente calificado, como consecuencia se efectúa la contratación de servicios profesionales para la reparación y mantención de estos equipos, lo cual no cumple con lo establecido por la OMS en su manual de mantenimiento para equipamiento médico que dice que cada unidad hospitalaria debe de tener un departamento o área de Ingeniería Clínica.

De seguir operando bajo estas condiciones baja la calidad del servicio en salud ya que los equipos pueden presentar fallas en cualquier momento lo cual incurriría en altos costos de operación por la adquisición de nuevos activos, integridad del trabajador y la calidad del servicio a los clientes.

Por lo tanto la necesidad de contribuir con este trabajo para dar respuesta ante este problema al área de electromedicina y la organización, el buen manejo y mantenimiento de los equipos.



1.4. Justificación.

El objetivo del mantenimiento preventivo es conservar todos los bienes que componen todos los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. Razón importante para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa medica Cruz Azul con el propósito de mejorar la calidad del servicio, un diagnostico que ayude a minimizar los costos de operación de los equipos.

La presente investigación propone un plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos médicos críticos de la empresa médica hospital Cruz Azul con el fin de garantizar los servicios de salud con la más alta calidad profesional, técnica, con valores humanos y éticos a los derechos habientes del Instituto Nicaragüense de Seguridad Social, su núcleo familiar, adultos mayores, riesgo profesional y a usuarios que demandan servicios privados.

Con esta propuesta de mantenimiento se lograrían beneficios económicos desde el punto de vista empresarial aumentando la cantidad de clientes a través de la disponibilidad de los equipos brindando un servicio de mayor calidad a sus pacientes, al brindar un mejor servicio aumenta la demanda lo que requiere de mayor fuerza contribuyendo en la generación de empleos. Con esta propuesta también se vienen a disminuir los casos de muerte por falla en los equipos, los riesgos de demanda, mejorando así la integridad, la calidad y la imagen de la empresa Cruz Azul.



1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general:

Proponer un plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para contribuir al buen funcionamiento de los equipos médicos críticos mediante un plan de mantenimiento preventivo que asegure de forma óptima la vida del paciente.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Categorizar los equipos médicos críticos del Hospital Cruz Azul en base al manual de la Organización Mundial de la Salud.
- Analizar las condiciones operacionales de los equipos médicos críticos del hospital cruz azul mediante el diagrama de Ishikawa.
- Evaluar el mantenimiento de los equipos médicos críticos que implementa la empresa mediante la técnica de auditoria.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos médicos críticos del Hospital Cruz azul que evite el fallo imprevisto y asegure la vida del paciente.



1.6. Generalidades de la Empresa.

El Hospital Cruz Azul es una empresa médica compleja cuya dedicación es la asistencia médica o de servicios de salud a pacientes privados o asegurados que pertenece a la red de SERMESA (Servicios Médicos Especializados) que está a su vez es propiedad del INSS (Instituto Nicaragüense de Seguridad Social) que cuenta con sucursales en todo el país.

El Hospital Cruz Azul cuenta con una planilla de 535 trabajadores a nivel de Managua los cuales están divididos 250 en el Hospital, 100 en el Policlínico Norte está ubicado en kilómetro 4 ½ carretera norte frente a la empresa Coca-Cola que es donde se brinda la consulta externa de los asegurados, 100 están en la Clínica Tiscapa o adulto mayor es donde se brinda la consulta a jubilados y se atiende las especialidades de odontología, oftalmología y fisioterapia, 35 Clínica en Ciudad Jardín y 50 Filial Tipitapa.

1.6.1. Misión:

Garantizar servicios de salud con alta calidad profesional, técnica, con valores humanos y éticos, a los derechos habientes del instituto nicaragüense de Seguridad Social: su núcleo familiar, adultos mayores, riesgos profesionales, a usuarios que demanden servicios privados, familias, compañías aseguradoras y empresas privadas a través de la red de unidades médicas, brindando los servicios de: Emergencias médicas, atención ambulatoria, hospitalización, procedimientos terapéuticos y diagnósticos, servicios de fisioterapia, servicios odontólogos, atención integral del paciente diabético, la disponibilidad de programas especiales para el tratamiento del pie diabético, pesquisa neonatal, audiología completa, hemodiálisis y oncología, disponer el más amplio servicio de farmacia y laboratorio clínico. Procurando siempre la más alta calidad profesional y técnica contando con un sólido programa de formación al personal de salud.

1.6.2. Visión:

Ser la empresa líder en la gestión de salud con el sólido compromiso de mantener la más alta capacidad diagnóstica y terapéutica con responsabilidad, profesionalismo y ética médica, fortaleciendo la red de infraestructura en



mediano plazo y manteniendo la atención médica a nuestros usuarios de manera personalizada, oportuna y con calidad, con un proceso continuo de actualización tecnológica y profesional.

1.6.3. Estructura Organizacional Administrativa Hospital Cruz Azul

El Hospital Cruz Azul se encarga de brindar servicios médicos a pacientes privados y asegurados, esta cuenta con una estructura organizativa de carácter mixto, posee una Dirección General que se encarga del buen funcionamiento de la empresa y de salvaguardar los recursos económicos; Administración está es la responsable de administrar los recursos financieros y los activos tangibles, además cuenta con 5 áreas las que poseen un responsable por cada una de estas y todas permanecen bajo la supervisión del administrador. En la Ilustración 1.7.3 se puede observar el diagrama organizacional del Hospital Cruz Azul, en esta se logra plasmar los departamentos que posee; esta presenta una gran debilidad en cuanto a su jerarquía, en el capítulo 4 se abordará la propuesta.



Estructura Organizacional Administrativa Hospital Cruz Azul

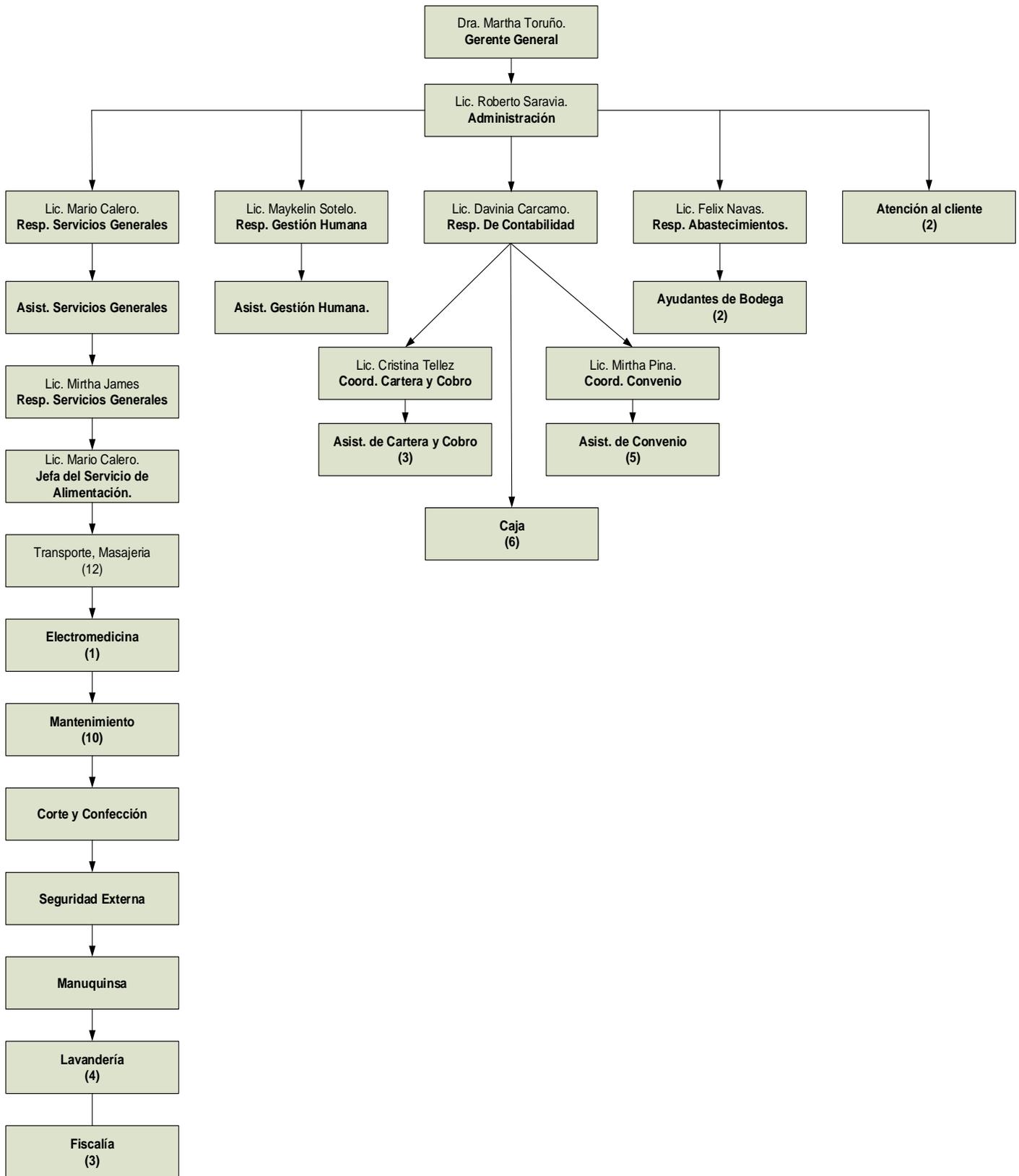


Ilustración 1.7.3 Estructura Organizacional Hospital Cruz Azul. Fuente: Empresa Hospital Cruz Azul



2. MARCO REFERENCIAL.

2.1. *Marco Teórico.*

2.1.1. Orígenes del Mantenimiento.

Según Newbrogh (1994) el mantenimiento surge con el desarrollo de la civilización industrial, desarrollándose a lo largo de la historia por una serie de etapas características: En la primera época, desde la Revolución Industrial a la Segunda Guerra Mundial, el mantenimiento se caracterizó por tres elementos fundamentales:

Situación de reparaciones urgentes; en estas situaciones el mantenimiento consistía en atacar y recibir el problema en el momento en que se producía y consecuentemente de una forma urgente.

Situación Caballo- Caballero; por la que el cuidado de la maquinaria se confiaba al operador de la misma.

Situación sin planificación; las intervenciones se hacían a medida que surgían las necesidades.

2.1.2. El mantenimiento y su importancia en la industria.

Según Cantoral Veras (2009) el mantenimiento ha jugado papel importante no solo en la industria, sino en situaciones cotidianas de nuestra vida. Lo que realmente se desea lograr es mantener el bien en buenas condiciones, capaz de prestar un servicio cuando lo necesitamos con el menor costo posible. Dichas actividades requieren factores económicos, humanos y tiempo para llevar a cabo.

Botero (1991) nos dice que el mantenimiento es un conjunto de actividades que deben de realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir y prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñadas. Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos, se debe de contar con un grupo de personas que se encarguen de ellos conformando así el departamento de mantenimiento de una empresa.

Al igual Dounce Villanueva (2007) se refiere al mantenimiento como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e



instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

En base al congreso internacional de la OCDE de 1963, definió el mantenimiento como: «La función empresarial que se encarga del control constante de las instalaciones y equipos además del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas de servicios e instrumentación de los establecimientos.

La palabra mantenimiento va ligada con la conservación, conlleva a la realización de actividades necesarias para proporcionar un servicio de calidad estipulado.

En la realización del mantenimiento se toman en cuenta varios factores, entre los más importantes se pueden mencionar: la calidad del servicio como factor primordial, situación económica en lo que se refiere a costos de mantenimiento y vida útil del equipo.

En el presente trabajo de acuerdo con los objetivos planteados se decidió que se trabajaría con la definición de Botero (1991) debido a que se asemeja con lo que se pretende realizar.

2.1.3. El Mantenimiento se clasifica en:

2.1.3.1. Mantenimiento Preventivo:

Sánchez. Rodríguez (1999) dice que el mantenimiento no es más que todas las acciones realizadas con el fin de conservar un equipo, prestándole servicios periódicos y conociendo previamente los antecedentes de falla del mismo, para prevenirlos y poder así cubrir el tiempo de vida establecido por el fabricante cumpliendo su función correctamente. Su finalidad es reducir, al mínimo, las averías y una depreciación excesiva de los equipos, para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción o servicio y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado basado en un análisis cíclico.

Newbrough (1994) por su parte dice que el mantenimiento preventivo es lo que se planea y programa con el fin de ajustar cambiar o reparar fallas antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento, es decir que es necesario establecer controles con la finalidad de aumentar la productividad.



2.1.3.2. Mantenimiento Correctivo:

Según Sánchez. Rodríguez (1999) es el conjunto de actividades de reparación o sustitución de elementos deteriorados de un equipo en el momento que se presenta o se necesita corregir una falla, realizar adaptaciones o modificaciones. Este tipo de mantenimiento se aplica a equipos o componentes de éstos en lo que no se pueden predecir los posibles fallos, recuperando sus condiciones operativas y funcionales a corto plazo.

2.1.3.3. Mantenimiento Predictivo:

Es el conjunto de acciones, las cuales permiten determinar las condiciones reales en las que se encuentra un equipo sin detener su operación y de esta forma detectar fallas incidentes, se utilizan instrumentos y técnicas modernas para determinar el momento óptimo de efectuar un ajuste o una reparación.

El mantenimiento predictivo consiste en predecir, es decir, en adelantarse a la posible avería antes de que se produzca, esto se consigue con un análisis de las características de la maquina a mantener y la lectura periódica de algunos parámetros como por ejemplo el rodamiento, los datos indicaran cual es el momento idóneo para realizar la sustitución de este antes de que se produzca la rotura. (García, 2002)

2.1.4. Planificación del mantenimiento:

Romero (1998) lo define como el conjunto de acciones necesarias para controlar el estado técnico de los elementos que conforman una instalación industrial y restaurarlos a las condiciones proyectadas de operación, buscando la mayor seguridad, eficiencia y calidad posible.

2.1.5. Propósito de la Auditoria de Mantenimiento.

Según Fernando Espinosa es determinar donde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y donde quedan áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos. Este instrumento provee una visión de la estructura, relaciones, procedimientos y personal, relativo a una buena práctica de la mantención. Este es el primer paso para decidir e implementar mejoramientos en la gestión del mantenimiento auditoria.



2.1.6. Función de la Auditoría Interna.

Fernando Espinosa nos dice que su función es evaluar permanente e independientemente en cada organización, si es que tiene implementado un sistema de retroalimentación destinado al mejoramiento continuo. Su objetivo principal es asesorar al tomador de decisiones en la promoción de la eficiencia de los procedimientos existentes.

Cuando se plantea la necesidad de realizar la auditoría interna es para garantizar los resultados de la gestión y además tener recomendaciones, las cuales son objeto de consideraciones y decisiones.

La auditoría interna del mantenimiento es una función que evalúa en forma permanente si el sistema de control interno, implementado por la administración del mantenimiento, está operando efectiva e eficientemente. Su objetivo primordial es dar recomendaciones a la alta administración, conocer la calidad del control interno y retroalimentación, dar seguridad y garantía en el servicio a terceros, complejidad creciente de la organización, complejidad creciente del entorno tanto para fortalecer los controles internos existentes o para sugerir nuevos controles, como para promover la eficiencia de los procedimientos existentes, después de evaluarlos.

2.1.7. Un modelo de auditoría para mantención.

Fernando Espinosa dice que hay muchos instrumentos para auditar el mantenimiento cuya selección o diseño depende de la estrategia definida para la organización en primer lugar, y para el departamento de mantención en segundo; sin embargo, el foco central de la herramienta, que se aplica por primera vez, debe apuntar a una auditoría global.

El contenido de la auditoría debe cubrir las áreas que van desde la identificación y descripción del departamento de mantención hasta el uso de herramientas de gestión. La importancia de este recorrido por todos los aspectos involucrados en la gestión del mantenimiento es tener las bases para más adelante, cuando llegue el momento de plantear alternativas de soluciones a los problemas detectados durante la auditoría.

Hay que destacar que, una vez que se deciden implementar acciones para el mejoramiento de aquellos aspectos del mantenimiento que no estaban de acuerdo con los estándares esperados, la herramienta de auditoría debe incluir en su estructura las preguntas necesarias para medir, al momento de aplicar nuevamente



la encuesta, el estado del área en proceso de mejoramiento. Esto indica que el instrumento no es algo estático en el tiempo, sino que debe seguir la dinámica de la evolución que le da el administrador para lograr los objetivos impuestos.

2.1.8. Estructura del proceso de auditoría.

- A. Identificación y caracterización de la empresa.
- B. Criticidad de las rutas de inspección está conformada por: sectorización de la planta, criticidad de los equipos y dimensionamiento de los tiempos de mantención.
- C. El Manejo de la información sobre equipos: información de los equipos, Información del mantenimiento, información sobre el manejo de los recursos, información sobre indicadores e información del manejo del personal.
- D. Estado del mantenimiento actual: Integración de la gente de operaciones, programación de las tareas de mantenimiento, antecedentes para programar el mantenimiento y generación de índices de control y retroalimentación.

2.1.9. Es importante tomar como referencia a la Organización Mundial de la Salud (OMS)

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.

En el siglo XXI, la salud es una responsabilidad compartida, que exige el acceso equitativo a la atención sanitaria y la defensa colectiva frente a amenazas transnacionales.

2.1.10. Servicio:

Según Rodríguez (2003) son todas aquellas acciones que se llevan a cabo para la ejecución de un producto. Es la utilidad que presta un objeto o las acciones de una persona, para lograr la satisfacción de una necesidad humana. En el caso de una industria, empresa o instituciones que utilizan equipos para brindar determinado



servicio, no sólo se verán afectadas en cuanto a las actitudes del personal al brindar el servicio, sino al estado en que se encuentran los equipos. El servicio debe de enfocarse hacia el trabajo que realiza la máquina y no a la máquina misma, pero debe preservarse también dentro de los límites económicos establecidos.

2.1.11. La Calidad:

Ernesto Rodríguez (2003) nos plantea que es la resultante de las características de un producto o servicio que satisfagan las esperanzas del cliente; esta nunca será constante, ya que depende de las expectativas del cliente

2.1.12. La gestión de equipo médico:

Según la OMS (2012) es el conjunto de procedimientos sistemáticos para proveer y evaluar la tecnología apropiada, segura, eficaz y costo efectivo en una unidad médica o en un sistema de salud. La gestión de equipo médico implica la detección de necesidades, planeación, evaluación, adquisición, instalación, mantenimiento, capacitación, uso, obsolescencia y baja del equipo médico y/o la reposición del mismo.

2.1.13. Ingeniero Clínico.

Es un especialista con capacidad de gerenciar sistemas de mantenimiento preventivo y correctivo, adiestrar el personal relacionado con la instalación y realizar pequeños desarrollos, todo ello dentro del ámbito hospitalario con relaciones costo/beneficio óptimas.(Rodríguez, 2003)

2.1.14. Las especificaciones y recomendaciones del fabricante:

De acuerdo con Rodríguez (2003) son recomendaciones por parte del fabricante del equipo enfocado a los cuidados que se deben tener en el momento de operar, no sólo en cuanto al funcionamiento sino seguridad industrial, mantenimiento, entre otros, para que el equipo funcione en óptimas condiciones y éste cumpla con brindar el servicio correctamente durante el plazo establecido por el fabricante (vida útil del equipo).

2.1.15. El análisis del funcionamiento de un equipo:

Puede realizarse de distintas formas; algunos tienen expuestos sus componentes, o por su diseño tienen un mejor acceso a sus partes, mecanismos, accesorios, etc., haciendo mucho más fácil y rápida la comprensión en cuanto al funcionamiento del



mismo, o dependiendo del trabajo que este realice. También puede realizarse un análisis guiado con el manual del fabricante, manual de partes, entre otros, o comparándolo con equipos similares de distintas marcas y sus respectivos manuales. (Sánchez. Rodríguez., 1999)

2.1.16. Lubricación y engrase:

Sánchez. Rodríguez (1999) manifiesta que consiste en aplicar un elemento viscoso entre cuerpos rígidos con el fin de reducir al máximo la fricción, por consiguiente, desgaste de partes móviles del equipo.

2.1.17. Ajuste y Calibración:

Consiste en realizar correcciones de funcionamiento y poner a los equipos en las condiciones iniciales de operación, ésta se realiza por medio de instrumentos, patrones o estándares. (NEWBROGH, 1994)

2.1.18. Historial de averías de equipos:

Una avería es un daño o deterioro que impide el funcionamiento parcial o total de algo; el historial es un documento en el cual quedan registradas las fallas que el equipo ha experimentado durante su tiempo de vida, el cual sirve como referencia para conocer la forma en que el equipo se ha desempeñado, la frecuencia y tipo de fallas que ha presentado, para la realización de análisis con base en la conservación o reemplazo de un equipo y así llevar un control y evitar gastos innecesarios. El historial de averías puede utilizarse para establecer la frecuencia en la que se realizarán las rutinas de mantenimiento, adelantándose a fallos futuros que pueda presentar determinado equipo. (NEWBROGH, 1994)

2.1.19. En base a la OMS (2012). Los equipos médicos se pueden clasificar según el Nivel de Riesgo:

a. *Equipos de Alto Riesgo:* Son aquellos que se utilizan para soporte de vida, los equipos de resucitación y aquellos que una falla o error de su funcionamiento puede causar serios daños a los pacientes (muerte) o al personal médico o paramédico. Aquí se incluyen: Unidades de Anestesia, Ventiladores para Unidades de Anestesia, Monitores de Apnea (neonatal). Monitores de presión, cardíacos, de oxígeno, Resucitadores Cardíacos, Cápnógrafos, Desfibriladores, Unidades de Electrocirugía, Aspiradores (emergencia).



b. Equipos de Medio Riesgo: Son aquellos equipos que por deficiencias en su funcionamiento pueden generar serias complicaciones en el cuidado del paciente pero no provoca de forma inmediata daños severos al mismo. Entre los que se pueden mencionar: Centrifugas, Electrocardiógrafos, Equipamiento de Laboratorio Clínico, Laparoscopias, Equipos de Potenciales Evocados, Sistemas de Ultrasonido, Reguladores (aire, oxígeno y succión).

c. Equipos de Bajo Riesgo: Son aquellos equipos en los que un mal funcionamiento o falla, no causan serias consecuencias en el cuidado del paciente. Tal es el caso de: Balanzas electrónicas. Mesas quirúrgicas. Lámparas y Microscopio quirúrgicos. Estimuladores, Monitores de Temperatura, Nebulizadores Ultrasónicos, Oftalmoscopios, entre otros.

2.1.20. Ingeniería Clínica:

Es la rama de la Ingeniería Biomédica que se ocupa de la gestión tecnológica hospitalaria, entendiendo como gestión a la planeación, organización, dirección, ejecución y control de todas las actividades necesarias para llevar a cabo un objetivo, a través de la aplicación de distintas estrategias, herramientas y técnicas, y buscando siempre la optimización de los recursos. (Rodríguez, 2003)

2.1.21. La tecnología médica:

Según Ernesto Rodríguez (2003) la tecnología médica contribuye a la prevención de enfermedades y permite limitar el impacto de las mismas. Es también la principal Herramienta del diagnóstico a fin de obtener los signos clínicos que permitan identificar la naturaleza, causa y extensión de un evento patológico. Asimismo, contribuye al tratamiento por restauración, mejoramiento o sustitución de las funciones fisiológicas y corporales, ayuda a acortar el periodo de enfermedad o recuperación, previene el deterioro y disminuye el dolor, garantizando el disfrute de una adecuada calidad de vida. Existen gran variedad y cantidad de ejemplos que demuestran como la medicina moderna, apoyada por la tecnología, ha logrado extender su poder de observación, manipulación y control.

2.1.22. Dispositivo Médico:

Según la OMS (2012) es un producto, instrumento, aparato o máquina que se usa para la prevención, el diagnóstico o el tratamiento de enfermedades y dolencias, o



para detectar, medir, restaurar, corregir o modificar la anatomía o función del organismo con un fin sanitario. Habitualmente, el objetivo que se persigue con un dispositivo médico no se alcanza por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos.

2.1.23. Equipo Médico:

Dispositivo médico que exige calibración, mantenimiento, reparación, capacitación del usuario y desmantelamiento, actividades que por lo general están a cargo de ingenieros clínicos. El término “equipo médico” excluye los implantes y los dispositivos médicos desechables o de un solo uso. (OMS, 2012)

2.1.24. 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. ico: consiste típicamente de un circuito flexible de respiración, un sistema de control, un suministro de gas y un sistema de monitoreo y de alarmas. (OMS, 2007)

2.1.25. Desfibrilador:

Dispositivo de emergencia médica utilizado para reiniciar un corazón detenido por una parada cardiorrespiratoria. El aparato descarga un choque eléctrico sobre el miocardio del corazón a través del tórax, para tratar de restablecer el ritmo cardiaco. (OMS, 2007)

2.1.26. Incubadora:

Es un aparato que se utiliza para mantener un ambiente óptimo para permitir el desarrollo del recién nacido. Suelen ser para bebés prematuros, es decir, nacidos antes de término, por lo general antes de las 37 semanas de gestación (tiempo de medición utilizado en el embarazo) aunque también se utilizan en ciertas enfermedades congénitas. Es estéril, se calienta a la temperatura ideal y permiten continuar el desarrollo normal del bebé. (OMS, 2007)

2.1.27. 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. (OMS, 2007)



2.1.28. La Máquina de Anestesia:

Es el compañero de viaje del anestesista. Podríamos decir que es su copiloto. Es un aparato cuyo cometido es proporcionar una mezcla de gases anestésicos y aire que mantenga con vida al paciente y respirar por él hasta que se despierte y pueda hacerlo por sí mismo. (OMS, 2007)

2.1.29. Diagrama de Ishikawa o de causa-efecto:

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El uso del diagrama de Ishikawa (DI), ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas.

Los pasos para realizarlo son:

- 1) En la cabeza del pescado escribimos el efecto o síntoma que pretendemos analizar. La espina central del pescado, agrupará las causas que según nuestro análisis producen dicho efecto.
- 2) Las diferentes categorías en que podemos agrupar las causas conforman las espinas que se desprenden de la horizontal principal. Escribimos el nombre de la categoría en el extremo de cada nueva línea.
- 3) Cada causa concreta que vayamos las vamos añadiendo en la categoría bajo las que consideramos que mejor encaja.

De esta manera, obtendremos un diagrama visualmente atractivo y, sobre todo, ordenado de causas y efectos. (Humberto Gutiérrez Pulido, 2013)



2.2. Marco Conceptual.

Planificación del Mantenimiento: es el conjunto de acciones necesarias para controlar el estado técnico de los elementos que conforman una instalación industrial y restaurarlos a las condiciones proyectadas de operación, buscando la mayor seguridad, eficiencia y calidad posible. (Romero, 1998).

Sistema de mantenimiento Hospitalario: un sistema de mantenimiento hospitalario contempla todas las medidas que son necesarias para conservar la obra civil, instalaciones y equipos de un establecimiento de salud en condiciones aceptables de funcionamiento, o de repararlos en caso necesario para garantizar su correcta operación. (González 1996)

Mantenimiento Correctivo: consiste en corregir las fallas y las causas que la originan en un equipo después de un análisis de fallas, se planifica y se programa la reparación. (Perozo, 1997)

Mantenimiento Preventivo: es lo que se planea y programa con el objetivo de ajustar, reparar partes de un equipo antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento. (NEWBROGH, 1994).

Auditoria del mantenimiento: necesidad de conocer la calidad del control interno y retroalimentación, dar seguridad y garantía en el servicio a terceros, complejidad creciente de la organización, complejidad creciente del entorno. (Fernando Espinosa Fuentes) Vida Útil: **plazo durante el cual una máquina o equipo conserva su capacidad de utilización, establecido por el fabricante. (Manual de mantenimiento, CECNA, 2011)**

Inspección: son actividades programadas que son necesarias para asegurar que un equipo funciona correctamente. Estas actividades se realizan junto con el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo o la calibración, pero también se pueden realizar de manera independiente, como actividad programada a intervalos definidos. (OMS, 2012)

Inspección de Seguridad: son las que se realizan para asegurar que usar el dispositivo es seguro en relación con sus componentes eléctricos y mecánicos. Las



inspecciones también pueden incluir verificaciones de radiación, gases peligrosos o contaminantes químicos. (OMS, 2012)

Los datos técnicos de un equipo: es la información que muestran todas las características técnicas específicas de un equipo, como: componentes principales, accesorios, consumo, producción, capacidades, condiciones de trabajo, entre otros. (Sánchez. A. Miguel, E .Rodríguez., 1999)

Calibración: conjunto de operaciones que establecen la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida y los valores conocidos de un patrón de referencia. (OPS/OMS, 2012)

Registro de Reparaciones: es la fase del Mantenimiento que corresponde a disponer de datos confiables sobre los tipos de reparaciones efectuadas, los repuestos utilizados, el costo anual y acumulado del Mantenimiento, que contribuirá a determinar los stocks de repuestos mínimos, la factibilidad del reemplazo del bien par causa del elevado costo de reparación (OPS/OMS,2012)

Equipos médicos de alto Riesgo: son aquellos que se utilizan para soporte de vida, los equipos de resucitación y aquellos que una falla o error de su funcionamiento puede causar serios daños a los pacientes (muerte) o al personal médico o paramédico.

Ingeniero Clínico: es el profesional que sostiene y mejora el cuidado del equipo, aplicando sus habilidades de ingeniería y de gestión en la tecnología para la salud. (OMS, 2012)



2.3. Marco Espacial.

A como se muestra en la figura 2-3 el hospital se encuentra ubicado en el distrito 1 en el barrio larga espada en la avenida 14 sureste, que limita al este con el barrio Jorge Dimitrov, al norte con el mercado oriental, al oeste con la laguna de Tiscapa y al sur con el colonial los robles.

En figura 2-1 se representa con un punto de ojo de agua de color el Hospital Cruz Azul se encuentra ubicado del busto José Martí 1c al oeste 1 1/2 norte. Tomando la avenida 12Ava Sureste se encuentra la Catedral Metropolitana de Managua. Ubicándose a dos cuadras norte se encuentra el hospital Bautista que es uno de los hospitales más antiguos den la capital brindando servicios de alta calidad.



Ilustración 2-3 Ubicación del Hospital Cruz Azul. Fuente: Google Maps



2.4. Marco Temporal

El marco temporal de esta investigación que lleva por nombre **Propuesta para un Plan de mantenimiento preventivo para 6 equipos médicos críticos para la empresa médica Cruz Azul Managua en el periodo comprendido agosto – Diciembre 2015** se desarrolla en tres fases las cuales cuentan con fechas de entrega estipuladas (ver tabla 2.4.1: Actividades a realizar en correspondencia al tiempo) con el fin de realizar observaciones y correcciones para mejorar el trabajo; estas fases son:

Fase 1: se realizan las generalidades del estudio que consiste en la selección y aprobación del tema, antecedentes, planteamiento del problema, justificación, revisión y autorización de los objetivos y las generalidades de la empresa.

Fase 2: se desarrolla el marco referencial que debe estar en correspondencia la metodología de la investigación.

Fase 3: consiste en el desarrollo y análisis de resultados su revisión y posteriormente la entrega.

Este tema se está desarrollando en el segundo semestre del 2015 y se piensa terminar en el periodo comprendido de Agosto a Diciembre con pre defensa programada para el 17 de noviembre.



Tabla 2.4.1: Actividades a realizar en correspondencia al tiempo.

| Fase 1: Búsqueda | | AGOSTO | | | | | | | | SEPTIEMBRE | | | | | | | | OCTUBRE | | | | | | | | NOVIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|----|----|----|----|----|----|----|------------|---|---|---|---|----|----|----|---------|----|----|----|----|----|----|----|-----------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Nº actividad | Descripción de la Actividad | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 29 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 17 |
| 1 | Selección y aprobación del tema | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Antecedentes, Planteamiento del problema y Justificación | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Revisión y Autorización de los Objetivos | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Generalidades de la Empresa | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 2: Distribución | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Revisión y Aprobación del Marco Referencial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Visita a la empresa para obtener información técnica en la empresa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Revisión y Aprobación del Diseño Metodológico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Aplicación de instrumentos y Procesamiento de la información | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 3: Desarrollo y Análisis de los Resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Revisión de Desarrollo y Análisis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Revisión de Conclusiones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Entrega del Documento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Pre-Defensa y Defensa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia.



2.5. Marco Legal.

El marco legal es lo que le da la legalidad al estudio, en este estudio se hará uso de la ley 618 ley de ergonomía, ley general de la salud a como se plantea en tabla 2.5.1.

Tabla 2.5.2 : Leyes.

| Ley | Título | Capítulo | Artículo |
|----------------------|--|--|--------------|
| Ley General de Salud | Título V Control Sanitario de Productos y Servicios | Capítulo III De los equipos, instrumentos, prótesis, ortesis, ayudas funcionales, agentes diagnósticos, insumos de uso odontológico, dispositivos médicos y soluciones antisépticas | Artículo 62 |
| Ley 618 | Título IV De las condiciones de los lugares de trabajo | Capítulo II Orden, Limpieza y Mantenimiento | Artículo 80 |
| Ley 618 | Título V De las condiciones de higiene industrial en los lugares de trabajo | Capítulo VII Equipos de protección personal | Artículo 131 |

Fuente: Ley General de la Salud, Ley 618



Preguntas Directrices.

1. ¿Es posible categorizar los equipos médicos críticos del Hospital Cruz Azul en base al manual de la Organización Mundial de la Salud?
2. ¿En el Hospital Cruz Azul se puede analizar cómo están las condiciones operacionales de los equipos médicos críticos mediante el diagrama de Ishikawa?
3. ¿Mediante una auditoria de mantenimiento es posible evaluar el mantenimiento que implementa la empresa a los equipos médicos críticos actualmente?
4. ¿Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo planificado para equipos médicos críticos puede evitar el fallo imprevisto y asegurar la vida del paciente crítico?



2. DISEÑO METODOLÓGICO.

A través del diseño metodológico se hace mención de las herramientas y técnicas que haremos uso a lo largo de nuestro trabajo, logrando así el cumplimiento de los objetivos que nos hemos planteados para la culminación de este.

3.1. Tipo Enfoque y de Investigación.

Tipo de Enfoque.

El tipo de enfoque del presente trabajo es de carácter Mixto corresponde a trabajos de investigación en cuyo método de recopilación y tratamiento de datos se conjuntan la investigación documental con la de campo, con el propósito de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de exploración.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará el enfoque mixto, cualitativo porque observamos el funcionamiento y el nivel de importancia, cuantitativo por que se utilizaron ponderaciones en el desarrollo de los objetivos, tomando como referencia para el desarrollo de este conocimiento libros, documentos sobre mantenimiento y equipos médicos; además de los formularios, sesiones de trabajo y entrevistas para la elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo planificado de equipos médicos críticos del Hospital Cruz Azul.

Tipo de estudio.

El tipo de estudio del presente trabajo es de carácter descriptivo-aplicado con método deductivo dado a que se va a deducir a través de la observación la importancia del funcionamiento y demostrar en qué condiciones opera el equipo.

3.2. Universo, Población y Muestra.

Universo: el universo de una población es el conjunto de individuos que componen esa población y para los cuales serán válidos los resultados y conclusiones de nuestro trabajo. Tales individuos poseen determinados atributos y propiedades específicas que les son propios y que les hacen diferentes de otras poblaciones (Sequeira V, 1994).

El universo del presente trabajo estuvo comprendido por los equipos médicos del Centro Hospitalario Cruz Azul, con los que se hace posible brindar y garantizar el servicio de salud de dichos equipos, los cuales se representan en la tabla 3.2.1 .



Tabla 3.4.1: Equipos Médicos Hospital Cruz Azul.

| EQUIPO MÉDICO HOSPITAL CRUZ AZUL | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Electrocardiógrafo | Ventilador |
| Bomba de Infusión | Monitor Multiparametro |
| Nebulizador | Lámpara Fototerapia |
| Ultrasonido | Kit Laringoscopio ADC |
| Succionador Eléctrico | Glucómetro |
| Desfibrilador | Auto Clave |
| Monitor Cardíaco | Monitor de Signos Vitales |
| Negatoscopio | Succionador Pediátrico |
| Otoscopio/Oftálmico Pared | Hemodiálisis |
| Torre de Endoscopia | Arco en C |
| Torre de Laparoscopia | Mamógrafo |
| Electrocauterio | Rayos x |
| Colonoscopia | Tensiómetro |
| Gastroscopia | Analizador de Orina |
| Máquina de Anestesia | Centrifuga |
| Incubadora | Microscopio |
| Cuna Térmica | Reveladora de Rayos X |

Fuente: Propia

Población: está formada por elementos o unidades que se encuentran localizadas en determinado lugar o región geográfica y en un tiempo o período de tiempo dado (Valinda Sequeira, 1994).

La población es la totalidad de los elementos que conforman un conjunto, en este caso se tomaron como población de estudio los Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul.

Muestra y Tamaño de muestra.

Muestra: es un número menor de sujetos u objetos que tienen las mismas características de la población (Sequeira V, 1994).

Se tomaron como muestra los equipos médicos críticos del Hospital Cruz Azul.

La muestra de este proyecto es no probabilístico con carácter intencional, para este estudio se utilizó la muestra por conveniencia que (Sampieri, 2010) se utiliza para casos disponibles a los cuales se tienen acceso.



Los equipos médicos críticos que se seleccionaron son 6 debido a que la empresa solo se nos permitió trabajar con estos los que se muestra en la Tabla 3.2.2 en las cuales se presentan las imágenes de los equipos críticos en Anexo2.

Tabla 6.2.2 Muestra de Equipos Médicos Críticos.

| EQUIPOS MÉDICOS CRÍTICOS |
|---------------------------|
| Incubadora |
| Ventilador |
| Máquina de anestesia |
| Desfibrilador |
| Monitor de Signos vitales |
| Hemodiálisis |

Fuente: Propia

3.3. Método de investigación.

Los métodos de investigación son procedimientos ordenados que se siguen para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar al conocimiento. Existen muchas versiones de métodos, y en general implican procesos de análisis, síntesis, inducción y deducción. (Jurado, 2002).

Para este estudio se hizo uso del método de observación científica ya que consiste en la percepción directa del objeto de investigación y por ello que a través del uso de este instrumento se conoció la realidad de la empresa mediante la percepción de los objetos y fenómenos a los que está sujeta la misma.

Fuentes y técnicas de recolección de información.

Por la característica del contexto donde se desarrolla la investigación, la fuente de recolección de datos es de orden primario (López, 2010).

Debido a que la información la obtendremos de la realidad, en este caso son la entrevista a los trabajadores a los cuales se les consultaran y la observación en el centro hospitalario.

Fuentes primarias: son los datos obtenidos "de primera mano", por el propio investigador o, en el caso de búsqueda bibliográfica, por artículos científicos,



monografías, tesis, libros o artículos de revistas especializadas originales, no interpretados. (Sampieri, 1992)

La información se obtuvo por medio de sesiones de trabajo en la empresa, a la vez fue importante la entrevista al personal que pudo aportar información relevante sobre el funcionamiento de los equipos médicos críticos.

Fuentes Secundarias: se refieren a todos aquellos portadores de datos e información que han sido previamente retransmitidos o grabados en cualquier documento, y que utilizan el medio que sea. Esta información se encuentra a disposición de todo investigador que la necesite (Eyssautier, 2002).

Con respecto a las fuentes secundarias se recopiló de libros y documentos sobre mantenimiento y equipos médicos, manuales de la organización mundial de la salud para la elaboración de este trabajo.

Las Técnicas de Recolección de Datos:

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información y los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. (Arias, 1976)

Observación Estructurada: se aplicó en el área de electromedicina y Mantenimiento, además de trabajos en proceso efectuado por los trabajadores en las instalaciones, con el fin de determinar si los equipos cuentan con el mantenimiento y el uso que se le dan a los mismos.

Entrevista no estructurada: realizadas con el objetivo de recolectar la información necesaria para conocer más fondo la problemática que atraviesa la empresa a la hora de realizar el mantenimiento a los equipos.

3.4. Resumen Metodológico.

El resumen del diseño metodológico se presenta a través de la matriz de Operalización de variables independientes, donde en él se reflejan los objetivos específicos, las variables conceptuales, subvariables o dimensiones, variables operativas, la fuente y especificando el tipo de técnica que se utiliza a como se muestra la Matriz de Operalización de Variables en la Tabla 3.4.



Tabla 3.9.1: Matriz de Operalización de Variables Independiente.

| Objetivos Específicos | Variable Conceptual | Sub Variables o Dimensiones | Variable Operativa Indicador | Fuente | Técnicas de Recolección de Datos e Información y actores participantes | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|--|------------|----------------|----------------------------|---------------------|-------------|
| | | | | | Encuesta | Entrevista | Causa y Efecto | Auditoria de Mantenimiento | Análisis Documental | Observación |
| Categorizar los equipos médicos críticos del Hospital Cruz Azul en base al manual de la Organización Mundial de la Salud. | Equipos Médicos | Nivel de Riesgo | Alto Riesgo Medio Riesgo Bajo Riesgo | OMS | | | | | ✓ | ✓ |
| Describir las condiciones operacionales de los equipos médicos críticos del hospital cruz azul mediante el diagrama de Ishikawa. | Equipos Médicos Críticos | Estado de los equipos | Produce daño al paciente u operador Produce la muerte al paciente | Encargado de Mantenimiento | | | ✓ | | | ✓ |
| Evaluar el mantenimiento de los equipos médicos críticos que implementa la empresa mediante auditoría de mantenimiento. | Auditoría de Mantenimiento | | Extensivo Promedio Mínimo | Encargado de mantenimiento | | ✓ | | ✓ | | |
| Elaborar una propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos médicos críticos del Hospital Cruz azul que evite el fallo imprevisto y asegure la vida del paciente | Propuesta de Mantenimiento | Fichas técnicas | Favorable No Favorable | Ingeniería Clínica | | | | | ✓ | |

Fuente: Propia.



4. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de haber terminado el diseño metodológico procedemos con el desarrollo y análisis de resultados, el cual está estructurado en cuatro acápite, donde se utilizaron las técnicas de recolección de datos en el transcurso de los trabajos realizados en la empresa mediante las pasantías profesionales en dicho lugar.

4.1. Categorización de los equipos médicos del Hospital Cruz Azul en base al Manual de la Organización Mundial de la Salud.

Antes de categorizar los equipos médicos críticos presentamos la propuesta de Organigrama para la empresa médica en la cual se presentan las diferentes áreas que posee la empresa, corrigiendo los errores que tiene el organigrama facilitado por esta, eliminando los errores y dándole el nivel jerárquico adecuado, además de sugerir el área de mantenimiento para equipo médico el cual se presenta en la ilustración 4-1.

Mediante la guía de observación estructurada (ver Anexo 3) aplicada durante las visitas realizadas a las instalaciones del centro hospitalario Hospital Cruz Azul, se identificaron las diferentes áreas con las que cuenta la empresa y los equipos que estas poseen las cuales se presentan a continuación:

El hospital cruz azul está compuesto por 10 áreas, estas áreas son: *Emergencia, Laboratorio, UCIP (Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos), UCI (Unidad de Cuidados Intensivos), Imagenología, Unidad de Hemodiálisis, Sala de Operaciones, Uro análisis y Endoscopia.*

En las áreas antes mencionadas por las cuales está compuesta la empresa se encuentran distribuidos los diferentes equipos médicos y a continuación se describirá cada área y los equipos con los que cuenta cada una de ellas.

Área de Emergencia: esta área es donde ingresan todos los pacientes con sintomatología aguda o por algún accidente y está compuesta por el personal médico el cual se compone por personal médico en este caso: emergenciólogo, médico base, enfermeras, recepcionista, asistentes clínicos además de 6 consultorios y cuenta con los equipos médicos que se muestran en la Tabla 4.1.1.



Tabla 4.1.1: Equipos Médicos Área de Emergencia.

| EMERGENCIA |
|-----------------------|
| Electrocardiograma |
| Bomba de infusión |
| Nebulizador |
| Electrocardiógrafo |
| Ultrasonido |
| Succionador Eléctrico |
| Desfibrilador |
| Monitor Cardíaco |
| Negatoscopio |

Fuente: Propia

Área de Quirófano o Sala de Operación: como su nombre lo dice es para la realización de cirugías, procedimientos quirúrgicos como cesáreas, apendectomía, biopsia del seno, entre otras; dentro de esta área se encuentran los equipos médicos de la Tabla 4.1.2

Dentro de esta área se encuentra la sala de recuperación, aquí es donde los pacientes se quedan después de salir de las cirugías en espera a que pase la anestesia para ser estabilizados y luego son trasladados a una habitación.

También esta central de equipos, esta se encarga de suministrar lo que son los materiales de reposición periódica, vestimenta del personal de Rayos X y también de la esterilización de los instrumentos que se ocupan en las cirugías.

Tabla 4.1.2 Equipos Médicos de Quirófano.

| QUIRÓFANO O SALA DE OPERACIÓN |
|-------------------------------|
| Monitor de Signos Vitales |
| Electrocauterio |
| Desfibrilador |
| Succionador Eléctrico |
| Negatoscopio |
| Máquina de anestesia |
| Microscopio |
| Succionador pediátrico |
| Cuna Térmica |
| Negatoscopio |
| Torre laparoscópica |
| Autoclave |
| Máquina de anestesia |

Fuente: Propia



Área de (UCI) Unidad de Cuidados Intensivos: en esta unidad se encuentran los pacientes que han salido de una cirugía grave y necesitan ser estabilizados, pacientes que durante su ingreso al hospital presentaron complicaciones y pacientes que por la naturaleza de su enfermedad tienen complicaciones las cuales ameritan vigilancia las 24 horas al día, esta área cuenta con los equipos que se presentan en la Tabla 4.1.3.

Tabla 4.1.3. Equipos Médicos de la Unidad de Cuidados Intensivos.

| UCI |
|----------------------------------|
| Electrocardiógrafo |
| Kit Laringoscopio ADC Dos Mangos |
| Glucómetro |
| Negatoscopio |
| Ventilador |
| Desfibrilador |

Fuente: Propia.

Área de (UCIP) Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos: esta unidad se atienden a los niños que debido a la gravedad de su enfermedad o el tipo de control médico requerido deben tener un cuidado especializado de manera permanente de acuerdo a su estado de salud, este posee los equipos médicos que se muestran en la Tabla 4.1.4.

Tabla 4.1.4 Equipos Médicos de Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

| UCIP |
|---------------------------|
| Succionador Eléctrico |
| Monitor cardiaco |
| Bomba de infusión |
| Incubadoras |
| Monitores Multiparametros |
| Tensiómetros |
| Ventiladores |

Fuente: Propia.

Área de Laboratorio: esta área es la que se encarga de decepcionar las muestras para la elaboración de exámenes de sangre, orina y patología, los equipos que son utilizados en esta área se muestran en la Tabla 4.1.5.



Tabla 4.1.5. Equipo Médico para el Área de Laboratorio.

| LABORATORIO |
|-------------|
| Microscopio |
| Centrífuga |

Fuente: Propia.

Área de Imagenología: en esta área se realizan los exámenes de imagenología como los son los ultrasonidos, rayos x y las revelaciones de esos exámenes, tales equipos utilizados en esta área están presentados en la Tabla 4.1.6.

Tabla 4.1.6. Equipo Médico de Imagenología.

| IMAGENOLOGIA |
|---------------------|
| Reveladora de Rayos |
| Ultrasonido |
| Rayos X |
| Arco en C |

Fuente: Propia.

Área de Endoscopia: es un área que realiza procedimientos en la búsqueda y extirpación de cuerpos extraños que se encuentran dentro del organismo, estos pueden estar dentro del estómago entre otras partes al igual tomar muestras y tratar ciertas enfermedades; en la Tabla 4.1.7. Se muestran los equipos que se utilizan.

Tabla 4.1.7 Equipos Médicos del Área de Endoscopia.

| ENDOSCOPIA |
|-----------------------------|
| Equipo de succión eléctrico |
| Torre de endoscopia |
| Electrocauterio |
| Colonoscopio |
| GastroscoPIO |
| Máquina de anestesia |

Fuente: Propia.

Unidad de Hemodiálisis: se encarga de los pacientes con insuficiencia renal aguda e insuficiencia renal crónica, cuando los pacientes entran en fase 4 y 5 en ese momento se realiza la aplicación de hemodiálisis, es aquí donde los riñones están en 20% de su funcionamiento.



La unidad de hemodiálisis está compuesta por tres sub áreas, el área donde se practican las hemodiálisis, UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) y su propio quirófano. Los equipos que se encuentran en esa área de presentan en la Tabla 4.1.8.

Tabla 4.1.8. Equipos Médicos de Unidad de Hemodiálisis.

| UNIDAD DE HEMODIÁLISIS |
|-------------------------|
| Máquina de Hemodiálisis |
| Máquina de Anestesia |
| Electrocauterio |
| Monitores |
| Ventiladores |

Fuente: Propia.

Neonato: en esta se encuentran los recién nacidos y esta área es la encargada de los problemas adaptativos de los recién nacidos sanos y enfermos, esta es la encargada de la atención y cuidado de la salud del niño a como se muestra en la Tabla 4.1.9.

Tabla 4.1.9: Equipos Médicos De Neonato.

| NEONATO |
|------------------------|
| Incubadora |
| Cuna Térmica |
| Ventilador |
| Monitor Multiparametro |
| Bomba Infusión |
| Lámpara Fototerapia |
| Succionador Eléctrico |

Fuente: Propia

Después de describir las áreas que posee el hospital y los equipos médicos que se encuentran en ellas procedemos a la categorización de los equipos según la Organización Mundial de la Salud en su Manual de Mantenimiento de Equipos Médicos, el cual nos dice que son clasificados según su nivel de riesgo, los cuales son tres: Alto Riesgo, Medio Riesgo y Bajo Riesgo.

Este trabajo se llevó a cabo con los equipos médicos de alto riesgo o mejor conocidos como “críticos” estos son equipos de soporte a la vida, resucitación y aquellos en que un fallo pueda causar serios daños a pacientes u operador.



En la presente Tabla N°4.1.10 se presentan los equipos médicos que pertenecen a esta categoría según el Manual de Mantenimiento de Equipos Médicos.

Tabla 4.1.10 Equipos Médicos Críticos.

| EQUIPOS MÉDICOS CRÍTICOS | |
|---|---|
| Unidad de Anestesia y Vaporizadores | Analizadores y Monitores de Oxígeno |
| Ventiladores de Anestesia | Marcapasos |
| Monitor de Apnea (neonatal) | Unidad de Diálisis Peritoneal |
| Unidades de Autotransfusión | Unidades de Fármaco-Emulsificación |
| Desfibriladores | Monitores de variables fisiológicas |
| Sistema de Diagnóstico Radiológico / Medicina Nuclear | Calentadores |
| Equipos de Electrocirugía | Inyectores radiográficos |
| Monitores Fetales | Resucitadores Cardíacos |
| Unidad de Bypass Corazón Pulmón | Resucitadores Pulmonares |
| Equipos de hemodiálisis | Esterilizadores |
| Humificadores | Reguladores de succión traqueal |
| Unidad de Hipo/Hipertermia | Aspiradores (emergencia) |
| Incubadoras | Torniquetes Neumáticos |
| Bombas de Infusión | Monitores transcutáneos (invasivos) |
| Bombas Intra – Aorta | Unidades Medidoras de Presión Sanguínea invasivas |
| Láseres | Capnómetros |
| Oxímetros | Ventiladores |

Fuente: OMS

Luego de conocer los diferentes equipos médicos categorizados como críticos de acuerdo a la normativa establecida por la OMS señalada en la tabla anterior, se realizó la identificación de los equipos críticos que se encuentran en el hospital y en sus respectivas áreas de pertenencia, los que se presentan en la Tabla 4.1.11.

Tabla 4.1.11. Equipos Médicos Críticos y Áreas en las de pertenencia.

| EQUIPO MÉDICO CRÍTICO | ÁREAS A LAS QUE PERTENECE EL EQUIPO |
|-----------------------------------|--|
| Máquina de Anestesia | Quirófano o Sala de Operación, Unidad de Hemodiálisis, Endoscopia |
| Desfibrilador | Quirófano o Sala de Operación, UCI, Emergencia |
| Equipo de Hemodiálisis | Unidad de Hemodiálisis |
| Incubadora | UCIP, Neonato |
| Bomba de Infusión | Emergencia, UCIP, Neonato |
| Esterilizador(Auto Clave) | Quirófano o Sala de Operación, Bacteriología |
| Succionador o Aspirador Eléctrico | UCIP, Emergencia, Neonato, Quirófano o Sala de Operación, Endoscopia |
| Ventiladores | Unidad de Hemodiálisis, UCIP, Neonato, UCI |
| Monitor Multiparametro | UCIP, Neonato, |
| Monitor de Signos Vitales | Quirófano o Sala de Operación |
| Auto Clave | Bacteriología, Quirófano o Sala de Operación |
| Monitor | Unidad de Hemodiálisis |

Fuente: Hospital Cruz Azul

De los 36 equipos que pertenecen a la categoría de críticos, únicamente 12 de los que encajan en la categoría críticos se encuentran presentes en el Hospital. De



estos 12 equipos médicos críticos se eligieron 6 debido a que son los que estaban al alcance y se pudo acceder a ellos sin restricciones los que se muestran en la tabla 4.1.12.

Tabla 4.1.12 Equipos Médicos Críticos Tomados Como Muestra

| EQUIPO MÉDICO CRÍTICO | ÁREAS A LAS QUE PERTENECE EL EQUIPO |
|---------------------------|---|
| Máquina de Anestesia | Quirófano o Sala de Operación, Unidad de Hemodiálisis, Endoscopia |
| Desfibrilador | Quirófano o Sala de Operación, UCI, Emergencia |
| Equipo de Hemodiálisis | Unidad de Hemodiálisis |
| Incubadora | UCIP, Neonato |
| Ventiladores | Unidad de Hemodiálisis, UCIP, Neonato, UCI |
| Monitor de Signos Vitales | Quirófano o Sala de Operación |

Fuente: Hospital Cruz Azul

Los equipos médicos categorizados como críticos según el Manual de Mantenimiento de los Equipos Médicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), necesitan mayor atención por lo que deben estar en constante mantenimiento, debido a que un fallo en estos puede causar riesgo en la salud tanto del paciente como del operario.

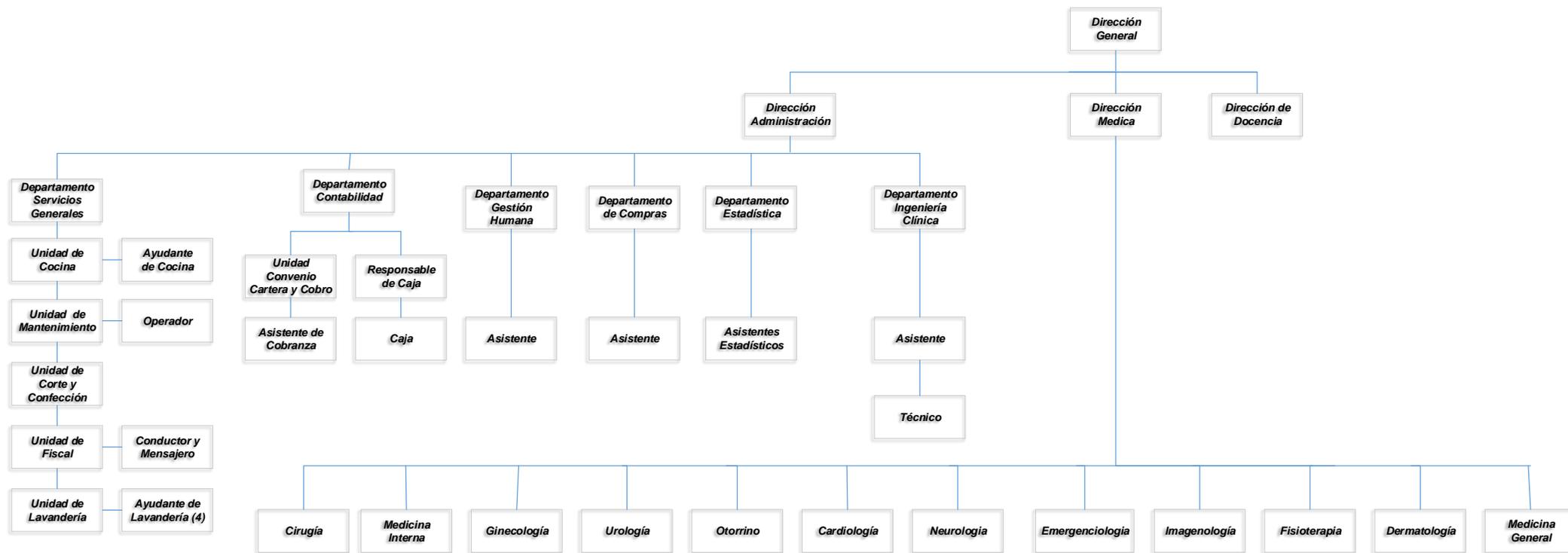


Ilustración 4-1 Organigrama Propuesto. Fuente: Propia.



4.2. Analizar las condiciones operacionales de los equipos médicos críticos del hospital cruz azul mediante el diagrama de Ishikawa.

Luego de haber categorizado los equipos médicos del hospital cruz azul en el objetivo anterior se procedió a la descripción del problema que están presentando los equipos (Incubadora, Máquina de anestesia, Desfibrilador, Monitor de signos vitales, Unidad de Hemodiálisis, Ventilador) a través del diagrama de causa y efecto.

Durante las visitas realizadas al Hospital Cruz Azul mediante la guía de entrevista no estructurada (Ver Anexo 4), se pudo detectar la principal causa que genera el deterioro de los 6 equipos médicos críticos de dicha empresa.

A continuación se presentara una lista de las causas que pueden contribuir de manera directa a la obtención de dicho efecto.

Lista de sub-causas correspondiente a cada causa principal

Mano de Obra:

- ✓ Falta de técnicos especializados
- ✓ Falta de capacitación
- ✓ Poco personal

Materiales:

- ✓ Retraso en el servicio
- ✓ Demora en el mantenimiento

Máquinas:

- ✓ Falta de interés por parte de la institución
- ✓ Disminuye la vida útil del equipo

Método:

- ✓ Alta frecuencia de averías
- ✓ No hay planificación
- ✓ No hay organización en el área de electro medicina



Se debe tomar en cuenta la relación que debe tener la cadena causal desde la causa subsidiaria del problema analizado el cual es la no implementación del Mantenimiento Preventivo Planificado, asegurando que cada cadena causal tenga un orden lógico para una adecuada interpretación del diagrama Causa-Efecto.

Interpretación del diagrama Causa-Efecto

Gracias al diagrama de Ishikawa en donde el efecto principal es la no implementación del mantenimiento por parte de la empresa Médica Cruz Azul incurre en altos costos por la adquisición de nuevos equipos médicos críticos por lo que se puede analizar de una manera más precisa detallada las causas principales y las subcausas que originan este efecto.

Se tomaron en cuenta las 4 M cuales son: Mano de Obra, Métodos, Maquina, Materiales. Se analizaron cada una de las causas encontradas y a como se muestra en el diagrama podemos observar la causa y los problemas que presentan (Subcausas) por no tener el plan de mantenimiento a como se muestra en la ilustración 4-1.

A continuación de se describen los componentes que se mencionaron anteriormente del diagrama de Ishikawa:

Mano de obra

El problema central que se presenta en la mano de obra es la falta de conocimiento del personal de electromedicina en cuanto a la complejidad y el manejo de los equipos médicos críticos. El Hospital no cuenta con un personal técnicamente calificado, es poco el personal apenas cuentan con 3 personas para la cantidad de equipos con los que cuenta para brindar la atención y que no solo le dan respuesta a los equipos que se encuentran dentro del hospital, si no que tienen que atender a las filiales de todo el país.

Máquina

La carencia de herramientas y de instrumentos de prueba forman parte de las causas por las cuales el mantenimiento de los equipos es deficiente en el hospital, la administración y la dirección no le dan la debida importancia al mantenimiento para ellos es sinónimo de gastos, por tanto no se dan cuenta que incurren en más gastos



por la adquisición de equipamiento nuevo. Si el área de Electromedicina tuviese toda la instrumentación adecuada la vida útil de los equipos se prolongaría y la calidad del servicio seria excelente.

Materiales

Debido a la falta de un stock de repuestos los trabajos se van acumulando y en ocasiones esto provoca más daño en el equipo por estar en abandono en espera de su repuesto.

Métodos

Al no realizar inspecciones a los equipos médicos críticos al inicio de cada jornada laboral, es la muestra que no hay una rutina de mantenimiento, por lo que se puede observar que es un área completamente desorganizada, por tanto sin una rutina de inspección el número de fallas o averías en los equipos será mayor, lo que al momento de hacer el diagnóstico para su reparación los gastos serán mayores o peor aún se tendrá que dar de baja al equipo porque ya no se puede hacer nada por él, incurriendo en la compra de otro nuevo.

Luego de haber interpretado el diagrama de Ishikawa se puede ver claramente que el no poseer un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos está generando en el hospital altos costos debido a que cuando un equipo médico crítico se deteriora debe de realizarse un mantenimiento correctivo pero cuando este no tiene reparación se debe comprar nuevamente, lo que no es favorable ya que cada equipo de la categoría critico es muy costoso.

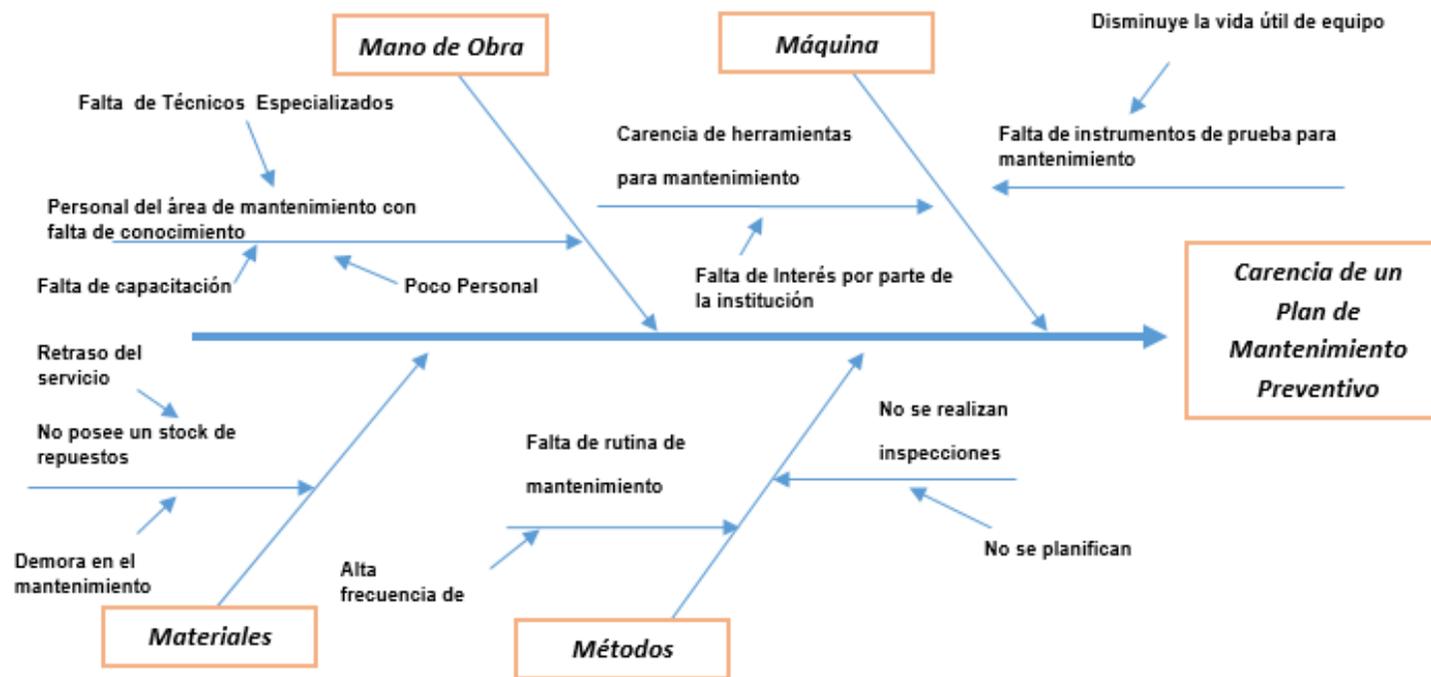


Ilustración 4-2 Diagrama de Causa y Efecto. Fuente: Propia.



4.3. Evaluación del mantenimiento que tiene actualmente la empresa mediante una auditoría de mantenimiento.

Después de haber descrito la problemática que presentan los 6 equipos médicos críticos a través de la técnica de diagrama de Ishikawa procedemos al análisis del mantenimiento que tiene actualmente la empresa por medio de una auditoría de mantenimiento.

Durante el proceso de realización del presente trabajo de propuesta de un plan de mantenimiento para 6 equipos médicos de categoría críticos para el Hospital Cruz Azul se aplicó la guía de entrevista (Ver Anexo 4) al encargado del área de Electromedicina, esto con el fin de recoger información de las áreas para realizar la auditoría, el objetivo de esta auditoría es conocer los problemas que atentan contra la disponibilidad y confiabilidad del equipamiento médico en el Hospital Cruz Azul de la ciudad de Managua, esto es imprescindible para brindar un servicio hospitalario seguro y eficiente, que permita identificar las principales deficiencias de la gestión de mantenimiento; además se muestra la implementación de la metodología, el modelo matemático empleado y los resultados.

El mantenimiento hospitalario implica una enorme responsabilidad, el funcionamiento eficiente y efectivo de cada una de las partes que lo componen, el nivel de respuesta que se espera en cada situación están cimentados en una buena gestión del mantenimiento. Los médicos, enfermeras y técnicos confían en los servicios y en el equipamiento que está en sus manos.

Metodología para auditar la gestión de mantenimiento.

A continuación se expondrá resumidamente la metodología utilizada, según Fernando Espinoza Fuentes, acápite 2.1.8 que se expuso en el marco teórico para auditar las 9 áreas del Hospital.

De acuerdo a la teoría planteada en el marco teórico acápite 2.1.8 las fases de la auditoría se describen en 6 etapas de trabajo:



4.3.1. Etapa A. Estudio y Familiarización de la Organización.

Consiste en caracterizar el tipo de mantenimiento que es implementado actualmente en la empresa, esta información es indispensable debido a que los que realizaron la auditoria son externos.

A como se muestra en la Tabla N°4.3.1.1 Etapa A. Identificación y caracterización de la empresa esta se compone por 14 incisos los cuales deben de ser llenados con información que brinda la empresa; y al final de la tabla se muestran las observaciones y comentarios sobre la información brindada.

Tabla 4.3.1.1: Etapa A. Identificación y caracterización de la empresa.

| | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| A1. Nombre de la empresa: | HOSPITAL CRUZ AZUL | | | |
| A2. Fecha de la auditoria: | 17 de Septiembre | | | |
| A3. Nombre del auditor: | Susy Aguilar y Mayra Pastora | | | |
| A4. Nombre encargado de mantención: | Ing Leonardo Pino | | | |
| A5. Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en la clase | Estandar | Diseño Especial | Específico | Total |
| | 3 | 6 | 3 | 12 |
| A6. Posee departamento de mantención | Si ----A7 | | | |
| | No ----A9 | | | |
| A7. N° de turno de la jornada | | | | |
| A8. N° de Personal de mantención por turno | Primer Turno | Segundo Turno | Tercer Turno | Total |
| | | | | |
| A9. Dependencia del departamento de mantención | Jerarq. Propia | Depend. Produc | Sin Organización | |
| | | | X | |
| A10. Realización del mantenimiento | Contratista | Operarios Equipo | Especialistas | No hay mant. |
| | X | X | X | X |
| A11. Como se clasifica la mantención | Correctiva | Preventiva | Sintomática | Otro Tipo |
| | X | | | |
| A12. Posee bodega de repuestos | Si ----A13 | | | |
| | No ----A14 | | | |
| A13. Dependencia de la bodega | Mantención | Producción | Otra | |
| | | | | |
| A14. Satisfacción del abastecimiento | Bueno | Regular | Malo | |
| | | | X | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

| |
|---|
| Observaciones y comentarios: |
| <p>El hospital no posee un área independiente de mantenimiento para equipos médicos, cuenta un área que se denomina Electromedicina que depende del departamento de Servicios Generales. Su jornada laboral es de 8 horas no hacen turnos, pero realizan horas extras en las cuales reportan más de las realizadas. El mantenimiento es realizado por especialistas en algunas áreas como Hemodiálisis que es realizada por NIPRO las máquinas de hemodiálisis son cuales son pertenecientes a ellos, el hospital solo presta las instalaciones para las áreas restantes es el personal técnico del hospital quien realiza las reparaciones. El mantenimiento del hospital es plenamente correctivo; no poseen stock de repuestos solo poseen una bodega pero esta es para materiales administrativos y esta se encuentra abastecida.</p> |



4.3.2. Etapa B. Evaluación de las de Rutas Críticas de Inspección.

El segundo paso de la Auditoría es la evaluación de las rutas críticas de inspección como son: sectorización que se ha hecho de la planta, identificación de la criticidad de los equipos y estimación del tiempo de mantenimiento.

Para esto se implementa el siguiente cuestionario el cual se compone de 12 interrogantes las cuales deben de contestarse según la puntuación de la alternativa que mejor describe la situación a como se presenta en la Tabla N° 4.3.2.1 Etapa B.

Tabla 4.3.2.1: Etapa B: Criticidad de Rutas de Inspección.

| Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación | | | |
|---|-------------|------------------|-----------|
| B.1 ¿Tiene las áreas separadas por algún criterio? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | | | 5 |
| B. 2 ¿Tiene identificados por algún código sus equipos? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | | | 5 |
| B.3 ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| B.4 ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro? | No (1) | Algunos (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| B.5 ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique los equipos? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| B.6 ¿Tienen líneas de paralelo en su sistema de producción o servicio? | No (X) | | Si (X) |
| | | | X |
| B.7 ¿Tienen identificadas las líneas según su criticidad para el proceso? | No (X) | Es única (X) | Si (X) |
| | | | X |
| B.8 ¿Algunos equipos producen cuello de botella? | No (X) | | Si (X) |
| | | | X |
| B.9 ¿Tienen identificados para cada equipo los riesgos para el operario? | No (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| B.10 ¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción? | No (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| B.11 ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento del equipo? | No (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | 3 | |
| B.12 ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantención que puede hacer? | No (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

4.3.3. Etapa C. Manejo de Datos Acerca de Cada Equipo.

Para seguir con esta Auditoría se procedió a la parte de manejo de datos acerca de cada equipo, en esta etapa se recaban antecedentes de la información sobre los equipos, como son los catálogos, fichas técnicas, fichas de inventario, además de



datos que son importantes en el momento de planificar el mantenimiento como son: tasas de fallos, medios para el mantenimiento entre otros, el objetivo de esta sección es evaluar el grado de conocimiento acerca de los recursos de información y medios. Para evaluar esto se hará uso del siguiente cuestionario compuesto por 12 preguntas que al igual que la Etapa B. Tabla N°4.3.3.1.

Tabla 4.3.3.1: Etapa C. Manejo de la Información Sobre Equipo.

| Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación | | | |
|---|-------------|------------------|-----------|
| C1. ¿Posee los catálogos de información técnica de todos los equipos? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.2 ¿Posee fichas de inventario para cada equipo? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.3 ¿Tiene procedimientos de trabajo de mantención establecidos? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.4 ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantención? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.5 ¿Posee registros de las mantenciones para cada equipo? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | | 3 | |
| C.6 ¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | | 3 | |
| C.7 ¿Tienen un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.8 ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.9 ¿Tienen un registro de los implementos usados para la mantención? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todas (5) |
| | 1 | | |
| C.10 ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| C.11 ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| C.12 ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| C.13 ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| C.14 ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| C.15 ¿Tiene formación precisa para llevar índices de control de eficiencia? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

Observaciones y comentarios:

En el manejo de la información sobre los equipos como se puede observar están muy mal, solo con el hecho de no poseer registros de los trabajos realizados, no contar con fichas para los equipos se puede observar la falta de conocimiento técnico en el personal del área de electromedicina.

4.3.4. Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.

El siguiente bloque de preguntas está dirigido a evaluar cómo se está realizando el mantenimiento actualmente en base a aspectos como: rutinas básicas de



mantenimiento, recopilación de mantenencias realizadas, relación de horas de mantenimiento entre otras a como se muestra en la Tabla N°4.3.4.1.

La importancia de este aspecto es para asignar las prioridades en la ejecución de las tareas de mantenimiento, acumular e identificar costos y en un futuro próximo implementar las políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad de los equipos

Tabla 4.3.4.1: Etapa D. Estado del Mantenimiento Actual.

| Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación | | | |
|---|-------------|------------------|--------------|
| D.2 ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| D.2 ¿Los operarios de los equipos realizan las tareas simples de mantención? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| D.3 ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | 1 | | |
| D.4 ¿Se mantiene una bitácora de mantenencias diarias? | Ninguna (1) | Parcial (3) | Completa (5) |
| | 1 | | |
| D.5 ¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| D.6 ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento de cada grupo de repuestos? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| D.7 ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes en el período? | No(1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| D.8 ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos? | Ninguno (1) | Parcial (3) | Completo (5) |
| | 1 | | |
| D.9 ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| D.10 ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Toda (5) |
| | 1 | | |
| D.11 ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados? | Ninguno (1) | Parcial (3) | Completa (5) |
| | 1 | | |
| D.12 ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas? | Ninguno (1) | Parcial (3) | Completo (5) |
| | 1 | | |
| D.13 ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la mantención? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| D.14 ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones? | Ninguno (1) | Parcial (3) | Completo (5) |
| | 1 | | |
| D.15 ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo? | No (1) | A veces (3) | Si (5) |
| | 1 | | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

Observaciones y comentarios:

No existe un programa de mantenimiento que pueda coordinar estas actividades en beneficio de los equipos y de los pacientes.



4.3.5. Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.

En este paso de la auditoria el grupo de preguntas apunta a detectar el grado de uso de antecedentes, que fueron recopilados en el área y son la base para medir la efectividad del mantenimiento. Con estos datos podemos conocer la capacidad que se tiene para enfrentar la carga actual y determinar cuál es el costo asociada a las políticas de mantenimiento implementadas.

En la Tabla N°4.3.5.1 se muestra la recopilación de datos donde se entra en detalles de esto en los cuales se pregunta sobre los costos de adquisición, tasa de depreciación, costos de mano de obra, costos alternativos, entre otros.

Tabla 4.3.5.1: Etapa E. Antecedentes del Costo de Mantenimiento.

| Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación | | | |
|---|-------------|------------------|-----------|
| E.1 ¿Sabe en que año se adquirió cada uno de sus equipos? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| E.2 ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de los equipos? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| E.3 ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo? | Ninguno (1) | Parcialmente (3) | Todos (5) |
| | | 3 | |
| E.4 ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos de cada equipo? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.5 ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| E.6 ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción por falla? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| E.7 ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo? | No(1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| E.8 ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y el costo total del producto? | NO (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.9 ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantenimiento y producción? | No (1) | Aproximado (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.10 ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado? | Ninguna (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.11 ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| E.12 ¿Lleva un control estadístico de los gastos por mantenimiento por equipo? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.13 ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.14 ¿Sabe donde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| E.15 ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | 1 | | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento



4.3.6. Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.

El último grupo de preguntas están dirigidas a medir el aspecto relacionado principalmente con el manejo de los índices de control a como se muestra en la Tabla N°4.3.6.1 en esta etapa se incluye este aspecto debido a que un sistema de gestión no puede ser implementado sin tener un punto de referencia sobre el cual se pueda medir la evolución de la efectividad del manejo de los recursos que le han sido asignados.

Luego de haber planteado y contestado los formularios de las 6 etapas mostrados en las Tablas, procedemos a la evaluación y presentación de los resultados.

Tabla 4.3.6.1: Etapa F. Efectividad del Mantenimiento Actual.

| Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación | | | |
|---|----------|------------------|-----------|
| F.1 ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.2 ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento? | No(1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.3 ¿Se lleva un control del estado de avance de las órdenes de trabajo (O.T)? | No (1) | Parcialmente(3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.4 ¿Conoce el lapso de Tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T? | No (1) | Parcialmente(3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| F.5 ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo? | No (1) | Parcialmente (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| F.6 ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar mantenimiento preventivo? | No (1) | Parcialmente(3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.7 ¿Tiene definido los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo? | No (1) | Parcialmnte (3) | Si (5) |
| | | 3 | |
| F. 8 ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados? | No(1) | Parcialmente (3) | Si(5) |
| | 1 | | |
| F.9 Sabe cuál es la relación de tiempos extras y tiempo de trabajos programados? | No (1) | Parcialmente(3) | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.10 ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y a la gente de mantenimiento? | Mala(1) | Reguar(3) | Buena (5) |
| | | 3 | |
| F.11 ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento? | Mala (1) | Regular (3) | Buena (5) |
| | | 3 | |
| F. 12 ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con el mantenimiento? | Mala(1) | Regular (3) | Buena(5) |
| | | 3 | |
| F.13 ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde con la tecnología del equipamiento? | No(1) | Parcialmente(3) | Alto(5) |
| | 1 | | |
| F.14 ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento? | Bajo(1) | Normal(3) | Alto(5) |
| | 1 | | |
| F.15 ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento? | No (1) | | Si (5) |
| | 1 | | |
| F.16 ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega? | No(1) | | Si (5) |
| | 1 | | |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

Observaciones y comentarios:

Las observaciones serán para las preguntas F.2, F.5, F.14, F.16.
 F.2: no pueden cumplir con los trabajos programados por que no tienen programa de mantenimiento.
 F.5 va a depender si en caja hay dinero para la adquisición de los repuestos, depende también el orden de importancia que le l administración.
 F14. Es bajo porque el equipo de electromedicina no se encuentra en su lugar de trabajo. F16. No pueden definir un punto de equilibrio de repuestos por que no cuentan con un stock.



4.3.7. Evaluación y Presentación de los Resultados.

Cada pregunta se valora con un puntaje de 1 cuando la situación es mala o desfavorable, con nota 3 para situaciones regulares o que pueden ser rescatables y con nota 5 cuando esta se encuentra bien implementadas o están cumpliendo con su objetivo, en el momento de realizar la entrevista.

El valor promedio del conjunto de preguntas para cada aspecto global considerado se representa en un gráfico de la Ilustración 4-2, acompañado de una calificación descriptiva. De esta forma se tiene una apreciación relativa de todos los aspectos para compararlos. Así se enfoca la atención en aquellos aspectos mal calificados y se tiene una guía para comenzar a estudiar al detalle del porque se da esta situación.

El criterio que se usó para definir la calidad del mantenimiento fue:

- $1,0 \leq \text{puntaje} \leq 1,6$: aspecto con deficiencias.
- $1,6 < \text{puntaje} \leq 3,3$: aspecto regular.
- $3,3 < \text{puntaje} \leq 5,0$: aspecto bien implementado.

Lo importante de esta asignación de puntajes es tener un valor de referencia para, primero tener una idea acerca del estado actual del mantenimiento y segundo poder comparar bajo una misma escala distintos aspectos involucrados en el mantenimiento, más que el valor en sí mismo.

Para analizar cada aspecto global individualizado en el grafico (Ilustración 4-2), se genera una serie Ilustraciones de gráficos (Ilustración 4-3, Ilustración 4-4, Ilustración 4-5, Ilustración 4-6 e Ilustración 4-7) en los cuales, bajo la misma escala de evaluación, se detallan los aspectos particulares incluidos en cada aspecto global.

Proceso de la aplicación de la auditoria. Llevar a cabo una auditoria no es solamente aplicar un cuestionario pre-elaborado, como herramienta operativa, sino que necesita es el análisis de los resultado de la Auditoria que se realiza en varias etapas previas y/o complementarias para obtener un resultado que sea de utilidad para la toma de decisiones de la administración y la dirección.



En la tabla 4.3.7.1 se observa el resumen de la Auditoría donde se analizaron los cinco cuestionarios, obteniendo cada uno una puntuación no favorable en las áreas donde estos fueron aplicados, obteniendo El análisis del mantenimiento actual que ejecuta el hospital la valoración más baja. Lo que nos indica que el sistema de mantenimiento de cruz Azul es deficiente de acuerdo a los criterios establecidos de calificación.

Tabla 4.3.7.1: Resumen de la Auditoria.

| Aspectos considerados | Valor | Calificación |
|-------------------------------|-------|--------------------|
| Criticidad de los equipos | 1.6 | Aspecto Deficiente |
| Manejo de la información | 1.5 | Aspecto Deficiente |
| Costos de mantención | 2.3 | Aspecto Regular |
| Mantenimiento actual | 1 | Aspecto Deficiente |
| Efectividad del mantenimiento | 1.7 | Aspecto Regular |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento.

La Ilustración 4-2 se puede observar los Aspectos evaluados en la tabla 4.3.7.1, estos Aspectos se evaluaron en un rango de 0 a 2.5 las escala que se ombserva en el grafico es de las deficiencias del mantenimiento y todos los elementos que conforman y ayudan a que la gestión del mantenimiento.

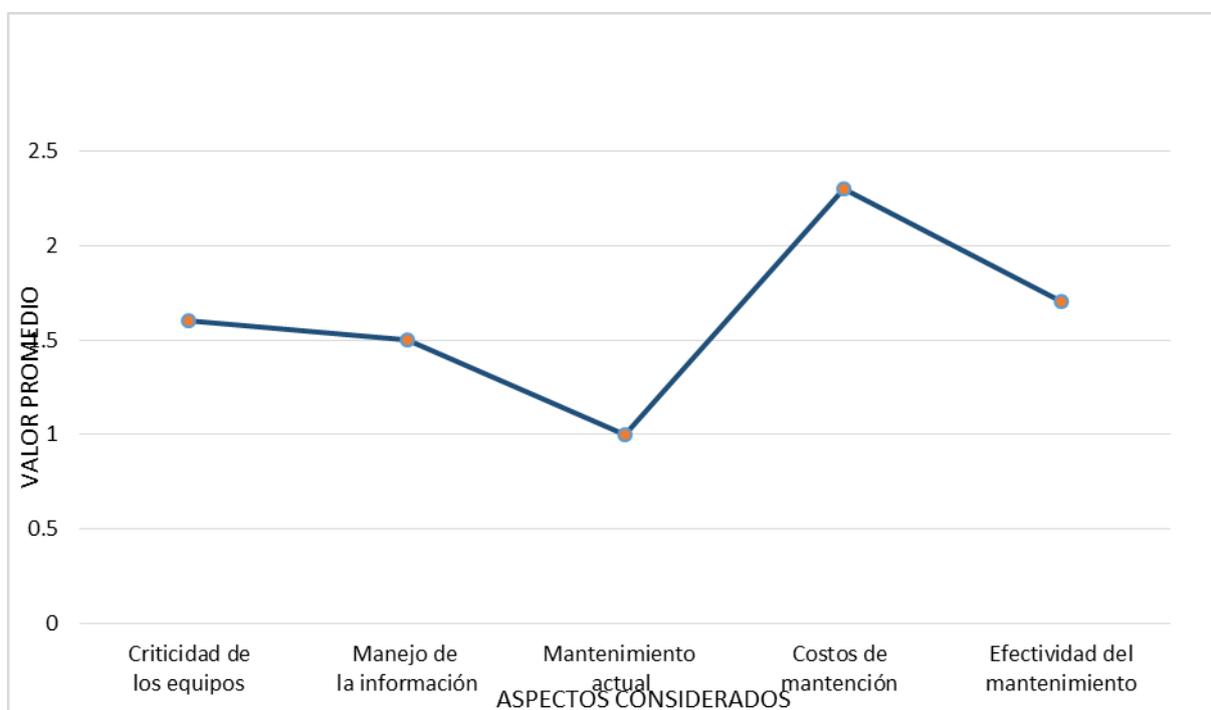


Ilustración 4-3 Grafico General. Fuente: Propia



B. Criticidad de Rutas de Inspección.

Para evaluar la ruta crítica se tomaron en cuenta todas las áreas del hospital que poseen equipamiento médico crítico como son: Área de Quirófano, Emergencia, UCI, UCIP, Neonato, Endoscopia y la unidad de hemodiálisis. Para la evolución del cuestionario B se llevó a cabo con análisis de tres aspectos generales que encierra todo el universo del cuestionario. Estos aspectos a evaluar son la sectorización de la planta que aquí se incluyen, la separación de las áreas por criterios, la clasificación de los equipos según su criticidad ante la falla, si tienen un layout que describa o identifique los equipos, si poseen líneas de paralelo en su servicio, evaluando estos requerimientos obtuvieron una puntuación de 1.5 que le da una calificación deficiente. El segundo aspecto a evaluar es la Criticidad de los equipos este aspecto lo compuesto por la respuesta de los equipos ante la fallas, la incidencia de fallas de los equipos, si estos equipos generan retraso y aglomeración de pacientes y los riesgos que estos representan a sus operarios, evaluando estos requerimientos se obtuvo una puntuación de 0.8 lo que le da una clasificación deficiente y el último aspecto a evaluar son las dimensionamientos de los tiempos de mantenimiento en este aspecto se incluyen el tiempo de utilización de los equipos, los tiempos estándares de mantenimiento de cada equipo, en este requerimiento se aplica solo en el área de Hemodiálisis que es realizado por NIPRO y el último requerimiento es el volumen de trabajo por mantenimiento para una puntuación de 1.3, obteniendo una calificación deficiente. La ruta de criticidad obtiene una valoración global de 1.6 quedando la primera etapa de la Auditoría con una clasificación deficiente. Los resultados se pueden observar en la Tabla 4.3.7.2.

Tabla 4.3.7.2: Criticidad de Rutas de Inspección

| B. Criticidad de la ruta de inspección ; su valor promedio global es de 1.6 | | | |
|--|--|--------------|---------------------|
| Preguntas | Aspectos individuales Considerados | Valor | Calificación |
| B1,B2,B5,B6 | Sectorización de la planta | 1.5 | Aspectos Deficiente |
| B3,B4,B7,B8,B9 | Criticidad de los equipos | 0.8 | Aspecto Deficiente |
| B10,B11,B12 | Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento | 1.3 | Aspecto Deficiente |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento



En la ilustración 3.4 se puede observar que en la ruta de inspección el aspecto con más deficiencia es la criticidad de los equipos.

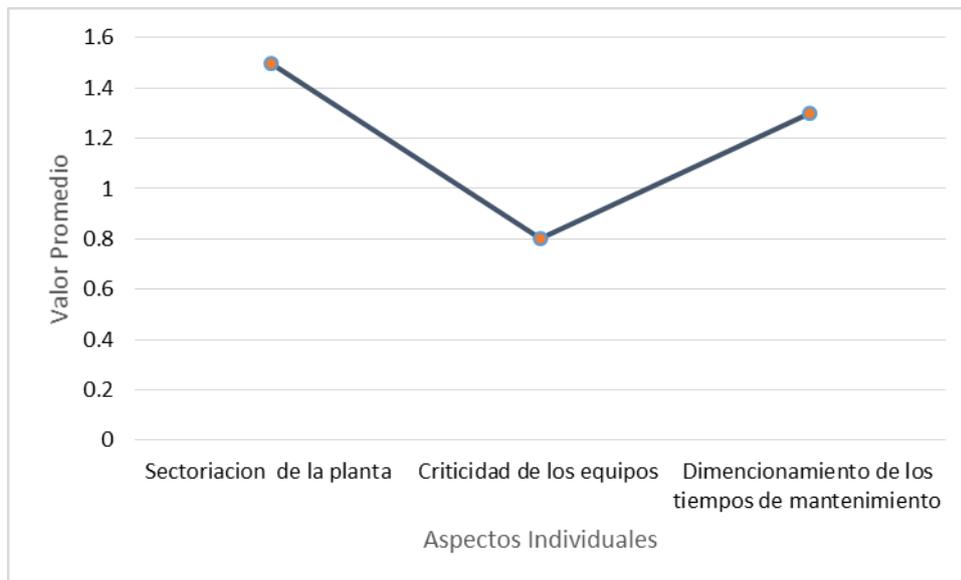


Ilustración 4-3 Detalle Criticidad de Inspección. Fuente: Propia

C. Manejo de la Información sobre los equipos.

La evaluación del manejo de la información se llevó a cabo en el área de electromedicina que es la encargada del mantenimiento del equipamiento médico del hospital. Para la evaluación de este cuestionario se tomaron en cuenta 4 aspectos individuales, el primer es la Información sobre los equipos si estos poseen catálogos, fichas d inventarios y si cada equipo posee un programa de mantenimiento, las cuales tuvieron una puntuación de 1 obteniendo una calificación deficiente. El segundo aspecto es sobre el mantenimiento que abarcan si tienen procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos, si los equipos poseen registros de trabajos de mantenimiento y si tienen registros de tiempo por cada trabajo de mantenimiento realizado. En la valoración tuvo una puntuación de 2.3 para una calificación deficiente. El tercer aspecto que se tomó en cuenta fue la información de los indicadores como son la tasa de fallas, la confiabilidad dl equipo y la información precisa para llevar índices de control de eficiencia. Obteniendo una valoración de 1.6 para una calificación deficiente. El último aspecto a evaluar el manejo del personal del área, si tienen registros de los técnicos que trabajan en los equipos y si estos técnicos están capacitados para darles mantenimiento a los



equipos. Este aspecto tuvo una valoración de 1 punto con una calificación deficiente. Los resultados se pueden observar en la Tabla 4.3.7.3 y su comportamiento en la ilustración 4-4.

Tabla 4.3.7.3: Manejo de la Información sobre los equipos

| C. Manejo de la información sobre los equipos. Valor global 1.5 | | | |
|---|--|-------|---------------------|
| Preguntas | Aspectos individuales Considerados | Valor | Calificación |
| C1,C2,C4 | Información sobre los equipos | 1 | Aspecto deficiente |
| C3,C5,C6 | Información sobre el mantenimiento | 2.3 | Aspectos deficiente |
| C10,C11,C15 | Información sobre indicadores | 1.6 | Aspecto deficiente |
| C13,C14 | Información sobre el manejo del personal | 1 | Aspecto deficiente |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

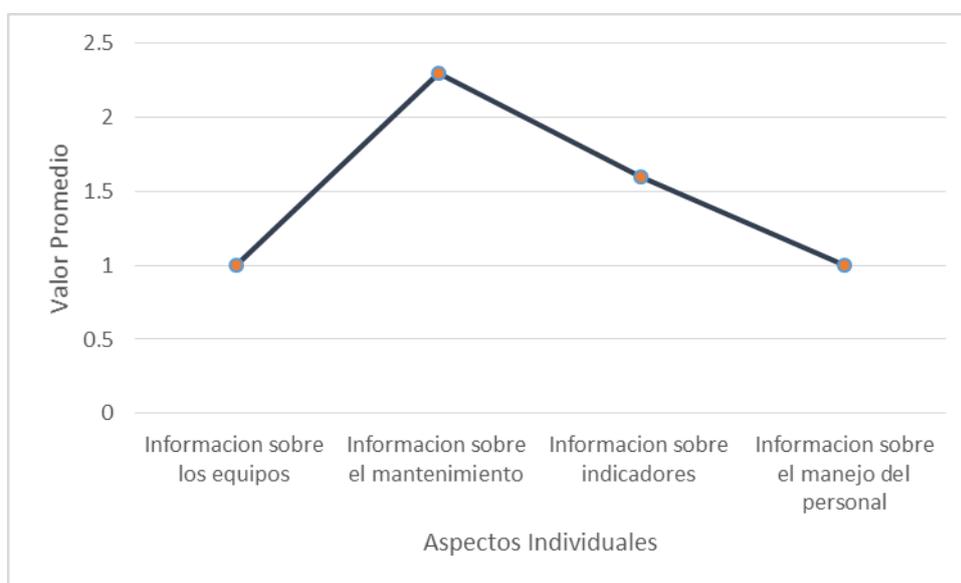


Ilustración 4-4: Detalle Manejo de Información. Fuente: Propia

D. Auditoria Sobre el Mantenimiento Actual.

La siguiente etapa de la Auditoria fue aplicada al mantenimiento que aplica el hospital a los equipos en estudio, se basa en la aplicación del cuestionario D, evaluando los aspectos como son la integración del personal de operaciones, evaluando si estas revisan todos los equipos cada vez que comienza la jornada laboral y si los técnicos realizan tareas simples de mantenimiento, por ejemplo limpieza externa de equipo, este aspecto resultó deficiente ya que no se cumplen ninguna de las dos.

El otro aspecto a evaluar es la programación de las tareas de mantenimiento, si estas tienen una rutina preestablecida de intervenciones diarias, una bitácora de



mantenimientos realizados diarios y si los datos recaudados por los técnicos son útil. Evaluando este aspecto se observa que no poseen nada de lo antes menciona por tanto es deficiente su desempeño.

El tercer aspecto a evaluar son los índices de control y retroalimentación en los cuáles se evalúa el control de las horas extras para la culminación de los trabajos, los registros de los trabajos de emergencia, el tiempo cuantificado en perdido por fallas, el tiempo cuantificado de demora en el mantenimiento, el tiempo que se demoran en hacer el mantenimiento y si poseen un control del tiempo empleado en las reparaciones. El mantenimiento que posee actualmente el hospital es deficiente no llevan un control de sus actividades y en cuanto a las horas extras se demoran mucho más de lo que la actividad lo amerita. Los resultados se pueden observar en la tabla 4.3.7.4 y el comportamiento en la ilustración 4-5. Su comportamiento es constante no varía no hay mejoras en el mantenimiento.

Tabla 4.3.7.4: Auditoria Sobre el Mantenimiento Actual.

| D. Auditoria sobre el Manteniminto Actual, Valor Promedio Global 1 | | | |
|--|--|-------|--------------------|
| Preguntas | Aspectos individuales Considerados | Valor | Calificación |
| D1,D2 | Integración de la gente de operaciones | 1 | Aspecto deficiente |
| D3,D4,D10 | Programación de las tareas de mantenimiento | 1 | Aspecto deficiente |
| D8,D11,D12,D13,D14,D15 | Generación de indices de control y retroalimentación | 1 | Aspecto deficiente |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

La ilustración no muestra que la deficiencia del mantenimiento que se usa actualmente en el hospital es contante, no presenta ninguna mejora.



Ilustración 4-5: Detalle de Mantenimiento Actual. Fuente: Propia



E. Antecedentes de Costos de Mantenimiento.

En la siguiente fase se evaluaron las áreas de Servicios Generales que es quien está a cargo del área de electromedicina, Contabilidad, es la que se encarga de hacer el desembolso para la compra de repuestos y adquisición de nuevos equipos y Recursos Humanos que es quien maneja la planilla de empleados y su remuneración por desempeño de sus actividades.

Para llevar a cabo esta evaluación se aplicó el cuestionario E, donde se tomaron en cuenta tres aspectos generales que encierran todo el cuestionario. El primer aspecto es el análisis de reemplazo de los equipos, aquí se evalúa el año en que adquirió el equipo, el valor del equipo, si conocen o tienen definida una tasa de depreciación por ese equipo y si hacen una evaluación anual del reemplazo de los equipos. Los tres primeros requerimientos se manejan de manera parcial, en cuanto al último no se cumple.

El segundo aspecto a evaluar es el análisis de reemplazo de fallas donde se evaluarán el conocimiento de los repuestos, el costo de la mano de obra de, mantenimiento, el costo de pérdidas por fallas y el conocimiento del costo de mantenimiento y el costo total del equipo. En cuanto a los costos de los repuestos se manejan en su totalidad todos los precios, si no de aquellos que son utilizados con más frecuencia, la mano de obra no sabe con exactitud su costo y no tienen un registro ni control de las pérdidas por fallas, para el último requerimiento es parcial su conocimiento.

El último aspecto a evaluar es la evaluación de los costos que incluyen los costos reales y los costos de presupuestos, los gastos por equipo, el control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo y el tamaño inventario para disponibilidad. El conocimiento y manejo de estos requerimientos por parte de los responsables de estas áreas es parcial, no hay un control exacto ni preciso que permita tomar la decisión ideal para en x situación.

Tabla 4.3.7.5: Antecedentes de Costos de Mantenimiento

| E. Antecedentes de costos de Mantenimiento . Valor global es 2.3 | | | |
|--|---|-------|-----------------|
| Preguntas | Aspectos individuales Considerados | Valor | Calificación |
| E1,E2,E3,E7 | Análisis de reemplazo del equipo | 2.5 | Aspecto regular |
| E4,E5,E6,E8 | Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes | 2 | aspecto regular |
| E10,E11,E12,E13 | Análisis de evolución de los costos | 2.5 | Aspecto regular |



Al evaluar cada aspecto se llega a la conclusión que los antecedentes de los costos de mantenimiento, están de acuerdo a los criterios de clasificación con una calificación regular. Los resultados se pueden observar en la tabla 4.3.7.5 y su comportamiento en la ilustración 4-6.

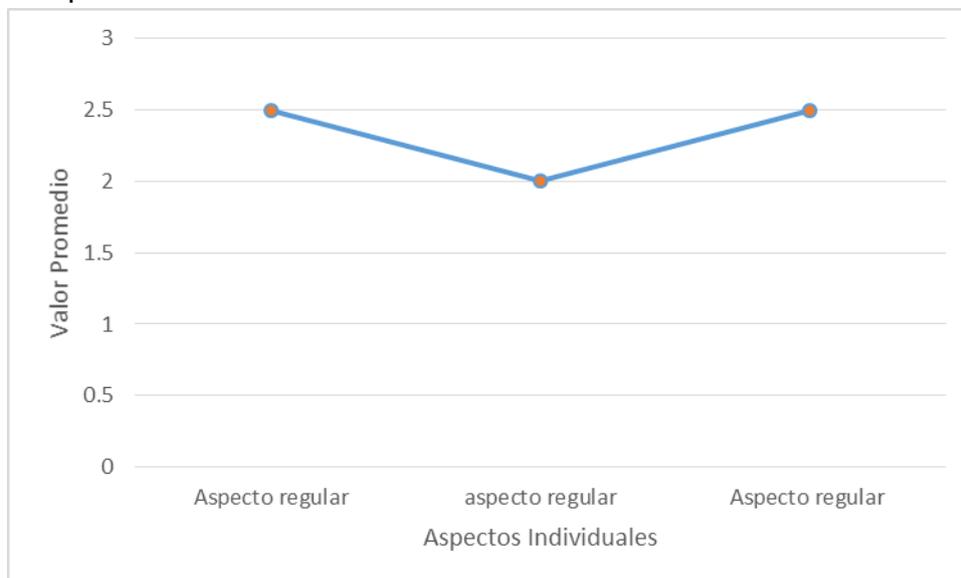


Ilustración 4-6: Antecedentes de Costos de Mantenimiento. Fuente: Propia.

F. Efectividad del Mantenimiento Actual.

Esta es la última etapa de la auditoría y es aplicada a Administración del Hospital, Servicios Generales, Área de Electromedicina, a sus respectivos responsables y los que componen estas áreas.

Para la evaluación de esta etapa se tomaron en cuenta 4 aspectos generales que serán los que se tomen en cuenta al momento de evaluar la aplicación del cuestionario F.

Estos aspectos a tomar inician con la capacidad para programar las actividades incluyen el conocimiento de la relación de los paros programados y los paros imprevistos, con el cumplimiento de los trabajos programados de mantenimiento, la relación de trabajos pendientes y trabajos programados y la relación de los tiempos extras y el tiempo de trabajos programados. El cumplimiento de estos requerimientos es deficiente, no pueden cumplir con un programa de trabajos por que no poseen ninguno.

El otro aspecto a evaluar es la Administración de los trabajos, para la administración del trabajo se debe de cumplir con el control de las Ordenes de Trabajo (OT), el



tiempo entre la recepción de la OT, realización del trabajo y el tiempo que se toman en aprobar un orden de trabajo. Haciendo su debida valoración y evaluación la administración del mantenimiento se califica de manera regular, ya que no hay un control de las OT, el trabajo tarda en realizarse por la aprobación de lo solicitado en la OT. Los resultados se pueden observar en la tabla 4.3.7.6

Tabla 4.3.33.6: Efectividad del Mantenimiento Actual.

| F. Efectividad del mantenimiento actual . Valor promedio global | | | |
|---|--|-------|--------------------|
| Preguntas | Aspectos individuales Considerados | Valor | Calificación |
| F1,F2,F8,F9 | Capacidad de programación de actividades | 1 | Aspecto deficiente |
| F3,F4,F5 | Administración de trabajos | 2.3 | Aspecto regular |
| F10,F11,F12,F13,F14 | Manejo de relaciones humanas | 2.3 | aspecto regular |
| F15,F16 | Manejo de repuestos y herramientas | 1 | Aspecto deficiente |

Fuente: Auditoria para la Efectividad del Mantenimiento

En la ilustración se puede observar que los aspectos con más deficiencias son la capacidad para el manejo de las actividades y el manejo de repuestos y herramientas es por la falta de interés y conocimiento del mantenimiento y su importancia por parte de la administración.

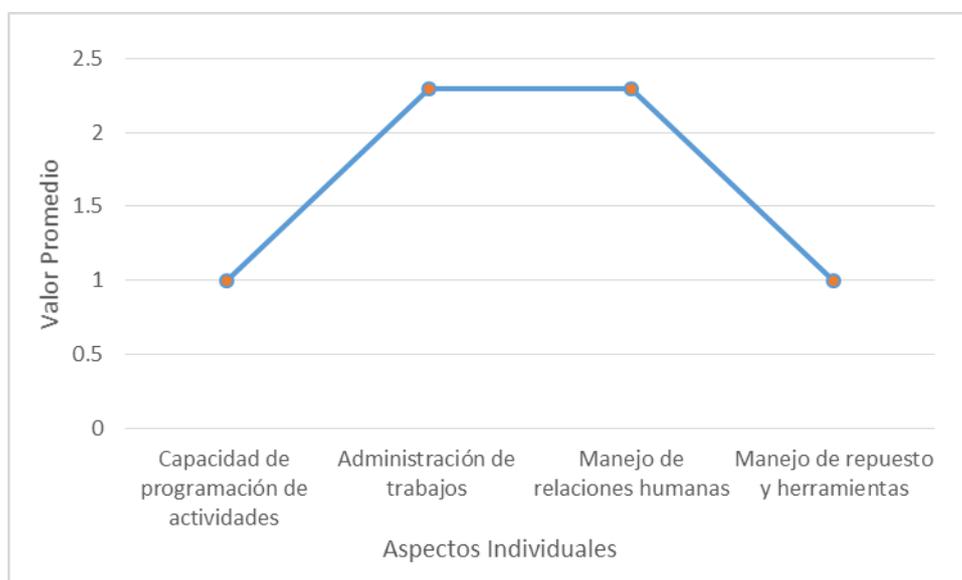


Ilustración 4-7: Detalle Efectividad del Mantenimiento. Fuente: Propia

Gracias a todos los resultados obtenidos lo largo del estudio realizado en el hospital, pudimos observar que el mantenimiento aplicado es correctivo y con la implementación de este tipo de mantenimiento se están generando más gastos por



la compra de equipamiento nuevo; por tanto es de urgencia la implementación de este plan de mantenimiento Preventivo con el propósito de alargar la vida de los equipos y así brindar un mejor servicio en la atención de los pacientes y así se evitarían problemas futuros por la muerte o complicación con algún paciente por un fallo imprevisto de estos equipos que están íntimamente ligados a el monitoreo y soporte de vida.



4.4. Propuesta de mantenimiento preventivo planificado para los equipos médicos críticos del Hospital Cruz azul mediante el análisis del mantenimiento utilizado actualmente.

Después de haber categorizado los equipos médicos Críticos mediante los criterios de la Organización Mundial de la Salud además de haber dado la descripción de la problemática que los 6 equipos médicos críticos categorizados en el primer objetivo con los cuales se trabajó en este seminario problemática que se presentó a través del el diagrama de Ishikawa y de analizar el tipo de mantenimiento por medio de la auditoria se procedió a la elaboración de la propuesta de mantenimiento para el hospital.

Este plan de mantenimiento se fundamenta en actividades preventivas, las cuales deben de realizarse para llevar un control más riguroso de los 6 equipos médicos críticos; con el objetivo de reducir mantenimientos correctivos, así como los costos, brindar seguridad al personal y al paciente, además mantener la fiabilidad del equipo. Para ello es necesario que el personal a cargo realice de manera correcta y ordenada las diferentes rutinas propuestas y que haya participación del encargado de mantenimiento.

El desarrollo de las actividades Preventivas, no necesitan mucha inversión, más que todo hay que tener disciplina en las rutinas de inspección, las Ordenes de Trabajo y cumplir con las recomendaciones de los fabricantes.

4.4.1. Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipo Médico Crítico.

A. De la Calendarización:

- 1) Al inicio de cada año, el Jefe de la Unidad de Equipos Médicos elaborará un **Calendario Anual de Mantención Preventiva** de aquellos equipos críticos del establecimiento. Dentro de las variables a manejar para la elaboración del calendario de mantención debe considerar la antigüedad del equipo, las condiciones de operación y sus expertos, técnica en relación a estos equipos. Dicha calendarización quedará registrada en una planilla Excel tipo, de acuerdo al formato señalado en el (Anexo 5) esta planilla será de responsabilidad del encargado del equipamiento médico crítico, en relación a su llenado,



cumplimiento y actualización, y se mantendrá en el computador de la Unidad de Equipos Médicos.

- 2) Dicho calendario debe indicar el periodo (por ejemplo: mes) o la frecuencia (por ejemplo: trimestral) en que se realizará dicha mantención preventiva.
- 3) Una vez elaborado el Calendario Anual de Mantenimiento Preventivo, será revisado por el Subdirector de Administración y Finanzas, quien podrá hacer las correcciones o modificaciones en la calendarización. Una vez aprobado deberá ser comunicado a todos los Jefes de Servicios Involucrados según corresponda.

B. De la Periodicidad:

- 1) Se establece el siguiente Calendario de Mantenciones Preventivas basado en la antigüedad de los equipos, sus condiciones de operación y las recomendaciones del encargado de equipos médicos del establecimiento y los fabricantes a como se muestra en Tabla N°4.4.1.

Tabla 4.4.1: Periodicidad.

| No. | Equipo médico crítico | Frecuencia de Operación del Mantenimiento. |
|-----|---------------------------|--|
| 1 | Monitor de Signos vitales | Bimensual |
| 2 | Desfibriladores | Mensual |
| 3 | Máquinas de Anestesia | Bimensual |
| 4 | Incubadoras | Bimensual |
| 5 | Ventiladores | Bimensual |
| 6 | Máquina de Hemodiálisis | Mensual |

Fuente: Propia

Nota: Cuando se trate de equipos en garantía se aplican las frecuencias o periodos establecidos por el representante para el periodo de cobertura.

C. De la Ejecución del mantenimiento Preventivo



- 1) Llegado el mes del mantenimiento preventivo, el técnico de la unidad de equipos médicos deberá retirar el o los equipos involucrados y en algunos casos podrá realizarla en la misma unidad donde está funcionando el equipo. Lo anterior, en consideración del tamaño o complejidad del mantenimiento del equipo.

Cuando se trate de equipos que se encuentran en convenio de mantenimiento preventivo con un servicio técnico externo, de igual forma el técnico de la unidad de equipos médicos acompañará al técnico externo para realizar el mantenimiento en la misma unidad en que está en uso o el retiro del equipo, para llevarlo a dependencias de la unidad de equipos médicos del Hospital, según sea el caso. En ambos casos se procederá a la revisión conforme a los formatos del (Anexo 5).

- 2) En caso que llegado el mes del mantenimiento preventivo, y que por necesidades del buen servicio o por otra razón justificada el equipo no pueda ser retirado, el Jefe de la unidad de equipos médicos dejará constancia en la hoja de vida del equipo de dicha situación, debiendo replantear la fecha de la próxima visita.
- 3) Cuando se trate de un servicio técnico externo, una vez concluido la mantención, la unidad de equipos médicos deberá realizar las pruebas de funcionamiento y dar el visto bueno del trabajo, y si corresponde restituir el equipo al servicio de origen.

D. De los Registros:

- 1) En todos los casos se deberá elaborar una pauta sobre el mantenimiento realizado que incluirá la identificación del equipo y una descripción del trabajo realizado.
- 2) Los registros deberán mantenerse en la unidad de equipos médicos y en las unidades clínicas en donde se encuentre el equipo médico crítico. Además se



deberá ingresar la información de la mantención en la respectiva Hoja de Vida.

- 3) El mantenimiento preventivo interno se realizará de acuerdo a los formatos de la unidad de equipos médicos del establecimiento (Anexo 6)
- 4) El mantenimiento preventivo realizado por una empresa externa se realizará de acuerdo a las pautas que aplica cada empresa.

E. Del mantenimiento Correctivo del Equipo Médico Crítico.

- 1) Toda vez que se detecte una falla en los equipos médicos, el Jefe de Servicio respectivo deberá informar de la situación al Jefe de Equipos Médicos, mediante la respectiva Orden de Trabajo.
- 2) El Jefe de Equipos Médicos deberá establecer un orden de prioridad en el proceso de reparación bajo los criterios de operatividad del servicio clínico.
- 3) Cuando se trate de situaciones de urgencia, que requieren revisión inmediata del equipo, desde el servicio respectivo se deberán contactar directamente con el Jefe de la Unidad de Equipos Médicos, para indicar la urgencia de la situación, y posteriormente seguir con el trámite de elaborar la respectiva orden de trabajo en el sistema.
- 4) En caso de reparaciones por servicios técnicos externos, y que además implique el envío del equipo fuera de hospital, la Unidad de Equipos Médicos es la única autorizada para la recepción de los trabajos y equipos. Le corresponderá revisar el funcionamiento del equipo, dar el visto bueno, completar los datos de la reparación en la hoja de vida y realizar los trámites administrativos para el pago de servicios.
- 5) Registro de Información:
 - Pautas de Mantención Preventiva (debidamente firmadas).



- Hoja de Vida de cada Equipo Médico Crítico.

6) Responsable de Calidad:

El Jefe de Equipos Médicos es el responsable de velar por el cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipamiento Médico Crítico, del cumplimiento de las mantenciones establecidas en el Calendario Anual, así como proponer las actualizaciones y modificaciones pertinentes.

Siguiendo con todo lo establecido anteriormente, se procedió a la elaboración de las rutinas de mantenimiento preventivo para los 6 equipos médicos críticos en base a las recomendaciones de los fabricantes, en donde se dan a conocer los formatos para las rutinas de mantenimiento preventivo planificado de cada equipo médico crítico en los que se plasman las diferentes actividades que se les debe realizar a estos. A continuación se presentan los formatos que se necesitan para darles mantenimiento a los equipos médicos críticos los cuales están compuestos por factores relevantes para realizar el plan de mantenimiento como: nombre del equipo, cada cuanto se debe de realizar, la rutina que se le debe de realizar al equipo y sus respectivo formato de observación.



Rutina de Mantenimiento para el Desfibrilador

| | | | | | | | |
|--|---|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| HOSPITAL CRUZ AZUL | RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO | | | | | | |
| EQUIPO | DEFIBRILADOR | SERVICIO | | | | | |
| MARCA | | | | | | | |
| MODELO | | | | | | | |
| SERIE | | AMBIENTE | | | | | |
| MENSUAL | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza externa del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar el equipo en forma externa (perillas, paletas, terminales, medidores)</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral interna del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar cable de alimentación, conector, porta fusible, conexión a tierra y demás componentes eléctricos/electrónicos</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar baterías e indicador de carga</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar circuito de descarga interna</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar acumuladores de carga y compruebe su descarga (ver prueba de seguridad eléctrica para desfibrilador)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar tiempo de carga y descarga. Realizar 10 disparos consecutivos y verificar tiempo de carga ≤ 15 seg. en cada uno</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar alarmas (límite inferior, superior y de papel)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar con simulador de paciente la descarga sincronizada</i> | | | | | | | |
| <i>Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver prueba de seguridad eléctrica para desfibrilador)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación</i> | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| <i>FECHA DE REALIZACIÓN</i> | | | | | | |
| <i>NOMBRE DEL TÉCNICO</i> | | | | | | |
| <i>FIRMA DEL TÉCNICO</i> | | | | | | |
| <i>TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 1H)</i> | | | | | | |

| Material Gastable | Repuestos Mínimos | Herramientas y Equipos |
|---|--------------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Franela • Limpiador de Contactos • Limpiador de Superficies líquidas • Soldadura de Estaño | | <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de Desfibrilación • Analizador de Seguridad Eléctrica • Cautín • Destornillador Philips • Destornillador Plano • Extractor de Soldadura de Estaño • Pinza Punta Planta Larga • Simulador de Equipo de EGC |



| PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA EL DESFIBRILADOR | | | | | | | | | |
|---|--|---------|------------------|----------|---|---|---|---|---|
| EQUIPO | | | | SERVICIO | | | | | |
| MARCA | | | | | | | | | |
| MODELO | | | | AMBIENTE | | | | | |
| SERIE | | | | | | | | | |
| N° | Paso de Medición | Norma | Unidad de Medida | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tensión de Red | 110±10% | Voltios | | | | | | |
| 2 | Potencia | | VA | | | | | | |
| 3 | Corriente de fuga a tierra | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 3.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 1000 | µa | | | | | | |
| 4 | Corriente de fuga al CHASIS | ≤ 100 | µa | | | | | | |
| 4.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 4.2 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 5 | Corriente de fuga de los electrodos al paciente a tierra (todos) | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.1 | Electrodo 1 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.2 | Electrodo 2 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.3 | Electrodo 3 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.4 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 5.5 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 5.6 | Condición de tercera falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6 | Corriente auxiliar de los electrodos del paciente a partes aplicadas (todos) | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.1 | Electrodo 1 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.2 | Electrodo 2 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.3 | Electrodo 3 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.4 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6.5 | Condición de segunda falla (Línea de voltaje abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6.6 | Condición de tercera falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)** | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 7 | Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra | ≤ 70 | MΩ | | | | | | |
| 8 | Resistencia de tierra | ≤ 0.2 | Ω | | | | | | |

| PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL MONITOR CARDÍACO | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|
| SEÑAL GENERADA POR SIMULADOR ECG | Verificación de Forma de Onda | | | | | | Verificación de Frecuencia Registrada | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Onda ECG 30 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Onda ECG 60 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Onda ECG 120 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 0.5 mV | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 1.0 mV | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 2.0 mV | | | | | | | | | | | | |

* El equipo a probar no debe exceder a una potencia de consumo de 3.5 KW.

** Esta prueba debe realizarse con todos los electrodos al mismo tiempo, si el valor medido no cumple con la norma, efectuar con cada uno de los electrodos.

*** Se recomienda utilizar la segunda derivación.

PPM Pulsos por minuto.



Observaciones: _____

Rutina de Mantenimiento Preventivo para Incubadora.

| HOSPITAL CRUZ AZUL | RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO | | | | | | |
|---|--|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| EQUIPO | INCUBADORA | SERVICIO | | | | | |
| MARCA | | | | | | | |
| MODELO | | AMBIENTE | | | | | |
| SERIE | | | | | | | |
| BIMENSUAL | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral externa</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar: gabinete, cubiertas, mangas, porta mangas y picaporte de sostén</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar estado de rodos y demás partes móviles por posible desgaste, lubricar si es necesario</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral interna del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar componentes eléctricos y electrónicos (calefactor, cable de alimentación, fusible, tomacorriente, etc)</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar sistema neumático (mangueras, conectores, suministro de oxígeno, etc)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar estado y funcionamiento (incluyendo vibración) del motor ventilador lubricar si es necesario</i> | | | | | | | |
| <i>Realizar prueba de nivel de ruido (<68 dB)</i> | | | | | | | |
| <i>Comprobar entrada de oxígeno, aire, depósito de agua, y cambiar el filtro bacteriológico</i> | | | | | | | |
| <i>Comprobar funcionamiento de sistema servo controlado (Si el equipo cuenta con ello)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar indicadores y alarmas visuales y acústicas (temperatura 30°C a 40°C) y sus sensores</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar parámetros de funcionamiento: temperatura, oxígeno y humedad</i> | | | | | | | |
| <i>Realizar prueba de seguridad eléctrica</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación</i> | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| FECHA DE REALIZACIÓN | | | | | | | |
| NOMBRE DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| FIRMA DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 1H) | | | | | | | |

| PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA INCUBADORA | | | | | | | | | |
|---|--|---------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| N° | Paso de Medición | Norma | Unidad de Medida | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tensión de Red | 110±10% | Voltios | | | | | | |
| 2 | Potencia | | VA | | | | | | |
| 3 | Corriente de fuga a tierra | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 3.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 1000 | µa | | | | | | |
| 4 | Corriente de fuga al CHASIS | ≤ 100 | µa | | | | | | |
| 4.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 4.2 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 5 | Corriente de fuga de los electrodos al paciente a tierra (todos) | ≥ 2 | µa | | | | | | |
| 6 | Corriente auxiliar de los electrodos del paciente a partes aplicadas (todos) | ≤ 0.2 | Ω | | | | | | |



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul



*El equipo a probar no debe de exceder una potencia de consumo de 3.5KW

| Material Gastable | Repuestos Mínimos | Herramientas y Equipos |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> •Aceite 3 en 1 •Agua destilada • Franela • Jabón neutro • Limpiador de contactos • Limpiador de superficies líquido | <ul style="list-style-type: none"> •Filtro bacteriológico •Manga Iris | <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de seguridad eléctrica •Brocha de 2" •Destornillador Plano •Destornillador Philips •Flujómetro •Juego de cubos de 1/4" y 1/2" •Medidor de decibeles •Multímetro •Pinza punta plana delgada •Pinza quita seguros externos e internos •Termómetro |

Observaciones: _____

| PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA MÁQUINA DE ANESTESIA | | | | | | | | | |
|---|--|---------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| N° | Paso de Medición | Norma | Unidad de Medida | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tensión de Red | 110±10% | Voltios | | | | | | |
| 2 | Potencia | | VA | | | | | | |
| 3 | Corriente de fuga a tierra | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 3.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 1000 | µa | | | | | | |
| 4 | Corriente de fuga al CHASIS | ≤ 100 | µa | | | | | | |
| 4.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 4.2 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 5 | Resistencia de asilamiento entre los conductores de línea a tierra | ≥ 2 | µa | | | | | | |
| 6 | Resistencia de tierra | ≤ 0.2 | Ω | | | | | | |

| Material Gastable | Repuestos Mínimos | Herramientas y Equipos |
|---|-------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Alcohol 90° •Algodón • Anestésicos • Cal sodada • Detector de burbujas • Hisopos • Lubricante Vac Kote • Limpiador de superficies líquido •Oxígeno | | <ul style="list-style-type: none"> •Analizador de gases anestésicos •Analizador de seguridad eléctrica •Aspiradora |

*El equipo a probar no debe de exceder una potencia de consumo de 3.5KW



Rutina de Mantenimiento Monitor de Signos Vitales

| HOSPITAL CRUZ AZUL | RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO |  | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| EQUIPO | MONITOR DE SIGNOS VITALES | SERVICIO | | | | | |
| MARCA | | | | | | | |
| MODELO | | AMBIENTE | | | | | |
| SERIE | | | | | | | |
| BIMENSUAL | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral externa del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar el equipo en forma externa</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral interna del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar los componentes eléctricos/ electrónicos (cable de alimentación, tomacorriente, cables de paciente, etc) sobrecalentados</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del sector de derivaciones</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del sector de amplitud de ECG</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el pulso de calibración y amplitud del complejo QRS</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la velocidad, linealidad y centrado de trazo (ver prueba de funcionamiento)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la respuesta en frecuencia y rechazo en común</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el brillo y el enfoque del trazo</i> | | | | | | | |
| <i>busque la fuga con agua y jabón</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la función de congelamiento de la señal y la función de cascada de presión, busque la fuga con agua y jabón</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la exactitud del presentador digital en 3 puntos</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el sistema de alarmas en cada módulo</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del sector de monitor/diagnóstico</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar en dos puntos diferentes, la calibración de temperatura</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar en cuatro puntos de prueba, la calibración de presión</i> | | | | | | | |
| <i>Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver prueba de seguridad eléctrica para monitor de signo vitales)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación</i> | | | | | | | |
| FECHA DE REALIZACIÓN | | | | | | | |
| NOMBRE DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| FIRMA DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 1H) | | | | | | | |



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul



| Material Gastable | Repuestos Mínimos | Herramientas y Equipos |
|---|-------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Alcohol isopropílico •Algodón • Franela • Hisopos • Limpiador de contactos eléctricos • Soldadura de estaño (60/40) • Jabón neutro | | <ul style="list-style-type: none"> •Analizador de seguridad eléctrica •Aspiradora •Osciloscopio •Simulador ECG •Tarjetas de extensión •Juego de cubos de 1/4" y 1/2" •Medidor de decibeles •Multímetro •Pinza punta plana delgada •Pinza quita seguros externos e intern •Termómetro |

| PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA EL MONITOR DE SIGNOS VITALES | | | | | | | | | |
|---|--|----------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| EQUIPO | | SERVICIO | | | | | | | |
| MARCA | | AMBIENTE | | | | | | | |
| MODELO | | | | | | | | | |
| SERIE | | | | | | | | | |
| N° | Paso de Medición | Norma | Unidad de Medida | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tensión de Red | 110±10% | Voltios | | | | | | |
| 2 | Potencia | "----*a | VA | | | | | | |
| 3 | Corriente de fuga a tierra | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 3.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 1000 | µa | | | | | | |
| 4 | Corriente de fuga al CHASIS | ≤ 100 | µa | | | | | | |
| 4.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 4.2 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 5 | Corriente de fuga de los electrodos al paciente a tierra (todos) | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.1 | Electrodo 1 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.2 | Electrodo 2 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.3 | Electrodo 3 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 5.4 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 5.5 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 5.6 | Condición de tercera falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6 | Corriente auxiliar de los electrodos del paciente a partes aplicadas (todos) | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.1 | Electrodo 1 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.2 | Electrodo 2 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.3 | Electrodo 3 | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 6.4 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6.5 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)** | ≤ 50 | µa | | | | | | |
| 6.6 | Condición de tercera falla (Línea de voltaje a partes aplicadas)** | ≤ 10 | µa | | | | | | |
| 7 | Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra | ≤ 70 | MΩ | | | | | | |
| 8 | Resistencia de tierra | ≤ 0.2 | Ω | | | | | | |

* El equipo a probar no debe exceder a una potencia de consumo de 3.5 KW.

** Esta prueba debe realizarse con todos los electrodos al mismo tiempo, si el valor medido no cumple con la norma, efectuar con cada uno de los electrodos.

*** Se recomienda utilizar la segunda derivación.

PPM Pulsos por minuto.



**Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos Médicos
Críticos del Hospital Cruz Azul**



| SEÑAL GENERADA POR SIMULADOR ECG | Verificación de Forma de Onda | | | | | | Verificación de Frecuencia Registrada | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Onda ECG 30 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Onda ECG 60 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Onda ECG 120 LPM*** | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 0.5 mV | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 1.0 mV | | | | | | | | | | | | |
| Pulso a 60 PPM 2.0 mV | | | | | | | | | | | | |

| Registro de Datos | | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| FECHA DE REALIZACIÓN | | | | | | |
| NOMBRE DEL TÉCNICO | | | | | | |
| FIRMA DEL TÉCNICO | | | | | | |
| TIEMPO DE EJECUCIÓN | | | | | | |

Observaciones: _____



Rutina de Mantenimiento Unidad de Hemodiálisis

| HOSPITAL CRUZ AZUL | RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO | | | | | | |
|---|--|----------|---|---|---|---|---|
| | | SERVICIO | | | | | |
| EQUIPO | UNIDAD DE HEMODIÁLISIS | AMBIENTE | | | | | |
| MARCA | | | | | | | |
| MODELO | | | | | | | |
| SERIE | | | | | | | |
| <u>MENSUAL</u> | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral externa</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar externamente el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral interna del equipo (hacer pasar agua con detergente por 20 minutos, luego vinagre por 30 minutos y agua con detergente otra vez por 20 minutos)</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar cable de alimentación, conector y demás componentes eléctricos y electrónicos externos e internos</i> | | | | | | | |
| <i>Limpiar lentes del detector de fuga de sangre</i> | | | | | | | |
| <i>Lubricar baleros de las bombas, si es necesario</i> | | | | | | | |
| <i>Limpiar la celda de conductividad</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el flujo de dializante</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la calibración de la bomba de sangre</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la calibración de la bomba de heparina</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar la presión de agua</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del detector de burbujas</i> | | | | | | | |
| <i>Realizar prueba de seguridad eléctrica</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento de todas las alarmas, cambiar el filtro si es necesario</i> | | | | | | | |
| <i>FECHA DE REALIZACIÓN</i> | | | | | | | |
| <i>NOMBRE DEL TÉCNICO</i> | | | | | | | |
| <i>FIRMA DEL TÉCNICO</i> | | | | | | | |
| <i>TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 2H)</i> | | | | | | | |

| PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA UNIDAD DE HEMODIÁLISIS | | | | | | | | | |
|---|--|---------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| N° | Paso de Medición | Norma | Unidad de Medida | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Tensión de Red | 110±10% | Voltios | | | | | | |
| 2 | Potencia | | VA | | | | | | |
| 3 | Corriente de fuga a tierra | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 3.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 1000 | µa | | | | | | |
| 4 | Corriente de fuga al chasis | ≤ 100 | µa | | | | | | |
| 4.1 | Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 4.2 | Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta) | ≤ 500 | µa | | | | | | |
| 5 | Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea a tierra | ≥ 70 | MΩ | | | | | | |
| 6 | Resistencia de tierra | ≤ 0.2Ω | Ω | | | | | | |



Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul



* El equipo a probar no debe exceder una potencia de consumo de 3.5 KW

| Material Gastable | Repuestos Mínimos | Herramientas y Equipos |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">● Aceite● Alcohol● Algodón● Cinta teflón● Detergente● Grasa● Guantes plásticos● Hisopos● Jeringa● Papel para lentes● Silicón● Toallas de Papel● Vinagre | <ul style="list-style-type: none">● Batería 9V● Bombillo● Filtros de diálisis● Set de tubo arterial● Set de tubo venoso | <ul style="list-style-type: none">● Analizador de seguridad eléctrico● Aspiradora● Cronómetro● Medidor de conductividad● Medidor de presión● Monitor de temperatura● Probeta de 200 ml |

Observaciones: _____



Rutina de Mantenimiento Ventilador

| | | | | | | | |
|---|---|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| HOSPITAL CRUZ AZUL | RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO | | | | | | |
| EQUIPO | Ventilador | SERVICIO | | | | | |
| MARCA | | | | | | | |
| MODELO | | AMBIENTE | | | | | |
| SERIE | | | | | | | |
| MENSUAL | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral externa del equipo</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar externamente el equipo (chasis, panel de control, indicadores, etc)</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar limpieza integral interna del equipo minutos, luego vinagre por 30 minutos y agua con detergente otra vez por 20 minutos)</i> | | | | | | | |
| <i>Revisar componentes eléctricos y electrónicos</i> | | | | | | | |
| <i>Limpia el compresor, ventilador y filtros</i> | | | | | | | |
| <i>Inspeccionar empaques, filtros, etc; cambiar si es necesario</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del sistema de alarmas</i> | | | | | | | |
| <i>Efectuar el procedimientos de verificación operacional del fabricante (VOP)</i> | | | | | | | |
| <i>Verificar el funcionamiento del equipo</i> | | | | | | | |
| FECHA DE REALIZACIÓN | | | | | | | |
| NOMBRE DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| FIRMA DEL TÉCNICO | | | | | | | |
| TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 3H) | | | | | | | |

Observaciones: _____



5. CONCLUSIONES.

Luego de haber concluido la investigación y propuesto el Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos Médicos Críticos del Hospital Cruz Azul, serán especificadas las conclusiones con las cuales se podrá dar una síntesis de los resultados obtenidos.

- ✓ Se categorizó los equipos médicos críticos del hospital a través del manual de la OMS en donde se encontraron 12 equipos médicos que pertenecen a la categoría críticos.

- ✓ Se analizó el estado de operacionalización de los equipos médicos críticos a través del diagrama de causa y efecto donde se detectó ciertas anomalías y la no existencia de un mantenimiento preventivo planificado lo que provoca que estos no operen de manera correcta.

- ✓ Se evaluó el estado técnico de los equipos médicos críticos encontrando que no existe un sistema de información de control de gastos en mantenimiento así como el fallo continuo correctivo de los equipos médicos críticos.

- ✓ Se propone un plan de mantenimiento preventivo que ayude a minimizar la tasa de fallas en los equipos médicos críticos, logrando así asegurar el funcionamiento del equipo y la mantención del paciente crítico.



6. RECOMENDACIONES.

- ✓ Aprobar la estructura organizativa de la empresa cruz Azul a fin de crear el departamento de mantenimiento
- ✓ Crear un presupuesto de mantenimiento que logre minimizar el fallo asegurando así la efectividad del servicio
- ✓ Contratación de un personal técnicamente calificado y permanente para el departamento de mantenimiento
- ✓ Aprobar lo más pronto posible el plan de mantenimiento preventivo, debido a que con esta se reducirán las fallas por averías así como alargar la vida útil del equipo, asegurando así disminuir problemas legales relacionados a una demanda puesta por familiares de pacientes internos que están en estado crítico.



7. BIBLIOGRAFIA.

- NEWBROUGH (1994) Administración del mantenimiento industrial. Organización, Motivación y control en el mantenimiento industrial”. Edit. Diana México. Décima edición.
- Ernesto Rodríguez (2003) Ingeniería Clínica Cuba. Denin
- Cantoral Veras (2009) Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo
- Botero (1991) Administración y Organización del Mantenimiento. Edit. Incolda. Bogota.
- Dounce Villanueva (2007) La productividad en el mantenimiento Industrial Edit. Patria, México. Decima Reimpresión.
- Sánchez Rodríguez (2001) Gestión de mantenimiento para equipos médicos Edit. La Habana.
- García (2002) Mantenimiento preventivo. Edit. RENOVETEC
- Romero (1998) Introducción a la ingeniería del mantenimiento industrial
- Programa de mantenimiento de equipos médicos. OMS. Febrero 2012.
- Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, OMS, Febrero 2012.
- Humberto Pulido (2013) Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. Edit. Mc Graw Hill. Tercera edición.
- Gonzáles Silva (1996) Manual de mantenimiento de los servicios de salud: instalaciones y bienes de equipo.
- Perozo, Alberto (1997) Análisis y prevención de fallas Industrial.
- CECNA (2011) Manual de mantenimiento.
- Fernando Espinosa, Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Universidad de Talca.



8. ANEXOS



Anexo 2: Imágenes de los equipos Médicos Críticos



Ilustración 8-1 Monitor de Signos Vitales
Fuente: Propia.

Ilustración 8-2 Ventilador
Fuente: Propia.



Ilustración 8-3 Incubadora
Fuente: Hospital



Ilustración 8-5 Máquina de Anestesia
Fuente: Propia



Ilustración 8-4 Desfibrilador
Fuente: Propia



Ilustración 8-6 Unidad de Hemodiálisis
Fuente: Propia



Anexo 3: Guía de Observación.

Guía de observación

Datos Generales:

Nombre del Observador: _____ Fecha: _____

Tipo de Observación: _____

Condiciones de trabajo:

a) Área

b) Nombre del equipo

c) Utilización del equipo

Observaciones:



Anexo 4: Guía de Entrevista no estructurada

**Guía de Entrevista no estructurado dirigida al personal de electromedicina en la
en el Hospital Cruz Azul**

Fecha: _____ **Área de trabajo:** _____

1. ¿Cuenta con el conocimiento de todas las actividades necesarias para realizar inspecciones a los equipos médicos críticos?
2. ¿Posee algún método idóneo según su experiencia laboral para la revisión de estos?
3. ¿Tiene en cuenta que operación genera más complicaciones?
4. ¿Qué actividad representa mayor cuidado?
5. ¿Cuál es el equipo que más averías presenta?
6. ¿Tiene el conocimiento de cómo operar los equipos médicos críticos?
7. ¿Cuánto tiempo tardan en obtener repuestos solicitados?
8. ¿Cuáles son las demoras más frecuentes?
9. ¿Por qué se dan dichas demoras?



Anexo 5: guía de entrevista para el de análisis de funcionamiento del mantenimiento.

A. ORGANIZACIÓN GENERAL.

1. ¿Ha definido por escrito y ha hecho aprobar la organización de la función de mantenimiento?
2. ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?
3. ¿Están las responsabilidades y las tareas del personal de mantenimiento claramente definida?
4. ¿Es suficiente el personal de dirección y el de supervisión?
5. ¿Está la actividad del personal de mantenimiento enmarcada en el presupuesto de funcionamiento?
6. ¿Hay alguien designado para asegurar la coordinación del suministro, de los trabajos de los estudios de instalación y de la formación?
7. ¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?
8. ¿Se reúne el personal de mantenimiento con los operarios de las máquinas para examinar los trabajos a realizar?

B. MÉTODOS DE TRABAJO.

1. ¿Para las intervenciones importantes en volumen de horas y/o repetitivas, se favorece la preparación del trabajo?
2. ¿Utilizan soporte impresos para preparar los trabajos o para establecer presupuesto (ficha de preparación o ficha de presupuesto)?
3. ¿Dispone de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?
4. ¿Tiene un procedimiento por escrito en el que se definan las autorizaciones de trabajo para los que conlleven riesgos?
5. ¿Conservan y archivan de modo especial los expedientes de preparación?
6. ¿Tienen métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global (trabajos tipos)?
7. ¿Utilizan el método PERT (u otra metodología de gestión parecida) para la preparación de trabajos largos, importantes, o que necesiten mucha coordinación?
8. ¿Tienen acceso a metodologías formalizadas de reparaciones?



9. ¿Guardan las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?
10. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?

C. CONTROL TECNICO DE LOS EQUIPAMENTOS.

1. ¿Disponen de una lista de inventario de ubicación de los equipamientos de su unidad?
2. ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único diferente del número cronológico de inmovilización?
3. ¿En su emplazamiento tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?
4. ¿Se registra sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?
5. ¿Se ha abierto un archivo técnico para cada equipamiento o instalación?
6. ¿Tienen una reseña histórica de los trabajos para cada equipamiento?
7. ¿Disponen de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamientos por equipamiento?
8. ¿Hay una responsable (o varios) de cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?
9. ¿Aseguran un control formal de las informaciones relativas al registro de las visitas o inspecciones preventivas?

D. GESTION DE LA CARTERA DE TRABAJO.

1. ¿Tienen un programa establecido de mantenimiento preventivo?
2. ¿Disponen de listas escritas de manteniendo preventivo?
3. ¿Existe algún responsable de conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de adaptación)?
4. ¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipamientos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina)?
5. ¿Tienen un sistema de registro de las demandas de trabajo?
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?
7. ¿Tienen reglas definitivas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?
8. ¿Conocen permanente la carga de trabajo en cartera?



9. ¿Exista algún documento (bono o solicitud de trabajo) que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?
10. ¿Disponen de un plan semanal de distribución de los trabajos?

E. GERENCIA DE STOCK DE LAS PIEZAS DE RECAMBIO.

1. ¿Disponen de un almacén cerrado para almacenar las piezas de recambio?
2. ¿Llevan al día las fichas del stock, forma manual o informatizada?
3. ¿Eliminan de forma sistemática las piezas obsoletas?
4. ¿Llevan al día el consumo de artículos por equipamiento?
5. ¿Está fácilmente disponible el valor y el número de los artículos?
6. ¿Están las piezas debidamente guardadas e identificadas?
7. ¿Están identificadas las piezas intercambiables?

F. COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIALES.

1. ¿Hay un procedimiento formalizado y adaptado de emisión de peticiones de compra y otorgamiento de pedidos?
2. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable del control de las peticiones de compra?
3. ¿Se requiere el visto bueno del responsable del servicio para cualquier petición de repuesto cuyo precio sea elevado?
4. ¿Hay mercados negociados para los artículos estándar a los consumibles?
5. ¿Disponen Uds. del proceso de homologación de los suministradores?
6. ¿Hay gran cohesión entre el servicio de compras y el servicio de mantenimiento a raíz de las diferentes negociaciones con los suministradores?

G. ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO.

1. ¿Es suficiente el espacio del taller de mantenimiento para los trabajos que les solicitan?
2. ¿Su taller podría estar mejor situado con relación a los equipamientos que tienen que conservar?
3. ¿Las oficinas de los supervisores están a pie de obra en el taller?
4. ¿Dispone su taller de calefacción y de aire Acondicionado?
5. ¿Se encuentran próximos a su taller el almacén de herramientas y de repuestos?
6. ¿Hay un responsable de almacén?



7. ¿El almacén de herramientas y de repuestos está exclusivamente destinado al mantenimiento y a los trabajos nuevos que garantizan Uds.?
8. ¿Dispone cada operario de un puesto de trabajo bien identificado?

H. HERRAMIENTAS.

1. ¿Disponen Uds. en propiedad de un inventario de herramientas y equipamientos de pruebas?
2. ¿Se pone al día de forma regular ese inventario?
3. ¿Disponen Uds. de todas las herramientas especiales y de los equipamientos que necesitan?
4. ¿Llevan Uds. a cabo el mantenimiento preventivo con ayuda de los equipamientos de pruebas de su propiedad?
5. ¿Están fácilmente disponibles y hay suficiente cantidad de herramientas y de equipamiento?
6. ¿Disponen del proceso de puesta a disposición y de utilización de las herramientas por escrito?
7. ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas personal?

I. DOCUMENTACION TECNICA:

1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente; mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?
2. ¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?
3. ¿Están disponibles las Instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?
6. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?



J. PERSONAL Y FORMACION:

1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?
2. ¿Se examinan en grupos los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios?
3. ¿Se dan encuentros anuales de apreciación entre el personal ejecutivo y el operativo?
4. ¿Los supervisores y el resto de personal de mantenimiento están lo suficientemente disponibles? (Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo, trabajo los sábados)
5. ¿Consideran Uds. en general que la competencia técnica de su personal es satisfactoria?
6. En el trabajo diario ¿Estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?
7. ¿Los supervisores aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?
8. ¿Reciben sus supervisores formación en nuevas tecnologías?
9. ¿Recibe su personal formación en seguridad de forma regular?
10. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?
11. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?
12. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los servicios al cliente?

K. SUBCONTRATACION:

1. ¿Tienen Uds. un proceso de evaluación formal de los subcontratistas?
2. ¿Disponen el servicio de mantenimiento de una herramienta de gestión informatizada de la actividad?
3. ¿Disponen Uds. de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?
4. ¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?



Anexo6: Orden de Salida del Equipo

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
|  | | ENTREGA DE EQUIPOS MÉDICOS A SERVICIOS EXTERNOS | |
| DATOS DEL EQUIPO | | | |
| EQUIPO | | MARCA | |
| MODELO | | NO. INVEN | |
| SERVICIO | | SERIE | |
| FECHA DE ENVIO: | | | |
| TRABAJO QUE SE REALIZÓ: | | | |
| DATOS DE SERVICIO TÉCNICO EXTENSO | | | |
| EMPRESA | | | |
| DIRECCIÓN | | | |
| | TELÉFONO | CIUDAD | |
| ENCARGADO: | | | |
| RESCRIPCIÓN DEL EQUIPO | | | |
| FECHA DE ENTREGA DEL EQUIPO: | | DÍAS EN MANTENIMIENTO | |
| ENCARGADO DE ELECTROMEDICINA | | JEFE DE UNIDAD DE OPERACIONES | |



Anexo 7: Entrega de equipos a Servicios Externos

| | | | |
|-------------------------------|--|--|--|
| | | ENTREGA DE EQUIPOS A SERVICIOS EXTERNOS | |
| DATOS DEL EQUIPO | | | |
| EQUIPO | | MARCA | |
| MODELO | | NO. INVEN | |
| SERIE | | | |
| FECHA DE ENTREGA: | | | |
| TRABAJO QUE SE RALIZO | | | |
| OBSERVACIONES | | | |
| TRABAJO REALIZADO POR: | | | |
| RECEPCION DEL EQUIPO | | | |
| RECIBIDO POR: | | | |
| ENTREGADO POR: | | | |
| AUTORIZADO POR: | | | |



Anexo 8: Hoja de Vida del Equipo

| HOJA DE VIDA DE EQUIPO | |
|--|---|
| NOBRE DE LA EMPRESA | |
| CODIGO DE LA EMPRESA | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | |
| DETALLES | CARACTERISTICAS |
| NOMBRE DEL EQUIPO | |
| MARCA | |
| MODELO | |
| SERIE | |
| FABRICANTE Y LUGAR DE ORIGEN | |
| FECHA DE ADQUISICIÓN | |
| NOMBRE DEL PROVEEDOR- DIRECCION | |
| REQUISITOS E INDICACIONES DADAS POR EL FABRICANTE | |
| MANTENIMIENTO INDICADO POR EL FABRICANTE | |
| CALIBRACIÓN (Tipo y periodicidad) | |
| GARANTÍA | FECHA DE INICIO: FECHA DE TERMINACIÓN: |