



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad De La Tecnología De La Industria**  
**Ingeniería Industrial**

**Título**

Diseño de un Sistema de Mantenimiento para los  
equipos de rayos X, en el Centro de Alta  
Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca.

**Autores:**

Br. Elbia Jocelyn Castro Calvo

Br. Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo

**Tutor**

Msc. Freddy Fernando Boza Castro

**Managua, 17 de Noviembre de 2011**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Tecnología de la Industria

### SECRETARÍA DE FACULTAD

### CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

### SOBALVARRO OCAMPO GLORIA ISABEL

Carne: **2007-21815** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de Octubre del año dos mil once.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Tecnología de la Industria

### SECRETARÍA DE FACULTAD

### CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**CASTRO CALVO ELBIA JOCELYN**

Carne: **2007-21367** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de Octubre del año dos mil once.

Atentamente



---

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**DECANATURA**

**A:** Brs. Elbia Jocelyn Castro Calvo  
Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Martes 12 de Abril de 2011

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado **“Diseño de Sistema de Mantenimiento para los Equipos de rayos x, en el Centro de alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca”**. Que Contara con el Ing. Freddy Fernando Boza Castro, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

  
Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



Cc: Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**DECANATURA**

**A:**                   Brs. Elbia Jocelyn Castro Calvo  
                          Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo

**DE:**                   Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA**               miércoles 19 de octubre de 2011

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **“Diseño de Sistema de Mantenimiento para los Equipos de rayos x, en el Centro de alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca”**. Que contara con el Ing. Freddy Fernando Boza Castro, como profesor guía ha sido aprobado para el viernes 02 de Diciembre de 2011.

Cordialmente,

  
Ing. Ramón Alberto Morgan Espinoza  
Decano en Funciones



Cc: Archivo

Managua, 14 de noviembre del 2011

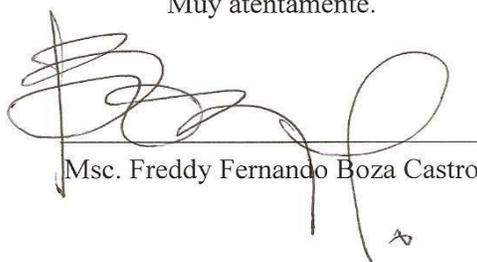
Ingeniero Daniel Cuadra Horney  
Decano de La Facultad de Tecnología de la Industria

Respetado Ingeniero:

Por este medio hago constar que supervise y evalué el trabajo monográfico que tiene por título: *Diseño de Sistema de Mantenimiento para los equipos de rayos X, en el Centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca*. De las Br. Elbia Jocelyn Castro Calvo y Br. Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo. El cual considero que está listo para someterse a defensa.

Sin más a que hacer referencia, me despido cordialmente.

Muy atentamente.



Msc. Freddy Fernando Boza Castro

Managua 13 de abril del 2011

Dra. Xochilt Fonseca Méndez  
Coordinadora de Investigación  
MINSA Central

Estimada Dra.

El motivo de la presente es para presentar el protocolo de investigación de la monografía titulada Diseño del Sistema de Mantenimiento para los equipos de rayos X, en el Centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca. Realizado por Br Elbia Jocelyn Castro Calvo y Br Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo.

Actualmente cursamos el último semestre de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Ingeniería UNI-RUPAP, el protocolo ya fue aprobado por el decano de la Facultad de Tecnología de la Industria, y contamos con un tutor asignado que es especialista en mantenimiento industrial el M.Sc. Ing. Freddy Fernando Boza Castro.

Le adjuntamos copia de la carta de aprobación de nuestro protocolo y carta dirigida al Dr. Freddy Solís Director general de docencia e investigación.

Nos despedimos deseándole éxitos en sus labores diario



Br Elbia Jocelyn Castro Calvo  
Carné: 2007-21367

Coordinador de Proyecto ARCAL 60/67:  
Dra. Ana Isabel Ocampo Zúniga  
Oncóloga-Radioterapeuta.

Br Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo  
Carné: 2007-21815

## Agradecimiento:

### *Agradecemos a Dios:*

*Por darnos la vida, salud, sabiduría, paciencia, fortaleza y esperanza, para poder realizar nuestros estudios, por regalarnos la oportunidad de poder optar por una carrera universitaria, gracias a nuestra madre la Virgen Santísima por la protección que nos ha brindado, especialmente en los momentos de mayor peligro.*

### *A nuestros padres y familiares:*

*Gracias a mi madre Ana Isabel Ocampo por ser la guía de mi vida, por ayudarme a ser una mejor persona, por sus palabras y consejos especialmente ese "Gloria Isabel uno siempre tiene que ser humilde, por lo difícil que sea la situación la humildad ante todo" gracias Dra. realmente gracias. Al resto de mi familia por la excelente educación que me han inculcado, por prepararme para la vida, y espero de corazón que sientan orgullo de mí, así como yo siento mucho orgullo y mucha felicidad de poder ser parte de esta familia.*

***Gloria Isabel Sobalvarro Ocampo***

*Gracias a mi madre Rosalía Calvo Reyes y a mi padre Wilhelm José Castro por el apoyo incondicional, dedicación y amor que me han brindado, gracias por la toda la confianza que depositaron en mí, por todos sus sabios consejos, por inculcarme valores morales como la perseverancia y la educación que me han dado, a mis hermanos por su ayuda y apoyo. A mi tío Harold Raúl Calvo por su hospitalidad durante estos 5 años.*

***Elbia Jocelyn Castro Calvo***

### *A nuestros profesores y tutor:*

*Gracias por compartirnos todos sus conocimientos con paciencia y, por ser facilitadores para la culminación de este estudio, a nuestro tutor Ing. Freddy Boza por tener toda la paciencia del mundo, por explicarnos con esmero y aclarar cada una de nuestras dudas.*

*Y por último gracias a todas las personas que nos ayudaron directamente en este estudio Dra. Carolina Dávila por su disponibilidad en todo momento, al Br. Ricardo Andrés Ocampo López, Ing. Gladiz de los Ángeles Ocampo, Lic. Nohelia Orozco, Lic. Ulises Montoya, Ing. Lorenzo Fuente, Ing. William López, Ing. Hazel Díaz, Lic. Franklin Cáceres y finalmente al Ing. Wilhelm Luis Castro,*

## Resumen

Este trabajo monográfico se realizó en un tiempo comprendido de 10 meses comenzando desde el mes de Febrero del 2011 y finalizando en Noviembre de este mismo año. Tiempo durante el cual se utilizaron las siguientes técnicas: entrevistas, visitas a los siguientes lugares: Centro de Alta Tecnología, Ministerio de Salud Concepción Palacio, Centro Nacional de Radioterapia, Sistema Local de Atención Integral en Salud (Sialis Managua) y Hospital Manuel de Jesús Rivera (La Mascota), encuestas y recopilación bibliográfica-multimedia.

Se estudiaron los equipos de diagnóstico por imagen del Centro de Alta Tecnología (CAT), ubicado en el Hospital Antonio Lenin Fonseca. Se determinaron sus condiciones actuales de operación, tales como temperatura que oscila entre los 18 y 21 ° C, humedad entre 50y 70%, agentes de suciedad externos contaminantes que son muy poco y la seguridad de la instalación que está dentro de los límites permitidos.

Se especificó cuáles son las consecuencias de las fallas que presentan estos equipos, entre las más relevantes están: riesgo para la vida del paciente y técnicos, exposición a dosis de radiación fuera del límite, tiempo de paro de los equipos, aumento en los costos de materiales e insumos y reducción de la vida útil de los equipos.

El principal objetivo del siguiente estudio es la creación de un plan de mantenimiento para seis equipos de imagenología de este centro, este plan va dirigido a los siguientes equipos: Tomógrafo de Seis Cortes Philips Brilliance 6, Rayos X Telecomandado Radiología Sthepani / Evolution HV, Resonancia Magnética 0.35 T Siemens Magnetom C!, Rayos X Fijo Digital Radiología Explorer 1600, Ultrasonido Portátil Sonosite Micromax y Ultrasonido Fijo Mindray Micromax. Los cuales son los demandados y complejos, siendo estos sobre-utilizados.

Este centro sufre 47.50% de las exploraciones radiológicas al año a nivel nacional, lo que hace indispensable la correcta administración de un plan de mantenimiento que garantice su buen funcionamiento.

Como técnica para conocer la frecuencia y el tipo de mantenimiento que deben recibir estos equipos se utilizaron el Sistema Alternativo de Mantenimiento obteniendo como resultado la categoría A que equivale a mantenimiento preventivo o predictivo y el Mantenimiento Hospitalario Orientado a Riesgo, los cuales se presentan en este estudio de forma ilustrativa donde cada uno de los equipos fue evaluado y valorado

Este plan de mantenimiento consta de dos partes, la primera es una revisión general que se realizará mensualmente cuyas actividades se clasifican en: limpieza integral externa, e inspección externa del equipo. Y la segunda es un mantenimiento mediano con una frecuencia de cada cuatro meses que en síntesis se divide en las siguientes actividades: limpieza integral interna, inspección interna, lubricación y engrase, reemplazo de ciertas partes, ajuste y calibración, pruebas funcionales completas y revisión de seguridad eléctrica.

Para la seguridad del técnico y de los operarios se debe utilizar los siguientes equipos de protección personal: delantales plomados, guantes plomados, gafas protectores plomados, guantes de plástico y gabacha de plástico.

Se realizaron estimaciones de los costos que tendrá la implementación de este plan de mantenimiento el cual tendrá un monto total de: C\$ 271,571.78 incluyendo los equipos de protección personal y los repuestos mínimos indispensables.

La implementación de este plan de mantenimiento, garantiza el correcto funcionamiento de los equipos al igual que exámenes seguros y de calidad con una reducción de costos y un aumento en los años de vida útil de los equipos.



## **Capítulo I: Generalidades**

### **Introducción**

Desde el descubrimiento de los rayos X, el 8 de Noviembre de 1895 por el ingeniero mecánico Wilhelm Röntgen en Alemania<sup>1</sup> en medio de la segunda revolución industrial, se han desarrollado tecnologías necesarias para su uso en la medicina, gracias a que los rayos X permiten captar estructura óseas, se obtuvo el diagnóstico radiológico, que se basa en la obtención de imágenes con radiación ionizante. En 1902 Nicaragua recibe su primer aparato de rayos X, el cual llegó a la ciudad de León, gestionado por el Dr. Luis Henry Debayle\*<sup>1</sup>

Al paso de los años la creciente evolución en este tipo de diagnóstico ha conllevado a la necesidad de crear especialidades médicas como la radiología que emplea la radiografía para garantizar un mejor diagnóstico, así también centros especializados en esta práctica tal como el Centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenín Fonseca donde se realizó el presente estudio.

Este centro cuenta con equipos de alta tecnología, un equipo de resonancia magnética, un tomógrafo, rayos X Telecomandado, rayos X digital y dos ultrasonidos también cuenta con dos equipos de eco-cardiógrafos, cuatro video endoscopios, ocho electrocardiógrafos y cinco unidades móviles.

---

<sup>1</sup> Lenín Fisher. Radiólogo 8825. Historia de la Radiología en Nicaragua: la senda de la luz invisible. (En imprenta) Autor: IRM-TAC/ El Nuevo Diario 19 de octubre del 2010

\* **Doctor Louis Henri Debayle Pallais** introdujo la primera revista científica en Nicaragua, fue nombrado Miembro Correspondiente por la Academia de Medicina en París



Dado que el propósito de un examen médico es proporcionar un beneficio directo al paciente, tanto los procedimientos de radiodiagnóstico como los equipos empleados para esto, deben funcionar eficazmente, de tal manera que las dosis de radiación sean lo más bajas y precisas, al mismo tiempo contengan la información necesaria para dar un diagnóstico adecuado.

Por lo tanto, es vital que los equipos mantengan sus parámetros de funcionamiento dentro de los rangos permisibles para el servicio que garanticen la calidad esperada. El objetivo principal del mantenimiento es incrementar la disponibilidad, y mantener los parámetros de funcionamiento de los equipos al menor costo posible.



## **Antecedentes**

En el 2007 el hospital Antonio Lenín Fonseca invirtió más de 55 millones de córdobas en la remodelación y compra de equipos de resonancia magnética, tomógrafo y rayos X con el presupuesto del Ministerio de Salud (MINSA) y una donación venezolana.

El 17 de septiembre del mismo año se inauguró el Centro de Alta Tecnología en el Hospital Lenín Fonseca para realizar gratuitamente exámenes como tomografías, resonancias magnéticas, eco-cardiogramas y otros exámenes especializados. Desde su inicio se han realizado más de 28,206 tomografías 8,870 resonancias magnéticas, 259 estudios especiales de Telecomando, entre otros.

Actualmente, este centro no cuenta con un plan de mantenimiento que garantice el funcionamiento óptimo de estos equipos. Siendo esto la principal problemática en esta área, dado que no cuentan con las estructuras gerenciales que les permita tomar decisiones precisas, de las medidas correctivas o preventivas que se deben de tomar para mejorar la disponibilidad y seguridad de funcionamiento de estos.



## **Objetivos**

### *Objetivo General*

- Proponer un plan de mantenimiento para los equipos de Imagenología en el Centro de Alta Tecnología del Hospital Lenín Fonseca.

### *Objetivos específicos*

- Determinar las consecuencias de las fallas que se presenten en el área de Imagenología.
- Definir tipo mantenimiento que garantice el óptimo funcionamiento de los equipos.
- Aplicar las técnicas necesarias para la inspección de los equipos.
- Garantizar la seguridad en procedimientos de uso y medios necesarios para su explotación
- Determinar el presupuesto para el plan de mantenimiento de los equipos del Centro de Alta Tecnología.



## ***Justificación***

El creciente avance tecnológico impacta frecuentemente en el campo de la salud, esto se refleja en el crecimiento del equipamiento en el área de diagnóstico por imagen. Actualmente en Nicaragua existe el Centro de Alta Tecnología (CAT) ubicado en el Hospital Escuela Antonio Lenín Fonseca.

En este Centro no existe un plan de mantenimiento que garantice el buen funcionamiento de los equipos de diagnóstico por imagen, por tal razón este estudio pretende elaborar un plan de mantenimiento para explotar de manera adecuada estos equipos.

Se sabe que la exposición rápida a grandes dosis de radiaciones ionizantes y a cuerpo entero en los accidentes radiológicos puede provocar un síndrome hiperagudo en el que la muerte puede presentarse muy rápidamente, por esto los equipos de rayos X se deben controlar y regular para generar la mínima cantidad de exposición a la radiación necesaria para producir la imagen.

Debido a la búsqueda constante de la seguridad y calidad en el sector salud, es vital el óptimo funcionamiento de estos equipos; por tanto es indispensable un adecuado plan de mantenimiento, que genere una disminución de las fallas y una mayor seguridad en el uso de estos equipos.



## **Marco teórico**

### **Que son los Rayos X**

Los rayos X son una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio las ondas de microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible los rayos ultravioleta, los rayos X surgen de fenómenos extra nucleares, a nivel de la órbita electrónica, fundamentalmente producidos por desaceleración de electrones. La energía de los rayos X en general se encuentra entre la radiación ultravioleta y los rayos gamma producidos naturalmente. Los rayos X son una radiación ionizante porque al interactuar con la materia produce la ionización de los átomos de la misma, es decir, origina partículas con carga (iones).

Los rayos X afectan a una emulsión fotográfica del mismo modo que lo hace la luz. La absorción de rayos X por una sustancia depende de su densidad y masa atómica. Cuanto menor sea la masa atómica del material, más transparente será a los rayos X de una longitud de onda determinada. Cuando se irradia el cuerpo humano con rayos X, los huesos —compuestos de elementos con mayor masa atómica que los tejidos circundantes— absorben la radiación con más eficacia, por lo que producen sombras más oscuras sobre una placa fotográfica. En la actualidad se utiliza radiación de neutrones para algunos tipos de radiografía, y los resultados son casi los inversos.

Los objetos que producen sombras oscuras en una imagen de rayos X aparecen casi siempre claros en una radiografía de neutrones.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Autor: Nelson Eduardo Rojas "Radiaciones ionizantes"



### **La formación de la imagen radiológica**

El objetivo del diagnóstico radiológico es interpretar la información adquirida por el examen de opacidad de un sistema biológico a los rayos X; la obtención de la información se obtiene mediante tres pasos:

1. La parte que es examinada es expuesta al haz de rayos X
2. El haz de rayos X es perturbado al interactuar con la parte examinada.
3. La información transportada por el haz de rayos X es trasladada a una forma conveniente para su interpretación (placa radiográfica o pantalla radioscópica).

### **Reducción de la radiación dispersa**

Es evidente de que en todo proceso radiológico debe reducirse al mínimo la radiación dispersa. Una de las más importantes para lograrla es la utilización de conos o diafragmas, cuyo objetivo es reducir el tamaño del haz a la zona que interesa radiografía y evitar así la generación innecesaria de radiación dispersa en regiones que no deben ser sometidas a radiación

### **Riesgos a la salud**

La manera en que la radiación afecta a la salud depende del tamaño de la dosis de esta. La exposición a las dosis bajas de rayos X a las que el ser humano se expone diariamente no es perjudicial. En cambio, se sabe que la exposición a cantidades masivas puede producir daños graves. Por tanto, es aconsejable no exponerse a más radiación ionizante que la necesaria.

La exposición a cantidades altas de rayos X puede producir efectos, tales como, quemaduras en la piel, caída del cabello, defectos de nacimiento, cáncer, retraso mental y la muerte. La dosis determina si un efecto se manifiesta y con qué severidad. La manifestación de efectos como quemaduras de la piel, caída del cabello, esterilidad, náuseas y cataratas, requiere que se exponga a una dosis mínima (la dosis umbral).



Si se aumenta la dosis por encima de la dosis umbral el efecto es más grave. En grupos de personas expuestas a dosis bajas de radiación se ha observado un aumento de la presión psicológica.

También se ha documentado alteración de facultades mentales (síndrome del sistema nervioso central) en personas expuestas a miles de rads de radiación ionizante.<sup>3</sup>

### **Escáner de huesos con contraste**

La estructura de los huesos de un paciente se muestra en esta imagen que revela los niveles de radiactividad en el cuerpo. La actividad se produce al introducir en los tejidos un isótopo radiactivo que muestra el recorrido del flujo sanguíneo. Este flujo, al pasar por los huesos, se ve alterado en algunas enfermedades, por lo que estas imágenes son de gran valor para los diagnósticos.

Las dos grandes razones que han impulsado la investigación de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes son:

1. Protección radiológica: poder utilizar esas radiaciones de forma segura en todas las aplicaciones médicas o industriales que las requieran.
2. Radioterapia: utilización de las radiaciones ionizantes principalmente en neoplasias, preservando al máximo los órganos críticos (tejido humano).

### **Características de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes**

1. **Aleatoriedad:** la interacción de la radiación con las células es una función de probabilidad y tiene lugar al azar. Un fotón o partícula puede alcanzar a una célula o a otra, dañarla o no dañarla y si la daña puede ser en el núcleo o en el citoplasma.

---

<sup>3</sup>Organización Panamericana de la Salud: 1960–2010 *Programa de Radiología y Radioprotección*



2. **Rápido depósito de energía:** El depósito de energía a la célula ocurre en un tiempo muy corto, en fracciones de millonésima de segundo.
3. **No selectiva:** la radiación no muestra predilección por ninguna parte o biomolecular, es decir, la interacción no es selectiva.
4. **Lesiones inespecífica:** las lesiones de las radiaciones ionizantes es siempre inespecífica o lo que es lo mismo esa lesión puede ser producida por otras causas físicas.
5. **Latencia:** las alteraciones biológicas en una célula que resultan por la radiación no son inmediatas, tardan tiempo en hacerse visibles a esto se llama “tiempo de latencia” y puede ser desde unos pocos minutos o muchos años, dependiendo de la dosis y tiempo de exposición.

### **Tipos de efectos de la radiación sobre los seres vivos**

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos se pueden clasificar desde distintos puntos de vista:

#### *Según el tiempo de aparición*

- ✓ Precoces: Aparecen en minutos u horas después de haberse expuesto a la radiación, por ejemplo eritema cutáneo, náuseas.
- ✓ Tardíos: Aparecen meses u años después de la exposición, por ejemplo cáncer radio inducido, radio dermatitis crónica, mutaciones genéticas.

Desde el punto de vista biológico

- ✓ Efectos somáticos: Sólo se manifiestan en el individuo que ha sido sometido a la exposición de radiaciones ionizantes por ejemplo el eritema.
- ✓ Efecto hereditario: No se manifiestan en el individuo que ha sido expuesto a la radiación, sino en su descendencia, ya que lesionan las células germinales del individuo expuesto, por ejemplo las mutaciones genéticas.



Según la dependencia de la dosis

- ✓ Efecto estocástico: Son efectos absolutamente aleatorios, probabilísticos; pudiendo aparecer tras la exposición a pequeñas dosis de radiación ionizante.

No necesitan una dosis umbral determinada para producirse; si bien al aumentar la dosis aumenta la probabilidad de aparición de estos efectos, que suelen ser de tipo tardío. El único efecto estocástico es el cáncer radio inducido y las mutaciones genéticas.

- ✓ Efecto no estocástico: Se necesita una dosis umbral para producirlos, por debajo de la cual, la probabilidad de aparición de los mismos es muy baja. Suelen ser efectos precoces, por ejemplo el eritema cutáneo.

Si el organismo logra adaptarse a una exposición elevada de radiaciones ionizantes, se producen efectos más o menos graves (permanentes o transitorios), pero si dicha adaptación no se logra, provoca la muerte. Dependiendo de la dosis de radiación que se haya recibido en una o varias exposiciones se produce una mayor o menor incidencia de mortalidad.

Para dosis de menos de 1,000 rads, la muerte es secundaria a causas hematopoyéticas que se desarrollan en algunos días; entre 1,000 y 10,000 rads. La muerte es secundaria a procesos gastrointestinales más rápidos y para dosis superiores a los 10,000 rads, la muerte se produce rápidamente por alteraciones del sistema nervioso central.



## **Mantenimiento**

### **Que es el mantenimiento**

El Mantenimiento es una rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada.

Dounce Villanueva, define mantenimiento como la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin.

El trabajo típico del mantenimiento es la búsqueda y reforzamiento de los eslabones más débiles de la cadena de servicio que forma la fábrica; el mantenimiento se divide en dos ramas: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.<sup>4</sup>

Según Edwin Orlando Neto Chusin, el mantenimiento se define 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<sup>5</sup>

Para el Ing. Raúl R Prando aborda el término de mantenimiento como todas las actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Enrique Dounce Villanueva, *productividad en el mantenimiento industrial*

<sup>5</sup> Edwin Orlando Neto Chusin ecuador -Marzo 2008 *Mantenimiento Industrial*

<sup>6</sup> Ing. Raúl R Prando *Manual de gestión de Mantenimiento a la medida.*



Por lo tanto se comprende por mantenimiento, el control constante de las instalaciones y/o componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema<sup>7</sup>

Son tres factores que han impulsado al mantenimiento:

1. La seguridad: los equipos o sistemas productivos deben ser seguros, para que no ponga en riesgo la vida de las personas.
2. La rentabilidad de la producción mediante la reducción de riesgo
3. La competitividad dentro de la globalización.<sup>8</sup>

<b>Mantenimiento</b>	<b>Filosofía</b>	<b>Tipos</b>
<b>Correctivo</b>	Reparación	Correctivo, mayor y reactivo
<b>Preventivo</b>	Recambio	Preventivo y predictivo
<b>Total</b>	Mejora continua	Total, basado en confiabilidad y proactivo

*Tabla 1: Tipos de mantenimiento.*

1. Reparación: es la actividad de cambiar las partes de un equipo o el equipo mismo, después de una falla, para que siga funcionando dentro de un sistema de producción.
2. Recambio: se refiere a la actividad de cambiar las partes gastadas o a punto de romperse, antes de que falle un equipo.

<sup>7</sup> M<sup>a</sup> Belén Muñoz Abella, Leganés, 2003 *Mantenimiento Industrial, tecnología de máquinas, 4º ingeniería industrial*

<sup>8</sup> Análisis Ocupacional del mantenimiento industrial



3. Mejora continua: es la actividad de estar mejorando:
  - a) El equipo, su desempeño y su eficiencia
  - b) El sistema operativo de mantenimiento
  - c) La organización
  - d) Las capacidades y habilidades del personal de mantenimiento

Conforme al mantenimiento adquiere mayor importancia se puede resumir en lo siguiente:

1. Reducción de costo: ahorro de primas de seguro, coaseguro y deducibles; compras oportunas de refacciones y materiales asignación adecuado de recursos para mantenimiento; menor inversión en equipos de reserva; detección del punto de origen de los gastos.
2. Reducción en las fallas de los equipos: menos tiempos muertos de producción; reducción de escala y número de reparaciones; incremento en la vida útil de los equipos; reducción de la probabilidad de exposición a una falla mayor; garantía de utilización adecuada de las partes; mejoría de la información disponibles de especificaciones para cada equipo.
3. Mejor personal en el mantenimiento: reducción de tiempos extras; cargas de trabajos más uniformes y predeterminadas; más tiempo disponible para capacitación y especialización.
4. Mejor calidad en la producción: incremento de la calidad y la consistencia; mayor continuidad y confiabilidad; planeación y programación de áreas de oportunidad para su perfeccionamiento.
5. Mayor seguridad en los equipos: incremento de la seguridad del personal y los equipos; reducción de fallas mayores.



	Seguridad	Competitividad	Calidad
Reducción de costos en el mantenimiento		Alta	
Reducción de fallas en los equipos		Alta	
Mejor personal en el mantenimiento	Alta		Media
Mejor calidad en la producción		Media	Alta
Mayor seguridad en los equipos	Alta		

Tabla 2: Ventajas del mantenimiento

## Tipos de Mantenimientos

### Mantenimiento Correctivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada; este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas:

1. Correctivo Contingente
2. Correctivo Programable

#### **Correctivo Contingente**

Este mantenimiento refiere a las actividades que se realizan de forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona un servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar de forma emergente, y en el mejor de los casos bajo un plan contingente.



Las labores que en este caso deben realizarse tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir, que esta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales, así, el personal de conservación debe realizar solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer otro trabajo adicional que quite tiempo para volverla a poner en funcionamiento con una adecuada fiabilidad.

### ***Correctivo Programable***

Este tipo de mantenimiento se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial, y este aunque es necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención.

### **Mantenimiento Preventivo**

Esta es la segunda rama del mantenimiento y podemos definirla como: la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionen continúe dentro de los límites establecidos. Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fábrica sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de estos nos proporciona cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad la cual se relaciona en razón directa con su costo



Imagen 1: tipos de Mantenimiento



## ***Diseño Metodológico***

La investigación es de corte transversal<sup>9</sup> con diseño mixto cuantitativo y cualitativo, porque se realizaron entrevistas y revisión bibliográfica, igualmente se efectuó mediciones para realizar el diagnóstico de los equipos.

Es preciso conocer el estado actual de los equipos de rayos X, su uso y el mantenimiento. Para esto se utilizaron las siguientes técnicas: Entrevistas a técnicos, operarios y médicos que manipulan estos equipos para conocer el estado actual de éstos por medio de preguntas previamente formuladas, Observación directa con la ayuda de equipos audiovisuales en las visitas donde el objetivo principal es la obtención de los datos y recopilación bibliográfica, el fin de estas técnicas es lograr el correcto análisis e interpretación de los resultados.

Para llevar a cabo el presente estudio es necesario visitar frecuentemente el Hospital Antonio Lenín Fonseca donde se encuentra el Centro de Alta Tecnología donde se realizó la recopilación de datos.

---

<sup>9</sup>Los DISEÑOS TRANSVERSALES implican la recolección de datos en un solo corte en el tiempo.  
[/http://perso.wanadoo.es/aniorte\\_nic/apunt\\_metod\\_investigac4\\_4.htm](http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_metod_investigac4_4.htm)



## **Capítulo II: Aspectos Generales del Centro de Alta Tecnología**

### **1. Descripción del Centro.**

El Centro de Alta Tecnología en el Hospital Antonio Lenín Fonseca cuenta con ocho equipos de imagenología y diez equipos servidores, incluyendo impresora e inyector, de los cuales para el presente estudios se eligieron solo seis que son los equipos más utilizados. Este Centro fue una donación por el gobierno de Venezuela en el año 2007.

Este Centro entró en funciones en el año 2008, el cual ha operado sin interrupciones prolongadas.

Se realizan exámenes como tomografías, resonancias magnéticas, ecocardiogramas, mamografías, ultrasonidos, y otros exámenes especializados.

A partir del mes de Junio del año 2008 se inicio la realización de estudios de Tomografía y Resonancia Magnética, con ello, la llegada de pacientes de todo el país, que no contaban con los medios económicos para la realización de estos estudios.<sup>10</sup>

Gracias a la nueva tecnología en el Centro de Alta Tecnología, Nicaragua ha tenido el acceso a los servicios de radiodiagnóstico ha mejorado sustancialmente en los últimos años. Actualmente cuenta con los especialistas necesarios para realizar la interpretación de imágenes con un alto nivel de certeza diagnóstica, incidiendo esto de forma positiva en la calidad de atención a los pacientes.

Todo esto como resultado de la política de acceso y gratuidad a los servicios de salud teniendo la oportunidad de realizarse este tipo de estudios especializados todos los pacientes, sin costo alguno<sup>11</sup>. Desde su inicio ha realizado más de 28,206 tomografías y 8,870 resonancias magnéticas.

<sup>10</sup>[http://www.minsa.gob.ni/index.php?option=com\\_remository&Itemid=52&func=fileinfo&id=7137](http://www.minsa.gob.ni/index.php?option=com_remository&Itemid=52&func=fileinfo&id=7137)

<sup>11</sup> Indicadores de desarrollo humano ONU 2008 2 Archivos CAT- HEALF- MINSA



## **1.1 Personal Administrativo y técnico.**

El Funcionario a cargo del Centro de Alta Tecnología es la Dra. Zoila Quiñones Directora del centro, cuatro personas encargadas de la recepción y una persona de Mantenimiento el Lic. Franklin Cáceres Videa, quien es responsable de los equipos<sup>12</sup>.

El centro entra en funciones a partir de las 8:00am y finaliza 5:00pm, excepto los equipos que son utilizados en emergencia y las 24hrs del día. Se cuenta con el siguiente personal: técnicos en rayos X, radiólogos y residentes de radiología, los cuales están altamente capacitados para la manipulación de los equipos.

## **2. Diagnóstico actual de los equipos del CAT**

Para la inspección de las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo se tomaron en cuenta las siguientes:

Observar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Los aspectos que se recomienda evaluar son: humedad, temperatura, presencia de polvo y seguridad de la instalación.

**Humedad:** La humedad del ambiente en el que trabaja el equipo, no debe ser mayor a la que especifica el fabricante que entre 50 y 70%<sup>13</sup>. Si no se cuenta con esta información, o con los medios adecuados de medición, se puede evaluar por sus efectos, por ejemplo oxidación de la carcasa, levantamiento de pintura de paredes o del equipo, etc. NOTA: Este aspecto está relacionado con la inspección visual del equipo

---

<sup>12</sup>CAT HALF\_20.12.10

<sup>13</sup> Dato extraído de los manuales de los equipos.



**Temperatura:** La luz solar directa o la temperatura excesiva pueden dañar el equipo, o alterar su funcionamiento. Verifique cual es la temperatura permitida por el fabricante que entre 18 y 22°C<sup>14</sup>.

**Polvo:** Tanto los equipos electrónicos, como los eléctricos se ven afectados en su funcionamiento y en la duración de su vida útil, por la presencia de polvo en su sistema. Se tiene que revisar que no haya una presencia excesiva de polvo en el ambiente.

**Seguridad de la instalación:** Una instalación de un equipo insegura, ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas, ya sean estos operadores, pacientes o público en general. Revise que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil.

### **Equipos del Centro de Alta Tecnología**

En el centro de alta tecnología "CAT" se encuentran los siguientes equipos de Imagenología.

- ✓ .Tomógrafo de seis cortes (Philips)
- ✓ Rayos X Telecomandado Stephan / Evolution HV
- ✓ Resonancia Magnética 0.35 T (SiemensMagnetom C!)
- ✓ Rayos X fijo Radiología SEDECAL
- ✓ Ultrasonido fijo Mindray
- ✓ Ultrasonido Portátil (Sonosite Micromax)

---

<sup>14</sup> Dato extraído de los manuales de los equipos



Conforme a las observaciones que se realizaron en el centro, se logró determinar en qué condiciones se encuentran trabajando estos equipos, tanto las condiciones ambientales como: humedad, temperatura e infraestructura, así como quiénes son sus operarios, las horas de operación de cada equipo, el tipo de mantenimiento actual que se le da y quiénes son los responsables del mismo. En el centro se cuenta con mantenimiento subcontratado cuyo contrato se renueva anualmente, cabe señalar que el proceso de licitación de contratos puede durar de tres a seis meses, periodo en el cual no se le administra mantenimiento a los equipos. Este centro cuenta con los siguientes equipos de protección: delantales y guantes plomados así como gafas y collares para la protección con una equivalencia de plomo de .25mm

Para el fácil manejo de la información y de los datos recopilados se diseñó formatos y hojas de inspección.

✓ Tomógrafo de Seis Cortes (Philips)

Se encuentra en la sala de Tomografía axial computarizada donde la temperatura es de 21° Celsius con humedad relativa del 55%. En esta sala el espacio disponible para la realización de las exploraciones es mínimo, lo que pone en riesgo la calidad del diagnóstico.

Al igual se localiza la estación de trabajo, la cual es de pequeñas dimensiones e incómoda la manipulación del equipo. Así, como en las demás salas del Centro de Alta Tecnología, los servidores y generadores de alta tensión, se encuentran en el espacio donde se realizan los exámenes. Por lo que reciben dosis de radiación que disminuyen los años de vida útil de estos componentes al igual que deterioran los servicios de estos.



✓ Rayos X Telecomandado Stephan / Evolution HV

*El equipo de rayos x sedecal se encuentra en el área de Telecomando. Con una temperatura que oscila entre los 20° a 21° Celsius, en esta sala la humedad relativa es del 60%.*

El material del cual son construidas las paredes de la sala no es de plomo y el espesor de estas es de aproximadamente quince centímetro, al no cumplir con las especificaciones de infraestructura presentadas por *La Organización Panamericana de la Salud* que cita que la infraestructura debe de ser de plomo o tener un espesor de más de veinte centímetros, esto pone en riesgo la salud de todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones, pacientes y acompañantes de los pacientes, en fin de todas las personas que visitan el *Centro de Alta Tecnología*. *El rayo X Telecomandado no cuenta con una UPS para protegerlo de las interrupciones y fluctuaciones de la energía eléctrica lo que provoca un deterioro en la vida útil del equipo.*

Actualmente en el centro no existe un inventario de material fungible para este equipo, por lo que cuando ocurre una falla considerable este suspende sus servicios hasta que el repuesto es traído del extranjero, lo cual puede tardar días y hasta mucho meses. El mantenimiento que se le administra es mantenimiento preventivo cada cuarenta y cinco días. *Este equipo es operado por los médicos y el licenciado Franklin Cáceres Videa, responsable quipos CAT.*



✓ Resonancia Magnética 0.35 T

La Resonancia se encuentra en la sala con el mismo nombre, donde la humedad relativa es de aproximadamente del 60% con una temperatura de 21° Celsius, en la misma sala se encuentra la estación de trabajo y su sistema de enfriamiento. Gracias a que este equipo tiene una UPS, en caso de interrupciones o fluctuaciones del servicio eléctrico la resonancia se encuentra protegida y es posible guardar los exámenes recientemente realizados, lo que es una ventaja para el paciente y el médico, ya que no es necesaria otra intervención y exposición a la radiación.

El mantenimiento que recibe este equipo actualmente es preventivo y básicamente consiste en el chequeo del Software y bitácora de errores el cual se realiza cada cuarenta y cinco días por una empresa subcontratada.

✓ Rayos X fijo Digital

La sala en que se encuentra este equipo se llama Toma de Estudios de Rx, donde la temperatura es de 21° Celsius y la humedad relativa es del 55%; aquí únicamente existe una pantalla de plomo que cubre la estación de trabajo, pero no protege de las radiaciones a las demás personas como se requiere.

Al igual que con los otros equipos de imagenología el centro no administra inventario de ningún tipo de repuesto, esto significa que en caso de sufrir fallos se debe de esperar a que el repuesto llegue a Nicaragua proveniente del extranjero lo que significa que por mucho tiempo el equipo no brindará el servicio, esto retrasa los diagnósticos de los exámenes y pone en riesgo la vida del paciente.



La unidad de control se encuentra dentro de la sala y no está protegida con una pantalla de protección radiopaca suficientemente amplia para proteger al técnico y al médico, ni está rodeada por este tipo de pantalla.

Existe una ventana de vidrio plomado para vigilar al paciente durante el examen.

✓ Ultrasonido fijo Mindray

Este ultrasonido está ubicado en la sala *Ultrasonido 2* donde la humedad relativa es del 60% y la temperatura es de 21° Celsius.

Actualmente la administración de mantenimiento es responsabilidad de una empresa subcontratada quienes brindan el servicio cada cuarenta y cinco días cuyas mayores debilidades es la falta de repuesto y que diariamente este equipo no recibe ningún tipo de mantenimiento ni limpieza.

El equipo no cuenta con ningún tipo de batería o regulador eléctrico que pueda protegerlo de las fluctuaciones o de interrupciones de la energía eléctrica.

✓ Ultrasonido Portátil (Sonosite Micromax)

Se encuentra en la sala de ultrasonido 1 donde la temperatura es de 21° Celsius y la humedad relativa es del 60%.



### **3. Consecuencia de las fallas técnicas que presentan los equipos**

#### **Fallas comunes en los equipos**

De acuerdo a los datos históricos más del 80% de las fallas habituales en estos equipos son ocasionados en los elementos de mando auxiliares.

a) Muchas veces como consecuencia de errores cometidos en la reparación, de los circuitos auxiliares, o la ausencia de un control periódico de los mismos se ocasionan costosas averías.

- ✓ Que el equipo no encienda
- ✓ Oscilación y falla en los medidores
- ✓ Funcionamiento incorrecto en mesa radiológica en los equipos de Rayos X

La mayoría de estos equipos en especial tubos de rayos X y rectificadores son de alto valor.

Es por esto importante la contratación de un servicio de mantenimiento preventivo a la casa vendedora y en caso de no poder optarse por este sistema, contratar para las reparaciones, técnicos de reconocida capacidad.

Fallas usuales:

- a- Transformador en cortocircuito o interrumpido el circuito primario o secundario, en ese caso puede suceder: 1) Que no encienda el tubo de rayos X; 2) Que el miliamperímetro no acuse lectura al conectarse la alta tensión; 3) Que la lectura del miliamperímetro no corresponda a la calibración del equipo.



b- Perforación en el material aislante. En ese caso se producirán los siguientes comportamientos anormales: 1) el miliamperímetro se irá a tope u oscilará violentamente. 2) Un descenso brusco del Kilovoltímetro. 3) La desconexión del aparato por acción de su sistema de protección.

### **Centro de Alta Tecnología**

En el año 2008 desde que se instalaron los equipos no han sufrido fallas graves que con lleven al reemplazo del equipo, estos han dejado de funcionar de cuatro meses hasta un año y medio debido a la falta de repuestos en el mercado nacional.

Una de las causas principales por el cual se da el fallo de los equipos es por la sobreutilización ya que existe una gran demanda en los servicio de imagenología de este Centro, muchas veces el equipo no es reparado rápidamente porque las piezas o dispositivos no son adquiridos inmediatamente debido a que son comprados en el extranjero.

Muchas veces la interferencia de dispositivos tales como: celulares, televisor y radios perjudica el funcionamiento óptimo de estos equipos pues su servicio es a través de ondas y los equipos de imagenología emiten radiaciones. Provocan fallas de interferencia, y en algunas ocasiones no se logra visualizar la imagen.

También otro factor que provoca daños es cuando hay cortes del suministro eléctrico se provoca la pérdida de conexión de red entre los equipos digitales.

Los efectos que tienen estas fallas son los siguientes:

- ✓ Tiempo de paro de los equipos: cuando deja de funcionar el equipo, se pierde el tiempo del técnico, del paciente y de quien acompaña al paciente, así como el tiempo de las personas que esperan para ser atendidas.



- ✓ Retraso para la atención de los pacientes: el retraso puede ser ocasionado por el fallo del equipo o bien por el mantenimiento que se le este administrando. Esto puede poner en un mayor riesgo la salud y vida de las personas que esperan ser atendidas.
- ✓ Atraso en el diagnóstico por imagen para los paciente: puede ser provocado cuando no esté funcionando la impresora de placas, el Reconstructor de imagen o el servidor, lo que demora la entrega del resultado del examen o placas.
- ✓ Riesgo para la vida del paciente: si el equipo se daña cuando se está examinando el paciente pone en peligro la vida del paciente.
- ✓ Riesgo para los técnicos: los técnicos pueden sufrir dosis de radiaciones que no son requeridas ni reguladas lo que pone en riesgo la salud del técnico, de las personas que se encuentren en la sala y manipulen el equipo.
- ✓ Baja calidad en la imagen del equipo: si la imagen que se obtiene no es clara, es opaca o presenta sombras, el diagnóstico no será acertado lo que conlleva a realizar otro examen y exponer nuevamente a dosis de radiación al paciente perjudicando su salud.
- ✓ Exposición a dosis de radiación fuera del límite: esto puede ser ocasionado por fallos en el tubo de rayos x, en el colimador, etc. Esto representa riesgo tanto para el técnico como para el paciente, provocando consecuencias a corto y largo plazo en la salud de ambos.
- ✓ Aumento en los costos de materiales e insumos: al dañarse una pieza o algún dispositivo de los equipos, conlleva a la compra de nuevos dispositivos ya que en estos equipos es muy difícil reparar los dispositivos dañados (no es recomendable). Se recurre a gastos de insumos ya sean técnicos, fármacos, transporte, etc.



- ✓ Aumento en los costos de personal: cuando existe una avería en estos equipos se debe de contratar un personal altamente capacitado para repararlo y disminuir el tiempo improductivo del equipo.
- ✓ Incremento de los costos en el diagnóstico por imagen para un paciente en estado crítico: si el equipo no está funcionando y debe de realizarse un examen de emergencia, el paciente es trasladado a un centro privado para que sea atendido y este es un costo asumido por el Centro de Alta Tecnología.
- ✓ Reduce la vida útil de los equipos: al sufrir cualquier daño el equipo se deteriora lo que provoca una reducción de su vida útil.



## **Capítulo III: Sistema de Mantenimiento para los equipos de Rayos X, en el centro de Alta Tecnología**

### **1. Generalidades**

Con este plan de mantenimiento se pretende garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, mayor disponibilidad, mejor calidad del servicio médico, un incremento de la seguridad y un mayor tiempo de vida útil de los equipos de imagenología en el centro de Alta Tecnología. De acuerdo a la *Guía de Gestión e Incorporación de tecnología de la Organización Panamericana de la Salud*, establece que cada servicio de radiología debe contar con un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.<sup>15</sup>

Este manual consiste en el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en el cual se presentaran los siguientes acápite:

1. Listado de equipos y ficha técnica: Son los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo.
2. Tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo): En esta tabla se indicara al sistema con qué frecuencia debe de generar las Solicitudes y órdenes de trabajo, o su gráfico de MP (mantenimiento preventivo), así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.
3. Planeación: El uso de materiales y refacciones en los registros del MP por Equipo.
4. Procedimientos detallados o listados de rutinas: lista en el sistema o en algún procesador que facilite su control. planear su codificación e incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo

---

<sup>15</sup>Guía de gestión e incorporación de tecnología/radiología de propósitos generales. Ed. Ciencias Médicas. OPS



5. Calendario. Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los MP.
6. Uso: El número de horas o el número de estudio para la realización de las inspecciones.
7. Método de Implementación



## 2. Aplicación del Sistema Alternativo de Mantenimiento

Equipo	Tomógrafo			Ultrasonido Portátil			Ultrasonido Fijo			RM			Rx Telecomandado			Rx fijo		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>Puntaje</b>																		
<b>Importancia productiva</b>	X			X			X			X			X			X		
<b>Intercambiabilidad</b>		X			X			X		X			X				X	
<b>Régimen de operación</b>	X			X			X				X			X		X		
<b>Nivel de utilización</b>	X			X				X		X			X			X		
<b>Mantenibilidad</b>	X			X			X			X				X		X		
<b>Nivel de automatización</b>	X			X			X			X			X			X		
<b>Valor de la máquina</b>	X			X			X			X			X			X		
<b>Condiciones de Explotación</b>			X		X			X			X			X			X	
<b>Total</b>	6	1	1	6	2	0	5	3	0	6	2	0	5	3	0	6	2	

Tabla 3: categorización de los equipos

Valorado por: Lic. Franklin Cáceres Videá

Técnico de Mantenimiento del Centro de Alta Tecnología  
Se obtuvo una categorización de A, la cual sugiere que se debe de emplear los mantenimientos predictivos y preventivos<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Productividad y mantenimiento, FTI



## Utilización de los equipos

De acuerdo a los datos brindados por el técnico de mantenimiento del Centro de Alta Tecnología se ha calculado la cantidad de exámenes que se realizan al año por equipo.

Equipo	Cantidad de exámenes al día	Días	Cantidad de exámenes al año
Tomógrafo	80	365	29,200
Telecomando	10	269	2,690
Resonancia	21	293	6,153
Rayos X fijo Digita	60	269	16,140
Ultrasonidos	80	269	21,520
<b>Total</b>	<b>251</b>		<b>75,703</b>

Tabla 4: cálculo de exámenes al año<sup>17</sup>

Según lo establecido por la OPS (organización panamericana de la salud) se deben realizar 150 exploraciones radiológicas al año por cada 1,000 habitantes.<sup>18</sup>

Para calcular cuantas exploraciones radiológicas debían realizarse se tomo en cuenta la población de Nicaragua ya que en este Centro se atiende a las personas de la capital así como a las personas que vienen de los departamentos, obteniendo que se deben realizar 159,368.85 exploraciones/año, por lo cual el CAT suple el 47.50% de las exploraciones radiológicas al año a nivel nacional.<sup>19</sup>

Siendo este un alto porcentaje para solo 6 equipos los cuales está sobre-utilizados, por esta razón es de prioridad la administración de un mantenimiento adecuado.

<sup>17</sup>Cálculo: fuente propia

<sup>18</sup>Guía de gestión e incorporación de tecnología, radiología de propósito generales, (Organización Panamericana De La Salud)

<sup>19</sup>Cálculo: fuente propia



### 3. Mantenimiento Hospitalario Orientado al Riesgo

<b>Equipo</b>	<b>Tomógrafo</b>	<b>Ultrasonido Portátil</b>	<b>Ultrasonido Fijo</b>	<b>RM</b>	<b>Rx Telecomandado</b>	<b>Rx fijo</b>
<b>Puntaje</b>						
<b>Por función</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Aplicación Clínica</b>	5	1	1	5	5	5
<b>Requerimiento de mantenimiento</b>	9	6	6	9	9	9
<b>Historia del incidente</b>	2	2	2	2	2	2
<b>Total</b>	22	15	15	22	22	22

Tabla 5: Frecuencia del Mantenimiento

Número GME (gestión de mantenimiento de equipo)= Función +aplicación + Mantenimiento+ Historia.

GME entre 12 y 15 requiere un plan de mantenimiento de al menos cada 6 meses

GME entre 16 y 18 requiere un plan de mantenimiento al menos anualmente

GME mayor a 19 requiere un plan de mantenimiento cada 4 meses.<sup>20</sup>

#### Resultados

Por medio de esta evaluación y la sobre utilización de estos equipos se asigno el intervalo de mantenimiento de 4 meses para los equipos de con GME de 22 y un intervalo de 6 meses para los equipos con un GME de 15.

<sup>20</sup> Programa de gestión de mantenimiento de equipos médicos basados en riesgo. Elaborado por Ing. Luis Lorenzo Fuentes Peralta., ver anexo pág. 8 y 9



#### **4. Descripción de los Equipos de Imagenología**

##### **✓ Tomógrafo Philips**

Es un equipo de diagnóstico clínico por imagen que utiliza la combinación de rayos X y sistemas informáticos para conseguir una serie de imágenes transversales del paciente.

Con la tomografía se obtiene imágenes de las diversas estructuras anatómicas con densidades variables, incluyendo los huesos, tejidos, órganos, músculos y tumores. Gracias al desarrollado software, la información de múltiples cortes transversales puede conformar imágenes tridimensionales y presentarlas en movimientos

El equipo cuenta con una fuente de rayos X, la cual hace incidir la radiación en forma de abanico sobre una delgada sección del cuerpo; basándose en que las diferentes estructuras corporales presentan diferentes niveles de absorción de radiación, la resolución de sensores o detectores capta estos diferentes niveles de absorción y a partir de ahí la computadora obtiene o reconstruye una imagen basada en la intensidad de radiación detectada la cual varía de acuerdo al patrón de atenuación. Acada una de estas imágenes se le llama corte.

Algunos de los equipos auxiliares de los que dispone un sistema de tomografía son consola de trabajo o post procesamiento, medio de revelado o impresión, los cuales ofrecen ventajas en términos de calidad y productividad, aunque también tienen implicaciones en el incremento en costos del sistema, por lo que es necesario evaluar entre las distintas alternativas a seleccionar.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup>Secretaría de Salud; Subsecretaría de Innovación y calidad  
Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
<b>Ficha Técnica</b>			
Elaborado por: _____		Fecha de realización: _____	
N° de ficha: <u>1</u>		Codigo: <u>21-1001-40-E-0001</u>	
Nombre del equipo: <u>Tomógrafo de Seis Cortes</u>		Fecha de fabricación: <u>2007</u>	
Marca: <u>Philips</u>		Fecha de instalación: <u>31/08/2007</u>	
Fabricante: <u>Philips</u>		Vida Util: <u>10 años</u>	
Modelo: <u>Brilliance 6</u>			
País: <u>Estados Unidos de América</u>		Precio de Compra: <u>Donado</u>	
N° de serie: <u>3353</u>		Instalación: <u>Donado</u>	
		Total: <u>Donado</u>	
<b>Ubicación del equipo.</b>			
Servicio: <u>Imagenología</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Tomografía</u>			
<b>Especificaciones básicas de funcionamiento</b>			
Fuente de servicio: <u>Eléctrico</u>		Tensión en línea: <u>480-470</u>	
Humedad: <u>55%</u> voltaje: <u>480-470</u>		Corriente de línea: <u>80</u>	
Temperatura: <u>21°C</u> Corriente: <u>80 A</u>		Potencia(kw): <u>N/D</u>	
<b>Elementos del equipo</b>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
PDU	1160206 REV AO	TEAL Electronics Corporatio	MCT 100/480 ISOTRAN PLU
Gantry Brilliance CT	3353	Philips	453567077391
Mesa de Paciente	45987	Philips	453567023322
Consola de Mando	1565	Philips	453567027192
CPU	FLLTR2J	DELL	DCDO
Reconstructor Imágenes (SIUR)	10887M00012	Philips	453567307811
Estación de Trabajo 01	AU3A0714029796	Philips	Brilliance 190P7ES/01
Estación de Trabajo 02	AU3A074028426	Philips	Brilliance 190P7ES/01
Accesorios	Serie	Marca	Modelo
Impresora de Placas	13186	Agfa	Health Care Drystar 3000
Inyector de Medios de Contraste	CI0407B040	Leibel -Flarsheim	820740E
Consola del Infusor	CI0407B040	Mallinckrodt	820017E
Sitwch de Red		TRENDNET	
UPS para Estación Trabajo	AGSU2200RT2UOL	TRIPP-LIT	SUINT 2200RTXL2U
Quemador CD		LG	



Hospital Antonio Lenin Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento Mantenimiento			
Ficha Tecnica			
Elaborado por:	_____	Fecha de realizacion:	_____
Nº de ficha:	1.1	Codigo:	_____
Nombre del equipo:	UPS Tomógrafo	Fecha de fabricacion:	N/D
Marca:	SIEL	Fecha de instalacion:	_____
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio:	Imagenologia		
Área:	Centro de Alta Tecnología		
Sala:	_____		
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio:	Electrico	Tension en linea:	_____
Humedad:	_____	voltaje:	_____
Temperatura:	_____	Corriente:	_____
		Potencia(kw)	_____
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
INVERSOR	V01141107	SIEL	ARMADIO 100 KVA
BANCO DE BATERIA	A02081107	SIEL	ARM. BATERIA33X100 HA
TRANSFORMADOR	107824	SIEMENS	3B5R112K13



Hospital Antonio Lenin Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
<b>Ficha Tecnica</b>			
Elaborado por: _____	Fecha de realizacion: _____		
N° de ficha: <u>1.2</u>	Codigo: _____		
Nombre del equipo: _____	Infusor	Fecha de fabricacion: _____	N/D
Marca: _____	liebel_flarsheim	Fecha de instalacion: _____	AÑO 2008
Fabricante: _____	liebel_flarsheim	Vida Util: _____	
Modelo: _____	820790e		
Pais: _____	N/D	Precio de Compra: _____	Donado
N° de serie: _____	c10407b046	Instalacion: _____	Donado
		Total: _____	Donado
<b>Ubicación del equipo.</b>			
Servicio: _____	Imagenología		
Área: _____	Centro de Alta Tecnología		
Sala: _____	Tomografía		
<b>Especificaciones basicas de funcionamiento</b>			
Fuente de servicio: _____	Electrico	Tension en linea: _____	
Humedad: _____	55%	voltaje: <u>120 V</u>	Corriente de linea _____
Temperatura: _____	21°C	Corriente: _____	Potencia(kw) _____
<b>Elementos del equipo</b>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
CPU(GAVINE ELECTRONICO)	C10407B040	liebel_flarsheim	CT9000 ADV
MONITOR	C10407B040	liebel_flarsheim	820017E
Bomba	C10407B046	liebel_flarsheim	820790E
Accesorios	Serie	Marca	Modelo
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica



Hospital Antonio Lenin Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
Ficha Tecnica			
Elaborado por: _____	Fecha de realizacion: _____		
N° de ficha: <u>1.3</u>	Codigo: _____		
Nombre del equipo: <u>Impresora de Placas</u>	Fecha de fabricacion: <u>2007</u>		
Marca: <u>Agfa</u>	Fecha de instalacion: <u>2008</u>		
Fabricante: <u>Agfa</u>	Vida Util: <u>10 años</u>		
Modelo: <u>Drystar 3000</u>			
Pais: <u>Alemania</u>	Precio de Compra: <u>Donado</u>		
N° de serie: <u>5361/999</u>	Instalacion: <u>Donado</u>		
	Total: <u>Donado</u>		
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: <u>Imagenologia</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Tomografía</u>			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio: <u>Electrico</u>	Tension en linea: <u>110V</u>		
Humedad: <u>55%</u>	voltaje: _____	Corriente de linea	_____
Temperatura: <u>21°C</u>	Corriente: _____	Potencia(kw)	_____
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo



✓ **Rayos X Telecomandado Radiología Sthepani / Evolution HV**

EVOLUTION HV son sistemas muy versátiles controlado por microprocesador, compacto y polivalente, lo que permite todo tipo de exámenes: radiología convencional, radiografía, fluoroscopia y tomografía.

Las mesas de altura variable EVOLUTION HV pueden realizar procedimientos estáticos y dinámicos de: esqueleto, tórax, urología, tiramientos digestivos.

Las mesas aceptan todo tipo de tamaños de intensificador de imagen hasta 40 cm. (16") con o sin seriador automático. El interfaz de usuario facilita la adquisición y procesador de la imagen radiográfica. El fácil uso del software, rápido proceso y recopilación de información contribuye a realizar exámenes de forma cómoda.

La combinación de movimientos de las series EVOLUTION Series permite procedimientos de examen específicos. Ergonomía y eficiencia son las ventajas principales de los sistemas polivalentes de mesa tele comandada.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>[http://www.radiologia-sa.com/radiologia-sa/radiologia/sistemas\\_evolution/sistema\\_evolution\\_HV\\_especificaciones.asp](http://www.radiologia-sa.com/radiologia-sa/radiologia/sistemas_evolution/sistema_evolution_HV_especificaciones.asp)



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por: _____	Fecha de realización: _____		
Nº de ficha: <u>2</u>	Codigo: <u>21-5243-40-M0017</u>		
Nombre del equipo: <u>Rayos X Telecomandado</u>	Fecha de fabricacion: <u>N/D</u>		
Marca: <u>Radiología</u>	Fecha de instalacion: <u>31/08/2007</u>		
Fabricante: <u>Sedecal</u>	Vida Util: <u>10 años</u>		
Modelo: <u>Sthepani / Evolution HV</u>			
Pais: <u>España</u>	Precio de Compra: <u>Donado</u>		
Nº de serie: <u>G-28214</u>	Instalacion: <u>Donado</u>		
	Total: <u>Donado</u>		
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: <u>Imagenologia</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Telecomando</u>			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio: <u>Electrico</u>	Tension en linea: <u>110 V</u>		
Humedad: <u>60%</u>	voltaje: <u>208-400</u>	Corriente de linea: <u>6,7 A</u>	
Temperatura: <u>21°C</u>	Corriente: <u>115A</u>	Potencia(kw): <u>64</u>	
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Transformador	308	Trama	Autotransformador UNE-EN61558-2-4
Generador de Alta Tensión	G-28214	Sedecal	RST-635
Gabinete de Control Mesa	0712348E	Sedecal	Evolution HV
Mesa de Paciente	1231	Evolution	HV
Tubo de Rayos X	69888-6V	Varian	SAPHIRE
Cámara de Ionización	1231207 IVK	SIMEN	7020626
Consola de Mando Digital	C-28214	STHEPANIX	A6264-03
Consola de Control Mecánico	0712348E	STHEPANIX	Evolution HV
Pedal de Fluoroscopia	S/S	S/M	S/M
Estación de Trabajo	C071100556	Híbrido keytronic	kt800p2
Monitor Externo 01	DTH13S0E0656	Totoku	MDL 1809A
Monitor Externo 02	DTH130K0013	Totoku	MDL1812A
Accesorios	Serie	Marca	Modelo
Intensificador de Imagen	SE07-IN-0205-Y	INFIMED	INOVISION LF
CPU	PL1-1107-1617	INFIMED	Platinum One DSA
Monitor	PTH 330E0548	Totoku	MDL 1809A



### ✓ **Resonancia Magnética 0.35 T Siemens Magnetom C**

Una imagen por resonancia magnética (IRM), también conocida como tomografía por resonancia magnética (TRM) o imagen por resonancia magnética nuclear (NMRI, por sus siglas en inglés) es una técnica no invasiva que utiliza el fenómeno de la resonancia magnética para obtener información sobre la estructura y composición del cuerpo a analizar. Esta información es procesada por ordenadores y transformada en imágenes del interior de lo que se ha analizado.

Es utilizada principalmente en medicina para observar alteraciones en los tejidos y detectar cáncer y otras patologías. También es utilizada industrialmente para analizar la estructura de materiales tanto orgánicos como inorgánicos<sup>23</sup>

El equipo cuenta con una integración perfeccionada de componentes, tecnología de campo alto y el apoyo de circuito de producción superior da calidad de imagen magnífica. Por cual existe alta confianza en el diagnóstico y en un paquete de ejecución excelente. *Circuito de producción transparente:* software intuitivo y fácil de usar integra todo paciente relacione información, fisiológico y figurando datos a través de su circuito de producción clínico entreo<sup>24</sup>

<sup>23</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen\\_por\\_resonancia\\_magn%C3%A9tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen_por_resonancia_magn%C3%A9tica)

<sup>24</sup> Smallfootprint-giantsteps. MAGNETOMC!withsyngoMRC12

[www.siemens.com/healthcare](http://www.siemens.com/healthcare)



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por: _____	Fecha de realización: _____		
N° de ficha: 3	Codigo: 21-5242-40-MU014		
Nombre del equipo: Resonancia Magnética 0.35 T	Fecha de fabricacion: N/D		
Marca: Siemens	Fecha de instalacion: 01/03/2008		
Fabricante: Siemens	Vida Util: 10 años		
Modelo: Magnetom C!			
Pais: Estados Unidos de América	Precio de Compra: Donado		
N° de serie: 28990	Instalacion: Donado		
	Total: Donado		
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: Imagenología			
Área: Centro de Alta Tecnología			
Sala: Resonancia			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio: Electrico	Tension en linea: 110 V		
Humedad: 60%	voltaje: 380	Corriente de linea: 6,7 A	
Temperatura: 21°C	Corriente: 19	Potencia(kw): 100	
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Sistema de Potencia	28990	SCHROFF(SIEMENS)	10019418
Sistema de Enfriamiento	201-4401-004-843-005-0	SIEMENS	KPC201-L-U/S
Mesa de Paciente	NO DISPONIBLE	SIEMENS	NO DISPONIBLE
Dos Bobinas Magnetom	NO DISPONIBLE	SIEMENS	MAGNETON C
Tres Bobinas Induccion	NO DISPONIBLE	SIEMENS	NO DISPONIBLE
Bobina Craneo	1385	SIEMENS	8635554
Bobina Cuello	1373	SIEMENS	8635562
Bobina Columna L	1308	SIEMENS	8635521
Bobina Columna XL	1052	SIEMENS	865513
Bobina Hombro	1163	SIEMENS	8633620
Bobina Rodiall	1053	SIEMENS	8635570
Monitor de RM	19600665358	FUJITSU SIEMENS	TAV_X397BG180MD05Y
CPU de RM	500071	FUJITSU SIEMENS	10304172
Monitor de Imagen	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
CPU de Imagen	2359	SIEMENS	10049278
Reconstructor Imágenes	1837	SIEMENS	10049278



<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Control de ON/OFF	1315	SIEMENS	7544500
Accesorios	Serie	Marca	Modelo
Impresora de Placas	500C04295C	CODONICS	HORIZON CI MUKLTI MEDIA
Phantom Botella P	NO	SIEMENS	1P 1132179
Phantom Botella G	NO	SIEMENS	7101723
Phantom Balón G	NO	SIEMENS	4764168
Phantom Balón P	NO	SIEMENS	7100469
Sitwch de Red	A03276L070302292A	ALLIEDTELESYN	AT-FS708
UPS para Estación Trabajo	09046-06-0201927	CDP	B-UPR505
Quemador CD	NO DISPONIBLE	SIMENS	NO DISPONIBLE



Hospital Antonio Lenin Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento Mantenimiento			
Ficha Tecnica			
Elaborado por:	_____	Fecha de realizacion:	_____
N° de ficha:	3.1	Codigo:	_____
Nombre del equipo:	UPS Resonancia	Fecha de fabricacion:	N/D
Marca:	YOYATLAS	Fecha de instalacion:	30/06/2005
Fabricante:	07H6099	Vida Util:	N/D
Modelo:	07H6099		
Pais:	ALEMANIA	Precio de Compra:	Donado
N° de serie:	503H1460	Instalacion:	Donado
		Total:	Donado
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio:	Imagenologia		
Área:	Centro de Alta Tecnología		
Sala:	_____		
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio:	Electrico	Tension en linea:	_____
Humedad:	55%	voltaje:	_____
Temperatura:	21°C	Corriente:	_____
		Potencia(kw)	_____
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por: _____		Fecha de realización: _____	
N° de ficha: <u>3.2</u>		Codigo: <u>21-4461-40-10036</u>	
Nombre del equip <u>Impresora de Placas</u>		Fecha de fabricacion: <u>38532</u>	
Marca: <u>Codonics</u>		Fecha de instalacion: <u>2007</u>	
Fabricante: <u>Codonics</u>		Vida Util: <u>10 años</u>	
Modelo: <u>Horizon CI Multimedia Imager</u>			
Pais: <u>Estados Unidos de América</u>		Precio de Compra: <u>Donado</u>	
N° de serie: <u>500C04245C</u>		Instalacion: <u>Donado</u>	
		Total: <u>Donado</u>	
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: <u>Imagenología</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Resonancia Magnetica</u>			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicic <u>Electrico</u>		Tension en linea: <u>110 V</u>	
Humedad: <u>55%</u>		voltaje: _____	
Temperatura: <u>21°C</u>		Corriente de linea _____	
		Potencia(kw) <u>90</u>	
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo



✓ **Rayos X Fijo DigitalSedecalCM-50HF-VD**

Un rayos X (radiografía) es un examen médico no invasivo que ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar las condiciones médicas. La toma de imágenes con rayos X supone la exposición de una parte del cuerpo a una pequeña dosis de radiación ionizante para producir imágenes del interior del cuerpo. Los rayos X son la forma más antigua y de uso más frecuente para producir imágenes médicas.

Una radiografía ósea toma imágenes de cualquier hueso en el cuerpo, incluyendo la mano, muñeca, brazo, codo, hombro, pie, tobillo, pierna (espinilla), rodilla, muslo, cadera, pelvis o columna.

El equipo generalmente consiste en un tubo de rayos X suspendido sobre una mesa en la que se recuesta el paciente. Un cajón debajo de la mesa sostiene la película de rayos X o la placa de registro de imagen. A veces se toma los rayos X con el paciente parado de pie, como en los casos de rayos X de la rodilla.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> <http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=bonerad>



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por: _____	Fecha de realización: _____		
Nº de ficha: <u>4</u>	Codigo: <u>N/D</u>		
Nombre del equipo: <u>Rayox X Fijo Digital</u>	Fecha de fabricacion: <u>N/D</u>		
Marca: <u>Radiología</u>	Fecha de instalacion: <u>Año 2007</u>		
Fabricante: <u>Sedecal</u>	Vida Util: <u>10 años</u>		
Modelo: <u>Explorer 1600</u>			
Pais: <u>España</u>	Precio de Compra: <u>Donado</u>		
Nº de serie: <u>G-28217</u>	Instalacion: <u>Donado</u>		
	Total: <u>Donado</u>		
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: <u>Imagenología</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Toma de Estudios de Rx</u>			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio: <u>Electrico</u>	Tension en linea: <u>N/D</u>		
Humedad: <u>55%</u>	voltaje: <u>220 3F</u>	Corriente de linea: <u>N/D</u>	
Temperatura: <u>21° C</u>	Corriente: <u>N/D</u>	Potencia(kw): <u>N/D</u>	
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Transformador		TRAMA,S.L	
Generador de Alta Tensión	G-28217	SEDECAL	SHF-635
Bucky Vertical	40171	SEDECAL	XPLUS
Mesa de Paciente	40171		SEMER 002
Tubo de Rayos X	007K469	TOSHIBA	E7252T
Dector	W061764-60	XPLORER	1000-2
Colimador	CM13740	HUESTIS MEDICAL	150PBL
Estación de Trabajo		DELL	DCTA
Mando de Disparo	G28217		HAN-SWITCH
Accesorios	Serie	Marca	Modelo
Impresora de Placas	12843	Agfa	DRYSTAR5000
Deshumidificador			





✓ **Ultrasonido móvil Sonosite Micromax**

El SonoSite MicroMaxx™ le permite brindar imágenes ecográficas de alta resolución a pacientes. Esto es posible gracias al avance de tercera generación en ecógrafos portátiles. La exclusiva tecnología Chip Fusión es el resultado de más de diez años de investigación, que han desembocado en nada menos que un gran paso adelante en ecógrafos portátiles.

El MicroMaxx produce imágenes que antes sólo estaban disponibles en sistemas de carro más grandes y pesados que costaban hasta cinco veces más. Y con la garantía estándar de cinco años de SonoSite, los costosos contratos de mantenimiento—al igual que los sistemas de ecografía de 136 kg—son cosa del pasado.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup>información para el desarrollo de la salud en América latina



Hospital Antonio Lenín Fonseca			
Centro de Alta Tecnología (CAT)			
Departamento de Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por: _____	Fecha de realización: _____		
N° de ficha: <u>5</u>	Codigo: <u>21-53-08-40-T005</u>		
Nombre del equipo: <u>Ultrasonido Portátil</u>	Fecha de fabricacion: <u>2007</u>		
Marca: <u>Sonosite</u>	Fecha de instalacion: <u>año 2008</u>		
Fabricante: <u>Sonosite</u>	Vida Util: <u>10 años</u>		
Modelo: <u>Micromax</u>			
Pais: <u>Estados Unidos</u>	Precio de Compra: <u>Donado</u>		
N° de serie: <u>03B92K</u>	Instalacion: <u>Donado</u>		
	Total: <u>Donado</u>		
<i>Ubicación del equipo.</i>			
Servicio: <u>Imagenología</u>			
Área: <u>Centro de Alta Tecnología</u>			
Sala: <u>Ultrasonido 1</u>			
<i>Especificaciones basicas de funcionamiento</i>			
Fuente de servicio: <u>Electrico</u>	Tension en linea: <u>110 VAC</u>		
Humedad: <u>60%</u>	voltaje: <u>110</u>	Corriente de linea <u>N/D</u>	
Temperatura: <u>21°C</u>	Corriente: <u>N/D</u>	Potencia(kw) <u>900</u>	
<i>Elementos del equipo</i>			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Transductor lineal	03FRTH	Sonosite	L38E / 10 - 5 MHz
Transductor cardíaco	0389Q7	Sonosite	P17 / 5 -1 MHz
Carro móvil	S/S	Sonosite	Mobile Docking System
Grabadora de CD	18359	Sony	DVD-100MD
Impresora	125788	Sony	UP-897MD
Accesorios	Serie	Marca	Modelo



✓ **Ultrasonido fijo Mindray Micromax**

*Diagnóstico por imágenes con ultrasonido general en hospitales:* La máquina de ultrasonido crea imágenes que permiten examinar varios órganos en el cuerpo. Esta máquina envía ondas sonoras de alta frecuencia que hacen eco en las estructuras corporales y un computador recibe dichas ondas reflejadas y las utiliza para crear una imagen.

A diferencia de los Rayos X, en este examen no se presenta ninguna exposición a la radiación ionizante. Al igual que cualquier onda, el ultrasonido sufre el fenómeno de atenuación dentro de las diferentes estructuras del cuerpo, como regla general a mayor frecuencia se logra menor penetración y a la inversa, a menor frecuencia podemos lograr mayor penetración

El ultrasonido se basa en el rebote de ondas sonoras. Los ecos producidos por estas ondas se convierten en una imagen, llamada sonograma, que aparece en un monitor de televisión. Esta técnica también suele denominarse sonografía o sonar<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup>March of Dimes

<http://www.nacersano.org>



Departamento de Mantenimiento			
Ficha Técnica			
Elaborado por:	_____	Fecha de realización:	_____
N° de ficha:	<u>6</u>	Codigo:	<u>21-53-08-40-T005</u>
Nombre del equipo:	<u>Ultrasonido Fijo</u>	Fecha de fabricacion:	<u>2007</u>
Marca:	<u>Mindray</u>	Fecha de instalacion:	<u>año 2008</u>
Fabricante:	<u>Mindray</u>	Vida Util:	<u>10 años</u>
Modelo:	<u>Micromax</u>		
Pais:	<u>Estados Unidos</u>	Precio de Compra:	<u>Donado</u>
N° de serie:	<u>03B92K</u>	Instalacion:	<u>Donado</u>
		Total:	<u>Donado</u>
Ubicación del equipo.			
Servicio:	<u>Imagenologia</u>		
Área:	<u>Centro de Alta Tecnología</u>		
Sala:	<u>Ultrasonido 2</u>		
Especificaciones basicas de funcionamiento			
Fuente de servicio:	<u>Electrico</u>	Tension en linea:	<u>110 VAC</u>
Humedad:	<u>60%</u>	voltaje:	<u>110</u>
Temperatura:	<u>21°C</u>	Corriente de linea:	<u>8.1</u>
	Corriente:	<u>N/D</u>	Potencia(kw) <u>900</u>
Elementos del equipo			
Nombre	Serie	Marca	Modelo
Transductor lineal	<u>03FRTH</u>	<u>Sonosite</u>	<u>L38E / 10 - 5 MHz</u>
Transductor cardíaco	<u>0389Q7</u>	<u>Sonosite</u>	<u>P17 / 5 -1 MHz</u>
Carro móvil	<u>S/S</u>	<u>Sonosite</u>	<u>Mobile Docking System</u>
Grabadora de CD	<u>18359</u>	<u>Sony</u>	<u>DVD-100MD</u>
Impresora	<u>125788</u>	<u>Sony</u>	<u>UP-897MD</u>



## 5. Elementos tecnológicos

### Tomógrafo de 6 cortes Philips

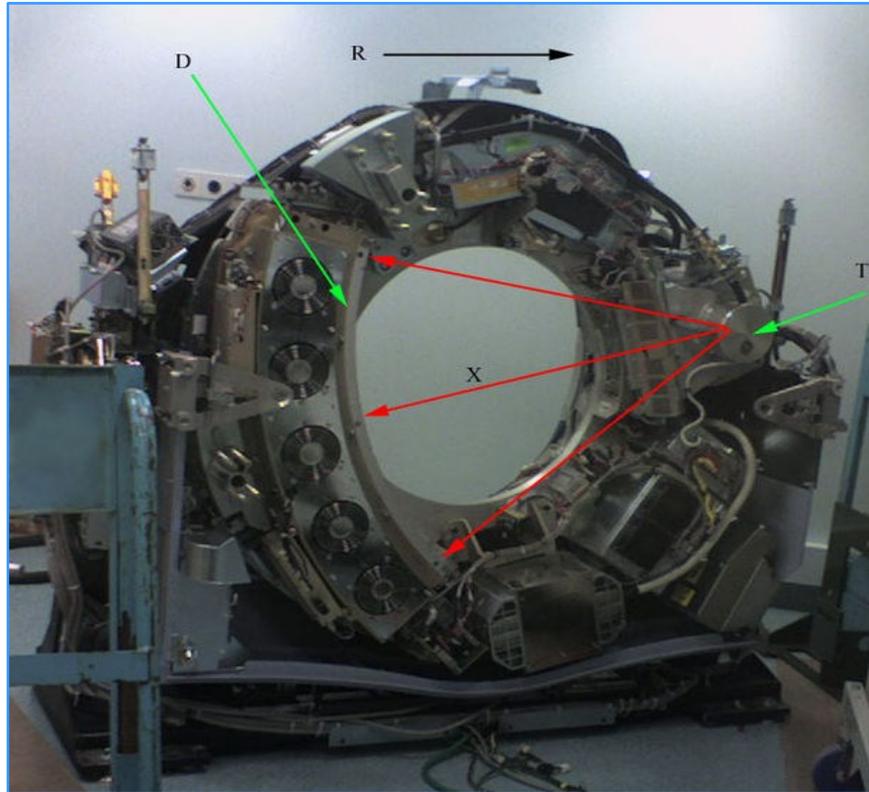


Imagen 2: Elementos Tecnológicos del Tomógrafo

T	Tubo de Rayos X
D	Detectores de rayos X
X	Viga de rayos X
R	Rotación del Gantry



1. PDU: unidad de procesamiento de datos, usado para reunir los datos del detector y procesar los datos antes de enviarlos al RCOM, existe un total de cuatro PDU en el sistema.
2. Gantry Brilliance CT: Panel de Control de los tableros de control externos de soporte se establece por fuera de la base del equipo. Los paneles similares son encontrados en la caja de CT.
3. Mesa de Paciente: Es donde se prescribe y ejecuta el estudio de CT del paciente.
4. CT box: una caja de mando, que reside en el buró de consola- Los controles se duplican en el Gantry Control Panel, así como controles adicionales, monitores y la red de detención electrónica.
5. Consola de Mando: El sistema Consola consiste de un monitor, teclado, mouse, caja de CT, un gabinete y un opcional UPS
6. Reconstructor Imágenes (SIURS)
7. Estación de Trabajo: monitor, CPU, mouse, teclado, impresoras
8. Impresora de Placas: procesador de placas radiográficas, que consta de un proceso rápido y un ciclo extendido.
9. Inyector de Medios de Contraste: Son dispositivos compuestos por un motor paso a paso controlado electrónicamente, que induce movimiento a un pistón el cual impulsa el embolo de la jeringa para suministrar una inyección con un promedio de flujo y volumen controlado, Se pueden alcanzar caudales de inyección difíciles de lograr manualmente.
10. Consola del Infusor: constituye el Monitor, CPU para controlar el Infusor.
11. Sitwch de Red
12. UPS para Estación Trabajo: Sistema de alimentación ininterrumpido (UPS), para la Estación de Diagnóstico.



### 13. Quemador CD

#### **Rayos X Telecomandado Radiología Sthepani / Evolution HV**

1. Transformador: Sirve para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica, limita las corrientes de fugas que pudieran producirse, tiene por objetivo evitar que una falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través de este.
2. Generador de Alta Tensión: sirve para proteger el equipo de perturbaciones de voltaje y excitar el tubo de rayos X.
3. Gabinete de Control Mesa: es la que controla la mesa del paciente para que pueda realizar procedimientos estáticos y dinámicos de: esqueleto, tórax, urología, etc.
4. Mesa de Paciente: mesa telecomandada de basculación con tubos de rayos x, permite el control de los movimientos desde la sala de comando o en forma remota.
5. Tubo de Rayos X: este emite el haz de radiación, el cual logra realizar exámenes en posición vertical y a paciente en sillas de ruedas, camillas en un Bucky de pared.
6. Cámara de Ionización: se encarga de medir la energía de los rayos X a partir de la ionización que provocan.
7. Consola de mando digital : Pulsador de control de movimientos longitudinales y vertical liberando los frenos electromagnéticos del sistema
8. Consola de control mecánico: Posee barreras físicas con blindaje suficiente para garantizar que se mantengan niveles de dosis tan bajos como sea razonablemente posible, sin superar los límites o restricciones de dosis para exposición ocupacional y exposición del público.



9. Pedal de Fluroscopía: permite que las imágenes sean grabadas y reproducida en un monitor, digitalizando las imágenes capturadas y los sistemas detectores de paneles planos que reducen aun más la dosis de radiación para los pacientes.
10. Estación de Trabajo
11. Monitor Externo 01
12. Monitor Externo 02
13. Intensificador de Imagen: permite que las imágenes de la pantalla sean visibles bajo condiciones normales de luz, dando la posibilidad de grabarlas con una cámara convencional, cámara CCD para la grabación de imágenes en movimiento y el almacenamiento electrónico de imágenes estáticas.



## Resonancia Magnética 0.35 TSIEMENS

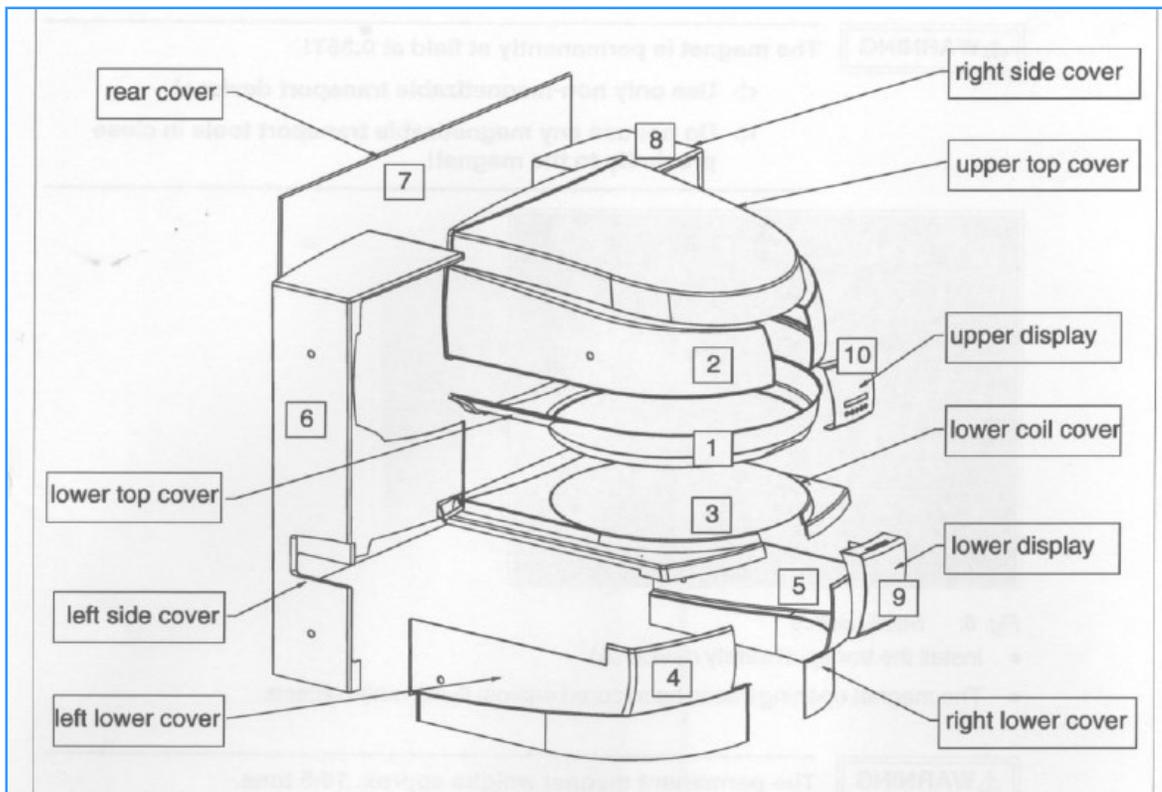


Imagen 3: partes de la resonancia magnética

1. Cubierta superior inferior
2. Cubierta superior
3. Cubierta espiral inferior
4. Cubierta inferior izquierda
5. Cubierta inferior Derecha
6. Cubierta lateral izquierda
7. Cubierta superior
8. Cubierta lateral derecha
9. Exhibidor inferior



## 10. Exhibidor superior

### Piezas y Accesorios.

1. Sistema de Potencia y Sistema de Enfriamiento: armarios técnicos
2. Mesa de Paciente: empuñadura de liberación, asas deslizantes, tablero y palanca de liberación. La mesa es totalmente funcional hasta un peso de 200kg.
3. Dos Bobinas Magnetom
4. Tres Bobinas Inducción: bobinas para el funcionamiento del equipo y realizar el control de calidad
5. Bobina Cráneo: mediciones de cabeza, vasos en la cabeza, y es posible combinación con la bobina de cuello mediana o grande para hacer cabeza/cuello.
6. Bobina Cuello: mediciones de cuello, nuca, vasos en el cuello, y es posible su combinación con la bobina de Cráneo.
7. Bobina Columna L: medición en columna pequeña y mediana.
8. Bobina Columna XL: medición de tórax, abdomen, pelvis y Columna.
9. Bobina Hombro: mediciones en los hombros.
10. Bobina Rodiall: permite examinar todo el tórax en dos ediciones consecutivas, simplemente desplazando la mesa del paciente.
11. Monitor de RM: muestra las imágenes de la resonancia magnética y todos los cuadros de diálogo interactivos y bitácora de errores.
12. CPU de RM
13. Monitor de Imagen
14. CPU de Imagen



15. Reconstructor Imágenes
16. Control de ON/OFF: sistema On (funcionamiento completo) todos los componentes del sistema RM están encendidos y el sistema Off (sistema apagado) todos los componentes del sistema RM están apagados.
17. Impresora de Placas: Procesadoras de placas.
18. Phantom: el fantoma permite la adquisición simultánea de una imagen mediante la cual es posible evaluar los parámetros de resolución espacial, linealidad y distorsión espacial, los cuales permiten asegurar la calidad de las bobinas, están los fantomas de cargas que simulan el peso del paciente y los fantomas de bobina que simulan su tejido.
19. Sitwch de Red
20. UPS para Estación Trabajo: sistema de alimentación ininterrumpido para el área de diagnóstico
21. Quemador CD

### **Rayos X Fijo Digital Radiología**

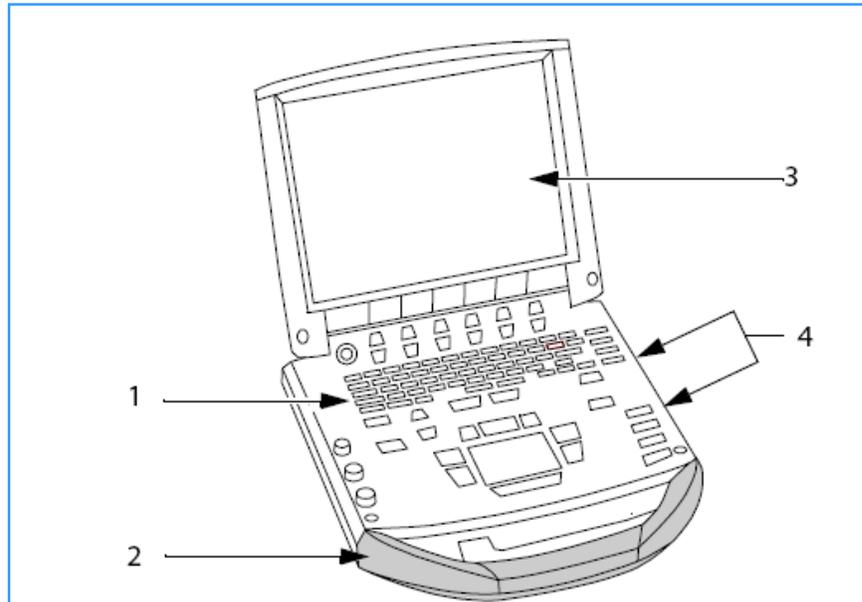
1. Transformador: sirve para conservar la alimentación eléctrica, disminuye las corrientes de fugas y evita que el sistema quede fuera de servicio.
2. Generador de Alta Tensión: sirve para la regulación del voltaje de red automática y compensación de carga espacial, sistema de control y presentación de carga del tubo automático, así como protección contra sobrecarga.
3. Bucky Vertical: permite la adecuada colocación de los Chasis, posee rejillas antidifusoras, formadas por láminas de plomo y aluminio.
4. Mesa de Paciente: permite sacar radiografía de tórax con la mesa en posición vertical, tiene un tablero flotante de baja absorción, con desplazamiento horizontal, transversal y frenos electromagnéticos.



5. Tubo de Rayos X: El tubo de rayos X es el que emite la radiación a la zona, el diseño del tubo debe dar la seguridad de que el tubo está siempre conectado al soporte del chasis de modo rígido y estable, proporcionando un centrado preciso del haz de rayos X.
6. Detector: emplea los procesos conocidos como detección indirecta, ésta disminuye la dispersión de la luz que ocurre cuando viaja a través de los detectores de fósforos DR indirectos.
7. Colimador: este se emplea para modificar las formas y tamaños del haz de radiación, y ajustarlo a la geometría necesaria para el estudio de una región anatómica específica de un paciente, mejorando la calidad de las imágenes y reduciendo las dosis.
8. Estación de Trabajo: consiste en una Computadora principal con doble monitor de uso médico monocromo LCD y un sistema de alimentación ininterrumpido UPS
9. Mando de Disparo: se aplica del generador a la consola para regular el voltaje y la potencia. Para realizar el disparo de rayos X.
10. Impresora de Placas: Sirve para la impresión de los estudios que se realicen en todas las modalidades y tamaños CR y DR.
11. Deshumidificador: Es para condensar el agua del medio ambiente y evitar daños por humedad a los equipos

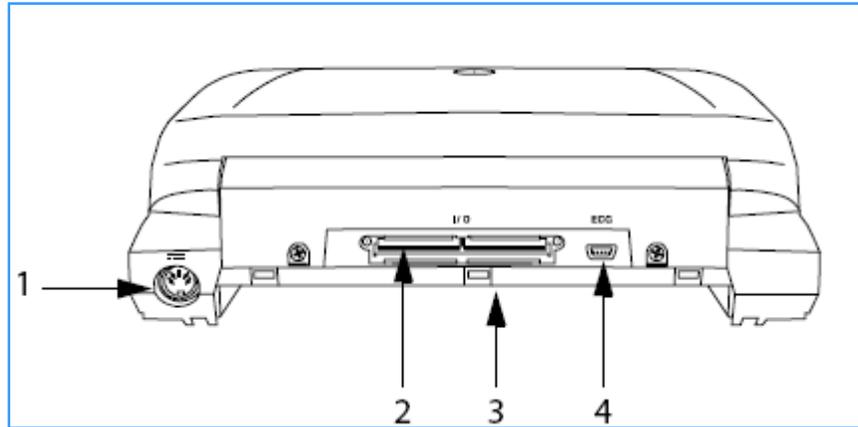


## **Ultrasonido Portátil Sonosite**



*Imagen 4: Vista frontal del Ultrasonido Portátil Sonosite*

1. Panel de control: tarjetas básicas de funcionamiento, con 17 aplicaciones.
2. Asa: base para la colocación de los transductores
3. Pantalla: reflejo de las imágenes del paciente
4. Compact flash: Almacenamiento de imágenes para actualizaciones de transductores del sistema.



*Imagen 5: puertos del ultrasonido portátil Sonosite*

1. Conector de entrada de la alimentación CC
2. Conector de E/S
3. Batería
4. Conector de ECG: el conector del electrocardiograma

#### Accesorios:

1. Transductores: Dispositivos que transforman una energía en otra, contienen elementos piezoeléctricos que cuando se activa electrónicamente, emiten energía acústica y esta se desplaza hasta encontrar un cambio con las propiedades del tejido, el cambio se forma en un Eco que vuelve al transductor, donde la energía acústica se transforma en energía eléctrica, se procesa y se muestra como información anatómica.
2. Transductor lineal: se identifica con la letra L (lineal) y con un número 38 que corresponde al radio del array expresado en milímetros. Los elementos del transductor están configurados electrónicamente para controlar las características y la dirección del haz acústico.



3. Transductor cardíaco: transductor diseñado principalmente para exploraciones cardiacas forma una imagen sectorial orientando electrónicamente la dirección y el foco del haz.
4. Carro móvil
5. Grabadora de CD
6. Impresora: impresora de film de imágenes para imprimir imágenes de exploraciones del paciente.



## Ultrasonido fijo Mindray

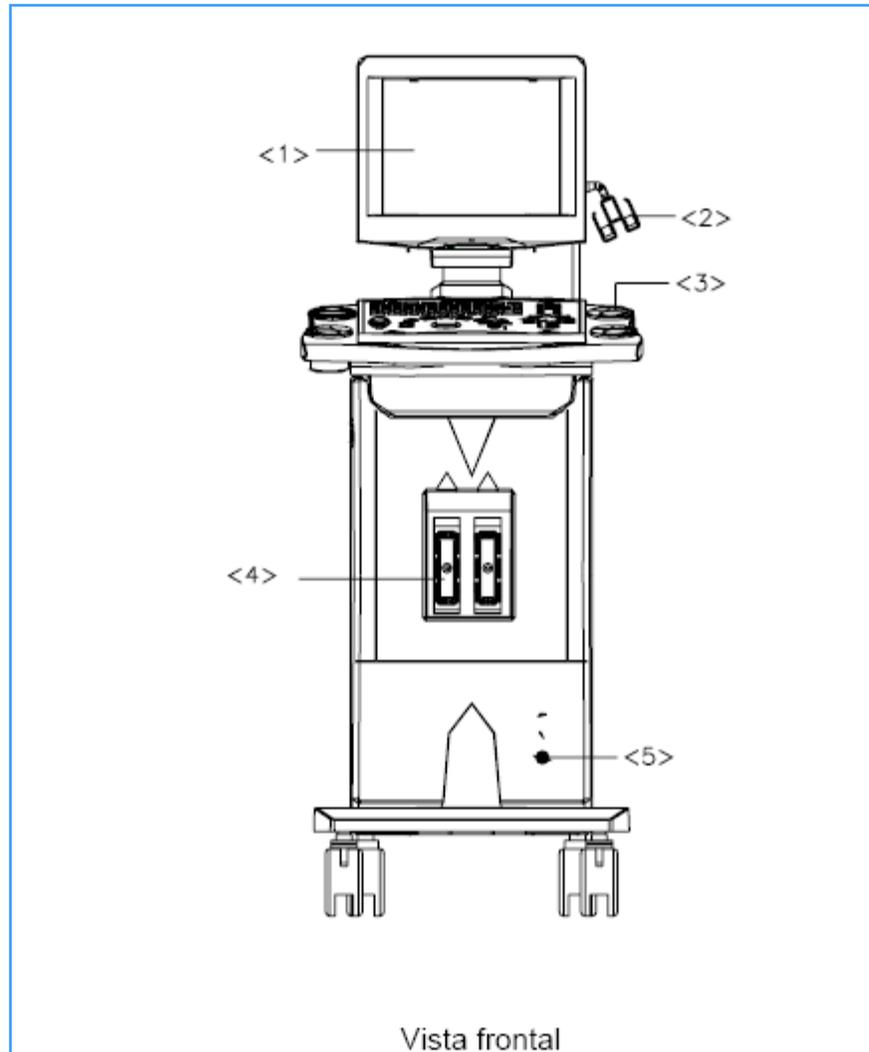
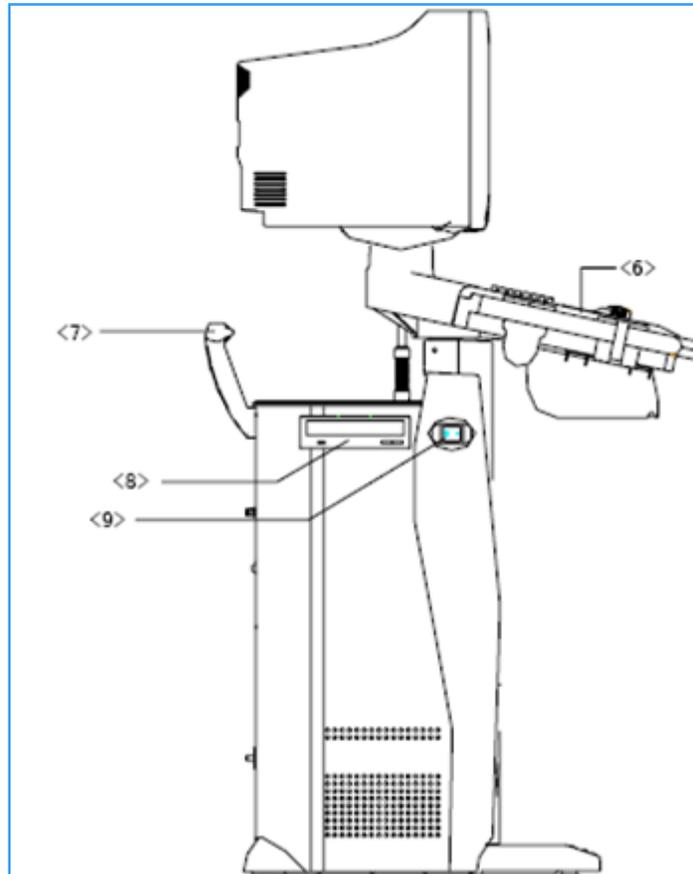


Imagen 6: Vista frontal del Ultrasonido Mindray



*Imagen 7: vista lateral izquierda del ultrasonido Mindray*

1. Monitor 14": muestra imágenes y parámetros.
2. Gancho para el cable del transductor: es el soporte para los cables de los transductores.
3. Soporte del transductor: colocación provisional del transductor.
4. Enchufe del transductor: conexión o desconexión del transductor a la unidad principal.
5. Enchufe del interruptor de pie: conexión o desconexión del enchufe de pie.



6. Panel de control / teclado: interfaz del usuario.
7. ASA: desplazamiento del sistema.
8. CD-RW: realiza una copia de seguridad de los datos del disco duro o el dispositivo de almacenamiento USB a CD.
9. Interruptor de alimentación: encendido y apagado.

Accesorios.

- 1) Transductor lineal y cardíaco
- 2) Carro móvil: Desplazamiento.
- 3) Grabadora de CD
- 4) Impresora



## **6. Frecuencia del mantenimiento preventivo.**

La decisión de incluir un equipo en un programa de mantenimiento preventivo planificado, es una decisión delicada, y de suma importancia para el bienestar del paciente y de la vida útil del equipo.

Rutinas con frecuencia demasiado altas podrían:

- a) Disminuye la vida útil del equipo.
- b) No son efectivas económicamente.

Rutinas con frecuencia demasiado pequeña, podrían afectar:

- a) La confiabilidad del equipo
- b) La precisión del mismo
- c) La seguridad que este brinda al operador y al paciente.

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

- a) Reducción del riesgo de dañar pacientes, operadores o visitantes.
- b) Minimizar el tiempo fuera de funcionamiento
- c) Evitar reparaciones excesivamente costosas al proveer mantenimiento a intervalos periódicos
- d) Producir un ahorro al prolongar la vida útil de un equipo, de modo que el gasto en mantenimiento durante su vida útil sea menor que la adquisición de uno nuevo.
- e) Corregir problemas de operación menores, antes que ellos resulten en fallas mayores del sistema o resultados imprecisos.



f) Cumplir con códigos, estándares, y regulaciones, o las recomendaciones rigurosas de los fabricantes.

Para algunos equipos se han determinado rutinas de diferentes frecuencias, y con diferentes tiempos para su ejecución. Ambos aspectos deben ser evaluados por los usuarios del presente manual, tomando en cuenta situaciones específicas, tales como equipos con tiempo y frecuencia de uso diferente, incidencia de fallas frecuentes, con el objetivo de cumplir con las razones expuestas anteriormente.

### **Intervalo de la ejecución del mantenimiento.**

Revisión general: se realizará mensualmente para disminuir la manipulación del equipo, siendo todas estas actividades para los componentes externos del equipo.

Mantenimiento mediano: la realización de este será cada 6 meses para los ultrasonidos y para el resto de los equipos cada 4 meses esto se obtuvo como resultado de la evaluación de mantenimiento hospitalario orientado al riesgo



## **7. Procedimientos detallados o listados de actividades**

### **Actividades Generales**

#### 1. Limpieza integral externa:

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir:

- Limpieza de superficie externa utilizando limpiador de superficies líquido y abrillantador.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas y virucidas no residuales ni corrosivas.

#### NOTAS:

Para esta tarea el técnico debe utilizar los medios de protección necesarios (Por ejemplo: guantes, gavacha, etc.)

#### 2. Inspección externa del equipo:

Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, chasis, rodos, cordón eléctrico, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

Esta actividad podría conllevar de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de éste, para comprobar los signos mencionados en el párrafo anterior.



Actividades involucradas:

- Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa o levantamiento de pintura, cualquier otro daño físico. Esto incluye viñetas y señalizaciones, falta de componentes o accesorios, etc.
- Revisión de componentes mecánicos, para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, etc.
- Revisión de componentes eléctricos. Esto incluye: Cordón de alimentación: revisar que este se encuentre íntegro, sin dobleces ni roturas, o cualquier signo de deterioro de aislamiento, el toma debe ser adecuado al tipo y potencia demandada por el equipo y debe hacer buen contacto con el toma de pared.

### 3. Limpieza integral interna:

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda.

Esto podría incluir:

- Limpieza de superficie interna utilizando limpiador de superficies líquido, limpiador de superficies etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas y virucidas no residuales ni corrosivas  
Limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador, brocha, etc.



#### 4. Inspección interna:

Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

Esta actividad podría conllevar de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de éste, para comprobar los signos señalados en el párrafo anterior.

Actividades involucradas:

- Revisión general del aspecto físico de la parte interna del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa o levantamiento de pintura, cualquier otro daño físico.
- Revisión de componentes mecánicos, para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, etc.
- Revisión de componentes eléctricos, para determinar falta o deterioro del aislamiento, de los cables internos, conectores etc., que no hayan sido verificados en la revisión externa del equipo, revisando cuando sea necesario, el adecuado funcionamiento de estos con un multímetro.
- Revisión de componentes electrónicos, tanto tarjetas como circuitos integrados, inspeccionando de manera visual y táctil si es necesario, el posible sobrecalentamiento de estos. Cuando se trata de dispositivos de medición (amperímetros, voltímetros, etc.) se debe visualizar su estado físico y comprobar su funcionamiento con otro sistema de medición que permita verificarlo con adecuada exactitud.



#### 5. Lubricación y engrase

Lubricar y/o engrasar ya sea en forma directa o a través de un depósito, motores, bisagras, baleros, y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección.

#### 6. Reemplazo de ciertas partes

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

#### 7. Ajuste y calibración

En el mantenimiento preventivo es necesario ajustar y calibrar los equipos, ya sea ésta una calibración o ajuste mecánico, eléctrico, o electrónico. Para esto debe tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, y de ser necesario poner en funcionamiento el equipo y realizar mediciones de los parámetros más importantes de éste, de modo que éste sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante, o cualquier otra referencia para detectar cualquier falta de ajuste y calibración.

Luego de esto debe realizarse la calibración o ajuste que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste o falta de calibración.



#### 8. Pruebas funcionales completas

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

#### 9. Revisión de seguridad eléctrica

La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo.





**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica.

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Limpieza de general externa del bloque de cepillo**

Con un paño seco o papel toalla limpiar el bloque del cepillo, en caso de ser necesario utilizar solución desinfectante recomendada por el proveedor.

### **2. Limpieza general de la consola**

Limpiar la consola con un paño suave seco o papel toalla, usar limpiacristales, si es necesario recuerde aplicar cualquier solución de limpieza al paño o papel, en ninguna circunstancia a la pantalla de la consola.

### **3. Limpieza de la estación de trabajo**

Limpiar con una aspiradora el polvo que tenga en su interior las computadoras. Limpiar todos los filtros de aire y ventiladores. Verificar su correcto funcionamiento.

### **4. Limpieza del soporte del paciente**

Con un paño suave o papel toalla agregar solución limpiadora y frotar sobre el soporte del paciente hasta que este quede limpio y sin ningún agente dañino que puede deteriora su uso.



## **5. Revisión de los Movimientos de la cama**

Para efectuar la prueba de exactitud del movimiento de la mesa en equipos de tomografía axial computarizada se debe hacer lo siguiente:

- ✓ Coloque la caseta sin pantalla o bolsa de película cargada sobre el borde de la cabecera de la mesa.
- ✓ Pegue la regla a lo largo de la cabecera en el borde. Pegue un puntero (punta de clip metálico) sobre la mesa, indicando el punto medio de la regla, con la mesa en posición cero. Cargue la mesa con un peso de 150 a 180 lbs. Teniendo soporte con la mesa.
- ✓ Desde la consola de control, anote la posición indicada en la mesa. Con ayuda de la consola mueva la mesa 300 o 500 mm en una dirección y regrese a la posición original.
- ✓ Registre la distancia relativa desde la posición inicial indicada por el puntero y la regla.
- ✓ Repita la medición dos veces más en la dirección del movimiento de la mesa, luego en la dirección opuesta. Para dejar constancia de la prueba, se debe exponer la película en la posición cero, haciendo una exposición con 120-140 Kv y de 50-100 mAs con un corte fino. Y realizar otra exposición en la posición desplazada y realizar lo mismo en la dirección opuesta.

## **6. Revisión de las Condiciones iniciales de operación**

Revisar si el equipo tiene un buen funcionamiento, las condiciones iniciales de operación, encendido, apagado, función de la consola de mando, la consola común, etc.



## **7. Revisión del botón de paro de emergencia**

Abrir el paro del trabajo de emergencia con el botón y comprobar que el sistema este encendido y verificar si funciona correctamente el botón de paro de emergencia, encendiendo y apagando el equipo. Repetir la prueba en la habitación. En la sala de control abrir el paro de trabajo y reactivar el sistema.

## **8. Chequeo de la calidad de la imagen**

Encender el equipo y realizar el procedimiento indicado por el fabricante para garantizar la calidad de imagen. Incluye calibración de aire, realizar todas las calibraciones y comprobaciones necesarias que garanticen que el equipo se encuentra trabajando bajo los parámetros establecidos.



**Rayos X Telecomandado Radiología Sthepani / Evolution HV**

**Hospital Antonio Lenín Fonseca**

**Centro de Alta Tecnología**

**Departamento de Mantenimiento**

**Hoja de Inspección**

Nombre del Equipo: Rayos X digital Telecomandado Radiología

Tipo de mantenimiento: Revisión general Frecuencia : Mensual

Código: 21-5243-40-M0017

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Tiempo Aproximado: 1.30hr

**Trabajos a realizarse**

Actividad básicas rutinarias del mantenimiento	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpieza de los rieles longitudinales			
Verificación de los movimientos de mesa			
Chequeo de los tornillos de montaje en el brazo de soporte			
Verificación del funcionamiento de los interruptores de seguridad			
Chequeo del interruptor de emergencias stop button			
Revisión y limpieza de la estación de trabajo			
Extracción del polvo en el gabinete			
Verificación de la calidad de imagen			
Limpiar la mesa del paciente			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Limpieza de los rieles longitudinales:**

Con un paño suave o papel toalla limpiar los rieles longitudinales, utilizar una solución limpiadora si es necesario.

### **2. Verificación de los movimientos de mesa:**

Desde la consola de mando, se realizan pruebas de los procedimientos estáticos y dinámicos, desplazamientos longitudinales, verticales y horizontales de la mesa telecomandada.

Se verifican los movimientos laterales del plano de la mesa que debe de ser de 25cm como mínimo.

Verificación de las 4 alturas programables de la mesa telecomandada y la velocidad con que realiza los movimientos.

Verificar el sistema de arranque y la detención, que sean con la velocidad adecuada y que no sea brusca cuando se realizan los procedimientos de diagnósticos.

### **3. Chequeo de los tornillos de montaje en el brazo de soporte:**

Verificación de la correcta posición de los tornillos en el brazo de soporte.



#### **4. Verificación del funcionamiento de los interruptores de seguridad:**

Revisar el estado de los interruptores, estos deben de permite cortar con extrema rapidez corrientes de cortocircuito de valor muy elevado, donde los circuitos de potencia y auxiliares se encuentran aislados, para garantizar que ninguna parte esté bajo tensión.

Si existen estas condiciones es posible efectuar, mediante los correspondientes conectores, pruebas en blanco y maniobrar el interruptor con plena seguridad.

Se debe verificar que los interruptores estén instalados correctamente, fácilmente en todos los tipos de cuadros eléctricos, gracias principalmente, a la posibilidad de ser alimentados indiferentemente a través de los terminales superiores o inferiores, sin perjudicar la funcionalidad del aparato.

#### **5. Chequeo del interruptor de emergencias stop buttom**

Realizar una prueba de encendido y apagado para verificar si el botón de emergencia está funcionando correctamente

#### **6. Revisión y limpieza de la estación de trabajo:**

*Advertencia:* antes de iniciar a limpiar la estación de trabajo compruebe que todo el sistema este apagado y que se ha desconectado el cable de alimentación de la toma corriente, la limpieza de la máquina cuando está conectada a la alimentación puede provocar una descarga eléctrica.

Monitor: con un paño o un papel toalla limpiar el monitor humedeciendo el papel o paño con un limpiacristales que no lleven hidrocarburos haciendo movimientos horizontales de izquierda a derecha y no circulares, evitando así daño en la pantalla y luego dejar secar al aire.



Teclado: con una brocha o cepillo de material suave de 7" se extrae el polvo del teclado. Limpiando de arriba hacia abajo iniciando por la fila superior hasta la última fila.

Mouse: con un paño o papel toalla y desinfectante que no contenga hidrocarburos limpiar la superficie del mouse, no intentar abrirlo bajo ninguna circunstancia.

Escritorio: limpiarlo con un paño o papel toalla, eliminando polvo, humedad o cualquier otro agente dañino perjudicial para las computadoras, consola de mando y demás componentes.

CPU: con un paño o papel toalla limpiar el CASE (parte externa del CPU) no abrir el CPU para limpiarlo internamente a menos que se tenga conocimiento básico sobre mantenimiento de computadora.

Nota: para una limpieza interna de la estación de trabajo, llamar a los técnicos formados y autorizados por el proveedor del equipo.

## **7. Extracción del polvo en el gabinete:**

Con una aspiradora de mano extraer el polvo o una sopladora limpiar el gabinete, no utilizar ningún tipo de líquido o aerosoles ya que estos pueden dañar el equipo.

## **8. Verificación de la calidad de imagen**

Por medio de disparos utilizando Fantomas verificar la calidad de la imagen.

## **9. Limpiar la mesa del paciente:**

Con un paño o papel toalla humedecido con un desinfectante que no contenga hidrocarburos limpiar la mesa. Hasta que ésta quede sin ninguna mancha



**Resonancia Magnética 0.35 T Siemens**

<b>Hospital Antonio Lenín Fonseca</b>			
<b>Centro de Alta Tecnología</b>			
<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
<b>Hoja de Inspección</b>			
Nombre del Equipo: Resonancia Magnética 0.35 T Siemens		Frecuencia : Mensual	
Tipo de mantenimiento: Revisión general		Frecuencia : Mensual	
Código: 21-5242-40-MU014		Hora de finalización: _____	
Hora de inicio: _____		Tiempo Aproximado: 1hr	
<b>Trabajos a realizarse</b>			
Actividad básicas rutinarias del mantenimiento	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Revisión del sistema de enfriamiento, limpieza externa.			
Revisión de la mesa y su movimiento X, Z, frenos X,Y			
Verificar las etiquetas de seguridad del equipo			
Verificar el botón stop de emergencia			
Inspección de asignación de rutas de cables			
Limpieza de la estación de trabajo			
Verificación de la calidad de imagen			
Limpiar la mesa del paciente			
Revisado por: _____		Elaborado por: _____	
Aprobado por: _____		Fecha de realización: _____	
_____ Firma del técnico		_____ Firma del encargado del CAT	
<p><b>Advertencia:</b> Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.</p>			



Advertencia: Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

Nota: verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Revisión sistema de enfriamiento, limpieza externa:**

Se revisa si el sistema de enfriamiento está funcionado adecuadamente por medio de la verificación de la temperatura la cual debe ser como mínimo a 18°C y un máximo de 22°C.

Con papel toalla y desinfectante se limpia la carcasa del armario técnico de enfriamiento.

### **2. Revisión de la mesa y su movimiento X, Z, frenos X,Y**

Abrir el freno (dirección de Z) y mover la tabla de la mesa sin cargar por toda su trayectoria hacia la izquierda y luego por toda su trayectoria hacia la derecha. El movimiento debe ser sin paros o ruidos. Mover la mesa hacia el centro y soltar el mango de freno

Abrir el freno (dirección X  $\uparrow$ ), mover la mesa hacia adelante y luego hacia atrás, el movimiento debe ser sin resistencia ni ruido, regresar la mesa al centro y soltar el mango, si el freno no funciona tiene que ajustarse o reemplazarlo.

Nota: si se requiere reemplazar el freno revisar el manual M4-030.841.15/ manejo del paciente. Esto debe ser realizado por los técnicos autorizados por el proveedor.



### **3. Verificar las etiquetas de seguridad**

Verificación de las etiquetas de advertencia en la mesa del paciente, en la entrada de la sala de resonancia, verificar las etiquetas en la caja de alarmas, en los armarios técnicos y verificar el ícono de usuario.

Todas las etiquetas deben de colocarse al nivel del ojo fuera de la puerta de la sala de Resonancia Magnética y asegurarse que esta señal adentro y fuera de la habitación sea claramente visible.

### **4. Verificar el botón stop de emergencia**

Abrir el paro del trabajo de emergencia con el botón y comprobar que el sistema esté encendido y verificar si funciona correctamente el botón de paro de emergencia, encendiendo y apagando el equipo.

Repetir la prueba en la habitación, en la sala de control abrir el paro de trabajo y reactivar el sistema.

### **5. Inspección de la asignación de rutas de cables**

Verificar que los cables estén en las entradas y terminales que corresponden ya que este equipo es trifásico y una mala conexión podría tener consecuencias graves.

### **6. Limpieza de la estación de trabajo**

*Advertencia:* antes de iniciar a limpiar la estación de trabajo compruebe que todo el sistema este apagado y que se ha desconectado el cable de alimentación de la toma corriente, la limpieza de la máquina cuando está conectada a la alimentación puede provocar una descarga eléctrica.

Monitor: con un paño o un papel toalla que no lleven hidrocarburos se limpia el monitor humedeciendo el papel o paño con un limpiacristales haciendo movimientos horizontales de izquierda a derecha y no circulares evitando así daño en la pantalla, luego dejar secar al aire.



Teclado: con una brocha o cepillo de material suave de 7" se extrae el polvo del teclado. Limpiando de arriba hacia abajo iniciando por la final superior hasta la última fila.

Mouse: con un paño o papel toalla y desinfectante que no contenga hidrocarburos limpiar la superficie del mouse, no intentar abrirlo bajo ninguna circunstancia.

Escritorio: limpiarlo con un paño o papel toalla, eliminando polvo, humedad o cualquier otro agente dañino perjudicial para las computadoras, consola de mando y demás componentes.

CPU: con un paño o papel toalla limpiar el CASE (parte externa del CPU) no abrir el CPU para limpiarlo internamente a menos que se tenga conocimiento básico sobre mantenimiento de computadora.

Nota: para una limpieza interna de la estación de trabajo llamar a los técnicos formados y autorizados por el proveedor del equipo.

## **7. Verificación de la calidad de imagen**

Las mediciones de pruebas están diseñadas para asegurar la calidad de las bobinas RF se utilizan fantomas de medición para simular el cuerpo del paciente la carga y el peso.

## **8. Limpiar la mesa del paciente**

Utilizar un paño suave o papel toalla con alcohol para limpiar la mesa.



### Rayos X Fijo Digital Radiología SEDECAL

Hospital Antonio Lenín Fonseca

Centro de Alta Tecnología

Departamento de Mantenimiento

#### Hoja de Inspección

Nombre del Equipo: Rayos X digital Fijo Radiología

Tipo de mantenimiento: Revisión general Frecuencia : Mensual

Código: N/D

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Tiempo Aproximado: 1hr

#### Trabajos a realizarse

Actividad básicas rutinarias del mantenimiento	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Inspección del funcionamiento del monitor			
Limpieza de la estación de trabajo			
Extracción de polvo y agentes dañinos			
Limpieza de la mesa de rayos X y controles			
Pruebas de las funciones de operación			
Verificación de la calidad de imagen			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Inspección del funcionamiento del monitor**

Verificar que el monitor encienda correctamente y que todos sus componentes funcionen. Por medio de un disparo o de un examen verificar el tiempo en que tarda la imagen en ser reflejada por el monitor

### **2. Limpieza de la estación de trabajo**

Se inicia con la limpieza de los componentes de la estación de trabajo.

Monitor: con un paño o un papel toalla limpiar el monitor humedeciendo el papel o paño con un limpiacristales que no lleven hidrocarburos haciendo movimientos horizontales de izquierda a derecha y no circulares, evitando así daño en la pantalla y luego dejar secar al aire.

Teclado: con una brocha o cepillo de material suave de 7" se extrae el polvo del teclado. Limpiando de arriba hacia abajo iniciando por la fila superior hasta la última fila.

Mouse: con un paño o papel toalla y desinfectante que no contenga hidrocarburos limpiar la superficie del mouse, no intentar abrirlo bajo ninguna circunstancia.



Escritorio: limpiarlo con un paño o papel toalla, eliminando polvo, humedad o cualquier otro agente dañino perjudicial para las computadoras, consola de mando y demás componentes.

CPU: con un paño o papel toalla limpiar el CASE (parte externa del CPU) no abrir el CPU para limpiarlo internamente a menos que se tenga conocimiento básico sobre mantenimiento de computadora.

Nota: para una limpieza interna de la estación de trabajo llamar a los técnicos formados y autorizados por el proveedor del equipo.

### **3. Extracción de polvo y agentes dañinos**

Al igual que en el rayos x Telecomandado, con una máquina para extraer el polvo o una sopladora limpiar el gabinete, no utilizar ningún tipo de líquido o aerosoles ya que estos pueden dañar el equipo.

### **4. Limpieza de la mesa de rayos X y controles**

Con un paño o papel toalla humedecido con un desinfectante que no contenga hidrocarburos limpiar la mesa. Hasta que esta quede sin ninguna mancha

### **5. Pruebas de las funciones de operación**

Realizar disparos para comprobar la correcta función de las operaciones, se recomiendan se hagan cumpliendo todas las normas de seguridad.

### **6. Verificación de la calidad de imagen**

Mediante disparos y observación de la imagen. Verificar la calidad de la imagen por medio de los Fantasmas.



**Ultrasonido Portátil Sonosite Micromax**

**Hospital Antonio Lenín Fonseca**

**Centro de Alta Tecnología**

**Departamento de Mantenimiento**

**Hoja de Inspección**

Nombre del Equipo: Ultrasonido Portátil Sonosite Micromax

Tipo de mantenimiento: Revisión general Frecuencia : mensual

Código: 21-53-08-40-T005

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Tiempo Aproximado: 30 minutos

**Trabajos a realizarse**

Actividad básicas rutinarias del mantenimiento	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpiar la pantalla LCD			
Limpiar y desinfectar la superficie del sistema			
Limpiar y desinfectar el transductor			
Limpiar y desinfectar el cable del transductor			
Limpiar y desinfectar la batería			
Limpiar el pedal			
Limpiar y desinfectar el cable ECG			
Comprobación de ruedas y frenos			
Verificación de la calidad de imagen			

Revisado por: \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Limpiar la pantalla LCD**

Humedezca un paño suave de algodón en un limpiacristales a base de amoníaco y limpie la pantalla. Se recomienda aplicar la solución de limpieza al paño, no a la superficie de la pantalla

### **2. Limpiar y desinfectar la superficie del sistema**

Apague el sistema, desconecte el sistema de la fuente de alimentación a continuación limpie las superficies externas utilizando un paño suave ligeramente humedecido en detergente no abrasivo o una solución de limpieza aplique la solución sobre el paño no sobre la superficie.

Prepare una solución desinfectante compatible con el sistema, limpie la superficie con la solución desinfectante y seque con un paño limpio o al aire.

### **3. Limpiar y desinfectar el transductor**

**Advertencia:** para evitar descargas eléctricas desconecte el transductor del sistema antes de limpiarlos, para evitar lesiones, utilice siempre gafas y guantes de protección durante la limpieza y desinfección, para evitar infecciones revise la fecha de caducidad de la solución de desinfectante y verifica que no esté vencido.



Desconecte el transductor del sistema, retire la funda del transductor limpie la superficie utilizando un paño suave ligeramente humedecido con un detergente no abrasivo o una solución de limpieza, Enjuague con agua o limpie con un paño humedecido en agua y luego pase un paño seco.

Prepare la solución desinfectante compatible con el sistema siguiendo las instrucciones de la etiqueta del desinfectante respecto a la concentración de la solución y la duración de contacto con el desinfectante, limpie la superficie con la solución desinfectante y seque con un paño limpio o al aire. *Realizar esta actividad después que se utilice el transductor (diario).*

*Importante:* examine el transductor y el cable para detectar daños como grietas, fracturas o fugas de líquido.

Si hay daños evidentes deje de utilizar el transductor y llamar al proveedor o representante local.

#### **4. Limpiar y desinfectar el cable del transductor**

Desconecte el transductor, retire la funda del transductor, limpie el cable del transductor utilizando un paño suave ligeramente humedecido en una solución de limpieza con detergente o jabón suave. Enjuague con agua o con un paño humedecido en agua y luego seque con un paño seco.

Prepare la solución desinfectante compatible con el sistema siguiendo las instrucciones de la etiqueta del desinfectante respecto a la concentración de la solución y la duración de contacto con el desinfectante, limpie la superficie con la solución desinfectante y luego seque con un paño limpio o al aire.

#### **5. Limpiar y desinfectar la batería**

*Advertencia:* para evitar daños en la batería, no deje que la solución limpiadora o desinfectante entre en contacto con los terminales de la batería.



Extraiga la batería del sistema, limpie la superficie con un paño suave ligeramente humedecido en una solución de limpieza con jabón o detergente, limpie la superficie con la solución desinfectante, seque un paño limpio o al aire.

## **6. Limpiar el pedal**

*Advertencia:* para evitar daños al pedal, no lo esterilice ya que no se ha diseñado para utilizarlo en un ambiente estéril.

Humedezca un paño con un detergente no abrasivo con uno de los siguientes productos: Alcohol isopropílico, agua y jabón, cidex y hipoclorito de sodio al 5.25%, retuerza el paño hasta que quede ligeramente humedecido y luego frote suavemente en la zona sucia hasta limpiarla.

## **7. Limpiar y desinfectar el cable de Electrocardiograma (ECG)**

*Advertencia:* para evitar daños al cable de ECG no lo esterilice

Quitar el cable del sistema, limpie la superficie con un paño suave y ligeramente humedecido en una solución de limpieza con jabón o detergente y seque con un paño limpio o al aire.

## **8. Comprobación de ruedas y frenos**

Verifique el funcionamiento de las ruedas, movimientos sin dificultad, mueva el carro para comprobar si el freno funciona correctamente.

## **9. Verificación de la calidad de imagen**

En la pantalla LCD se comprueban los modos de la imagen: Color, tamaño, niveles de brillos y profundidad. Revise si no existen distorsiones ni sombras.



**Ultrasonido Fijo Mindray Micromax**

<b>Hospital Antonio Lenín Fonseca</b>			
<b>Centro de Alta Tecnología</b>			
<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
<b>Hoja de Inspección</b>			
Nombre del Equipo:		Ultrasonido Fijo Mindray Micromax	
Tipo de mantenimiento:		Revisión general	Frecuencia: Mensual
Código:		21-53-08-40-T005	
Hora de inicio:		Hora de finalización:	
Tiempo Aproximado: 30 minutos			
<b>Trabajos a realizarse</b>			
Actividad básicas rutinarias del mantenimiento	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpieza del transductor			
Limpieza del conector del Transductor			
Limpieza del monitor			
Limpieza del panel de control			
Comprobación de ruedas y frenos			
Verificación de la calidad de imagen			
Revisado por: _____		Elaborado por: _____	
Aprobado por: _____		Fecha de realización: _____	
_____ Firma del técnico		_____ Firma del encargado del CAT	
<p><b>Advertencia:</b> Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.</p>			



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Limpieza del transductor**

**Importante:** para evitar un mal funcionamiento o una descarga eléctrica, asegúrese de que no permita la entrada de agua o líquidos en el sistema durante la limpieza.

Humedezca un paño suave o un papel toalla con una solución de limpieza consulta la tabla de desinfectantes recomendados, frote suavemente el paño o papel en el transductor aplicar el desinfectante al paño nunca al dispositivo y luego seque con un paño limpio o al aire.

### **2. Limpieza del conector del Transductor**

Utilice un paño suave y limpio para eliminar la suciedad del conector, en caso necesario limpie el conector mediante un paño suave humedecido con un limpiador suave y dejarlo secar al aire.

### **3. Limpieza del monitor**

**Nota:** no utilice un limpiacristales con hidrocarburos o limpiadores para equipos de amplificación óptica para limpiar el monitor esta sustancia puede provocar un deterioro severo al monitor.

Limpie el monitor, mediante un paño suave humedecido con limpiacristales y déjelo secar al aire.



#### **4. Limpieza del panel de control**

Limpie el panel de control, la carcasa y el soporte, utilice un paño suave seco para limpiar la superficie de la máquina.

En caso de ser necesario, utilice un limpiador suave para limpiar la superficie de la máquina, y a continuación séquela con un paño suave seco o déjelo secar al aire.

#### **5. Comprobación de ruedas y frenos**

Verificar el carro móvil, las ruedas, fricciones, movimientos, mover el carro para comprobar el freno del carro, velocidad de paro y detención.

#### **6. Verificación de la calidad de imagen**

En el monitor comprobar la calidad de la imagen, realizar ajuste de configuración del postprocesamiento de la imagen



**Actividades de Mantenimiento Mediano**

**Tomógrafo de Seis Cortes Philips**

<b>Hospital Antonio Lenín Fonseca</b>			
<b>Centro de Alta Tecnología</b>			
<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
<b>Hoja de Inspección</b>			
Nombre del Equipo: <u>Tomógrafo de Seis Cortes Philips</u>			
Tipo de mantenimiento: <u>Mantenimiento Mediano</u> Frecuencia : 4meses			
Código: <u>21-1001-40-E-0001</u>			
Hora de inicio: _____		Hora de finalización: _____	
Tiempo aproximado 4-5hr			
Trabajos a realizarse			
Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpieza de [slipring]			
Limpieza de la estación de trabajo			
Comprobación de rendimiento			
Limpieza general de la consola mando			
Lubricación de cojinete principal del Gantry			
Las inspecciones y ajustes al Gantry			
Revisión del interior de Gantry			
Etiquetas de advertencia de radiación.			
Revisión del Interior del Gantry			
Filtros de aire del Gantry			
Revisión de los Cables del Gantry			
Revisión del tubo de rayos X			
Inspección del Intercambiador de Calor			
Revisión Sopladores del Gantry			
Revisión de la Angulación del Gantry			



Trabajos a realizarse			
Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Filtros de aire de la consola			
Revisión de la consola de Mando			
Revisión del soporte del paciente			
Revisión de los conectores			
Medición de los interruptores			
Verificación de la seguridad del sistema			
Verificar la estructura de giratoria			
El protector (tierra) el conductor			
Revisión de los conectores			
Verifique la potencia de entrada del Gantry			
Movimiento del panel del Gantry			
Chequeo de la calidad de la imagen			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica.

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Limpieza de [slipring]**

Limpiar todos los anillos del Slipring con una aspiradora y una brocha suave y posteriormente con alcohol isopropílico (no tocar los anillos con las manos).

### **2. Comprobación de rendimiento**

El rendimiento es el valor de la dosis en aire sin retrodispersión y por unidad descarga a 80 kVp y expresada a 1 m de distancia del foco. Este parámetro junto con los correspondientes al tiempo de exposición y a la calidad del haz permite tener un indicador del ajuste de la corriente, y si ésta fuera correcta, del estado del tubo. Equipos con poco rendimiento requieren tiempos de exposición más largos con el consiguiente riesgo de degradación de la calidad de la imagen.

La tolerancia es según especificaciones del fabricante. De modo orientativo, a 1m del foco y a una tensión pico de 80 kV, entre 30 y 65  $\mu\text{Gy/mAs}$ . Y se puede utilizar los siguientes un detector de radiación y electrómetro.

### **3. Lubricación de cojinete principal del Gantry**

Engrase del rodamiento del Gantry. Engrase de todas las partes móviles de la mesa de paciente.



#### **4. Las inspecciones y ajustes al Gantry**

Chequear que no existan salideros de aceite en el tubo de rayos X, Chequear que no existen restos de contraste en la banda de Mylar o Plexiglas que sella la hendidura entre las cubiertas frontal y posterior del Gantry. Limpiar hasta que quede transparente y sin restos.

#### **5. Etiquetas de advertencia de radiación.**

La capacidad de un láser para producir un riesgo vendrá determinada principalmente por los tres primeros factores: longitud de onda, duración o tiempo de exposición y potencia o energía del haz. Por tal razón se revisa su longitud de onda de emisión, duración de la emisión, potencia o energía del haz, diámetro del haz y divergencia. Y especificar todo esto en la etiqueta de emergencia.

En la etiqueta de ADVERTENCIA debe contener lo siguiente: Nunca mire directamente hacia un rayo láser.

- ✓ PRECAUCIÓN: El uso de controles, ajustes, o procedimientos distintos a los especificados en este plan, pueden resultar en una peligrosa exposición a la radiación.
- ✓ Etiqueta de advertencia de CHDR
- ✓ Etiqueta de Apertura Etiqueta de Certificación peligro.
- ✓ Radiación láser visible evite la exposición directa a los ojos.
- ✓ Longitud de onda.
- ✓ Salida máxima



## **6. Revisión del Interior del Gantry**

Verificar que no existan partículas extrañas (metálicas) entre los anillos que puedan crear cortocircuito entre ellos. Verificar que todos los carbones tengan el largo apropiado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Sustituirlos por nuevos siempre que tengan menor longitud que la especificada o que su largo no sea suficiente para garantizar su trabajo hasta el próximo mantenimiento.

## **7. Filtros de aire del Gantry**

Chequear el correcto funcionamiento de todos los ventiladores (Fan). Limpiarlos del polvo con una aspiradora

## **8. Revisión de los Cables del Gantry**

Revisar las conexiones del Gantry, el estado de los cables si sus conexiones están correctamente. Que ningún cable este suelto o mal conectado.

Nota: si se ve que algún cable está seriamente dañado cambiarlo inmediatamente, lo cual solo lo debe hacer persona altamente capacitada.

## **9. Revisión del tubo de rayos X**

Este es uno de los componentes principales de los equipos de radiodiagnóstico Revisar el estado del tubo de rayos X que cumpla con las siguientes características:

- ✓ Condiciones ambientales
- ✓ Condiciones de explotación
- ✓ Estabilidad en el suministro de la corriente



- ✓ Revisión de los focos fino y grueso
- ✓ La capacidad calorífica debe estar en concordancia con la carga de trabajo esperada
- ✓ El diámetro del ánodo que debe de estar entre 75-100mm
- ✓ La potencia del tubo debe estar en concordancia con la potencia que entrega el generador.
- ✓ Revisión de la filtración del tubo, este cuenta con una filtración inherente correspondiente a los propios materiales empleados para su fabricación y una filtración añadida. La filtración total del tubo se expresa en el espesor equivalente de aluminio que debe de estar entre 2.8 - 4mm.
- ✓ Revisar la carcasa protectora con el blindaje adecuado que permite la salida de rayos X solamente por la ventada prevista.

### **10. Inspección del Intercambiador de Calor**

Limpiar con una aspiradora el polvo presente en el intercambiador de calor del aceite del tubo de rayos X.

### **11. Revisión Sopladores del Gantry**

Revisar que los sopladores del Gantry estén en buen estado y que no exista recalentamiento.

### **12. Angulación del Gantry**

Para efectuar la prueba de angulación del Gantry en equipos de tomografía axial computarizada se debe hacer lo siguiente:

- ✓ Pegar una bolsa de película o caseta sin pantalla cargada, centrada en el lado de la placa de acrílico, con las puntas cuidadosamente alineadas con las puntas de la placa.



- ✓ Colocar la mesa en la posición de exploración.
- ✓ Para sistemas con angulación de Gantry o con mesa en plano vertical: Alinear la placa con el eje longitudinal de la mesa, paralelo al plano vertical (verificar con el nivel de burbuja). Fijarla en posición con cinta extendida desde el borde de la mesa al otro borde de la mesa con la placa.
- ✓ Para mesas anguladas en el plano horizontal: Colocar la placa en la cabeza de la mesa con los bordes alineados a los ejes longitudinales de la mesa. Mover la cabeza de la mesa hacia el Gantry, centrando la placa con las luces localizadoras. Exponer la película utilizando un espesor de corte pequeño con un rango de mAs de 50- 100 y con Kv de 120-140.
- ✓ Angular el Gantry a uno de los extremos, registrar el ángulo indicado en el Gantry y en la consola del operador, repetir la exposición. Angular hacia el extremo contrario, registrar el ángulo indicado, repetir la exposición.

### **13. Revisión de la consola de Mando**

La consola es el módulo donde se encuentra el teclado para controlar la operación del equipo, el monitor (donde el operador observa las imágenes) y en algunos casos, la unidad de Display encargada de la conversión de la imagen digital almacenada en el disco duro de la computadora en una señal capaz de ser visualizada en el monitor.

El Gantry contiene un tubo de rayos X, la matriz de detectores, el generador de alta tensión, la camilla de soporte del paciente y los soportes mecánicos. Verificar que estos subsistemas estén controlados mediante órdenes electrónicas transmitidas desde la consola del operador, y transmiten a su vez datos al ordenador con vistas a la producción y análisis de las imágenes obtenidas



#### **14. Filtros de aire de la consola**

Revisar que los filtros no tengan arañazos, manchas, bordes astillados, rebabas y otros defectos que impida su adecuado funcionamiento

*Nota:* en caso de encontrar daños, llamar a los proveedores del equipo.

#### **15. Revisión del soporte del paciente**

Chequear el rango de exploración horizontal igual o mayor a 150cm, el rango del movimiento vertical de 58cm o menos hasta 90cm o más y por último la capacidad de soportar a pacientes de 200kg.

Revisar que sostenga al paciente en una posición cómoda, que el material fibra de carbono esté en buen estado. Que dispone de un motor que acciona la camilla con suavidad y precisión para lograr una posición óptima del paciente durante el examen.

*Nota:* Si la posición del paciente no es exacta, tal vez se efectúen barridos repetidos de un mismo tejido, o se dejen secciones anatómicas sin examinar.

#### **16. Revisión de los conectores**

Se revisan todos los conectores para el sistema periféricos que están destinados a alimentar el resto de dispositivos instalados en la misma carcasa que la placa madre. Por ejemplo, unidades de CD, DVD, ventiladores auxiliares, dispositivos Zip, etc. Y los conectores eléctricos: Enchufe, Conector de RF, Conector RJ, D-sub, Conector D-sub o conector D-subministra, DIN, Jack, Spin-on, conector RCA, Molex, XLR-3, XLR o Canon, Conector multipin y Multi-Contact



## **17. Medición de los interruptores**

Verificar que el interruptor funcione correctamente que éste pueda interrumpir grandes cantidades de corriente. Función principal es disipar el arco que se forma internamente entre los contactos al interrumpir las cargas. Simular que el transformador de potencia está en condiciones de servicio, es decir, con el interruptor cerrado. Accionar manualmente cada relé de protección y observar que dispare el interruptor. Revisar que aparezcan las señales correspondientes.

## **18. Verificación de la seguridad del sistema**

Para la revisión de la seguridad del sistema se requiere de las siguientes valoraciones:

- ✓ Evaluar el rendimiento y uso del sistema computacional y de sus periféricos asociados.
- ✓ Evaluar la existencia, protección y periodicidad de los respaldos de bases de datos, software e información importante.
- ✓ Evaluar la configuración, instalaciones y seguridad del equipo de cómputo,
- ✓ Evaluar el rendimiento, la aplicación y la utilidad del equipo.
- ✓ Evaluar la seguridad en el procesamiento de información.
- ✓ Evaluar los procedimientos de captura, procesamiento de datos y emisión de resultados de los sistemas computacionales.
- ✓ Realizar inventarios de hardware, equipos y periféricos asociados.
- ✓ Evaluar la configuración del equipo de cómputo (hardware).
- ✓ Evaluar el estado físico del hardware, periféricos y equipos asociados



- ✓ Evaluar la totalidad, veracidad y confiabilidad de la captura de información.
- ✓ Evaluar la existencia, difusión, aplicación y uso del plan contra contingencias en los sistemas.
- ✓ Evaluar la aplicación de simulacros, así como del plan contra contingencias durante la ocurrencia de siniestros en los sistemas.
- ✓ Evaluar la confiabilidad, veracidad y oportunidad en la aplicación de las medidas del plan contra contingencias.

### **19. Verificar la estructura de giratoria**

Verificar que los sistemas del tubo de rayos x y los detectores se montan, sobre anillos deslizantes y no se necesitan cables para recibir electricidad o enviar información recibida. Esto permite una rotación completa y continua del tubo y detectores, tras la camilla de exploración, se desplaza con una velocidad constante.

El haz de rayos x traza un dibujo en forma de hélice sobre la superficie del paciente, mientras se adquieren inmediatamente los datos de un volumen de su anatomía, por esto se denomina TC volumétrico o helicoidal.

Las imágenes o cortes axiales se reconstruyen a partir de los datos obtenidos en cada uno de los ciclos del TC helicoidal, también puede funcionar como un TC convencional.



## **20. El protector (tierra) el conductor**

Revisar la puesta o conexión a tierra que es la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de una instalación, sin fusibles ni otros sistemas de protección, de sección adecuada y uno o varios electrodos enterrados en el suelo.

Verificar que no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o la de descarga de origen atmosférico. La finalidad principal de una puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Los conductores serán de cobre aislados, de color amarillo-verde a rayas y su sección depende del conductor de fase que acompañe.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase. Como conductores de protección pueden utilizarse: Conductores en los cables multiconductores o conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos. Conductores separados desnudos o aislados.

## **21. Verifique la potencia de entrada del Gantry**

Se debe medir la potencia de entrada utilizando medidores de potencia, el resultado de la medición de la potencia AC se considera como el valor real, donde el rango máximo es de 6000 vatios. A la hora de analizar los medidores de potencia cuentan también con muchas propiedades (entrada de corriente aislada, medición de armónicos, intensidad de conexión, medición de potencia.)



## **22. Movimiento del panel del Gantry**

Revisar los movimientos del panel del Gantry:

- ✓ El Gantry controla (+/grados de -30)
- ✓ Luces de alineación de rayo láser
- ✓ Soporte interno/externo
- ✓ libre (manual) de soporte de movimiento
- ✓ posición del soporte Cero
- ✓ Botón doméstico



**Rayos X digital Telecomandado Radiología**

**Hospital Antonio Lenín Fonseca**

**Centro de Alta Tecnología**

**Departamento de Mantenimiento**

**Hoja de Inspección**

Nombre del Equipo: Rayos X digital Telecomandado Radiología

Tipo de mantenimiento: Mantenimiento mediano Frecuencia : 4 meses

Código: 21-5243-40-M0017

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Tiempo Aproximado: 5hr

**Trabajos a realizarse**

Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Chequeo de los rodillos del spofilm			
Revisión de los paltos del colimador			
Lubricación de la cadena de desplazamiento en el spotfilm			
Ejecución de las pruebas de mecanismo de tensión.			
Verificación del funcionamiento de los interruptores de seguridad			
Revisión del blindaje de radiación			
Medición de la resistencia de polarización			
Limitación del campo fluoroscópico.			
Sistema de imagen digital			
Revisión del sistema operativo			
Actualización de drivers para el funcionamiento del sistema			



Trabajos a realizarse			
Actividad	Verificación		Observaciones del equipo
	Si	No	
Desfragmentación del disco duro			
Chequeo de tarjetas y Ethernet			
Revisión de Tubos de rayos x			
Chequeo del blindaje de los cables de alta tensión			
Verificación de los conectores y plug de alto voltaje			
Comprobación de todas las tarjetas electrónicas			
Chequeo de los tornillos en el circuito de potencia			
Comprobación de la consola de mando			
Chequeo de la curva de dosis radiográfica			
Comprobación y ajuste de calentamiento del filamento			
Chequeo de la selección y sensibilidad de los campos de la cámara de ionización			
Comprobación de la linealidad de la cámara de ionización			
Chequeo del límite de ionización			
Lectura y documentación del registro de errores			



Trabajos a realizarse			
Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Medición de resistencia a tierra			
Revisión de la ventana del detector			
Chequeo de los fantomas de medición.			
Sistema de generador de RX del Telecomando			
Verificación de los movimientos de la mesa			
Limpieza de la estación de trabajo			
Verificación de la calidad de imagen			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Firma del técnico

\_\_\_\_\_ Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica.

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Chequeo de los rodillos del spofilm.**

Se verificara el marcado del film el cual debe de permitir el agregado de inscripciones en la imagen derecha, izquierda, logo del hospital, tipo de examen, etc.

### **2. Revisión de los paltos del colimador**

Se debe de verificar la precisión de cada lente o espejo que coincida con el rayo central del sistema. La unidad debe de ser ligera y robusta y estar hecha con precisión para acoplarse a los tubos estándar.

Comprobar el funcionamiento del colimador en pruebas iniciales, debe chequearse mediante inspección visual para detección de daños físicos y mediante una prueba de uniformidad extrínseca

### **3. Lubricación de la cadena de desplazamiento en el spofilm:**

Para que esta funcione correctamente verificar que este lubricada de no estarlo aplicar lubricante.

### **4. Ejecución de las pruebas de mecanismo de tensión**

Verificar la exactitud y reproducibilidad de la tensión, la cuales deben presentar las siguientes características esenciales:

Tolerancias Exactitud  $< \pm 10 \%$

Reproducibilidad  $< 5 \%$



## **5. Verificación del funcionamiento de los interruptores de seguridad**

El interruptor debe de estar diseñado para interrumpir grandes cantidades de corriente. Su función principal es disipar el arco que se forma internamente entre los contactos al interrumpir las cargas. Simular que el transformador de potencia está en condiciones de servicio, es decir, con el interruptor cerrado.

Accionar manualmente cada relé de protección y observar que dispare el interruptor. Verificar que aparezcan las señales correspondientes. Reponer las señales y normalizar el tramo transformador.

## **6. Revisión del blindaje de radiación**

Se verifica que la continuidad entre los diferentes elementos constructivos: muros, marcos, hojas de puertas, juntas de las puertas, ventanillas de control, casillas pasas-chasis, entre otros, de tal manera que dicho blindaje no se vea interrumpido en ningún punto de la superficie a proteger. La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe de ser inferior a 210 cm, se deben de utilizar láminas de plomo, este debe de ser montado de tal manera que no se deslice por su propio peso y el empalme entre las láminas debe de solaparse 10 mm como mínimo. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches deben de estar cubiertas con plomo del mismo espesor que de las láminas.

Nota: toda instalación debe de contar con una verificación de blindaje documentada y avalada por personal calificado, de forma tal que se garantice la dosis que recibe el público y el personal ocupacionalmente expuestos

## **7. Medición de la resistencia de polarización.**

Verificar el cable de alimentación y su polarización a tierra (medir resistencia a tierra:  $\leq 0.5 \Omega$ )



## **8. Limitación del campo fluoroscópico.**

Consiste en verificar las imágenes en la pantalla producida por la interacción de los rayos X con los átomos que mediante el efecto foto-eléctrico, formando así una luz visible para dar la generación de imágenes.

## **9. Sistema de imagen digital.**

Revisar el funcionamiento del sistema de imagen digital, ver como se refleja la imagen si todos los componentes son los correctos tales como: brillo, densidad, color, zoom, etc.

## **10. Revisión del sistema operativo**

En el arranque, la tarea que se realiza es la de inicializar todos los puertos, configurándolos en primera instancia como entradas para que no interfieran con el proceso del generador, además, se configuran las diferentes funciones que estarán activas, tal como el *temporizador*, el puerto serie y finalmente la inicialización de las variables a ser utilizadas.

Es posible realizar diagnósticos individuales a cada uno de los módulos que conforman el generador de Rayos X.

Durante el periodo de generación de Rayos X, debe de limitarse el número de revisiones en los errores para evitar falsas lecturas. Para llevar a cabo una exposición de Rayos X, es necesario que el sistema auxiliar active la señal XRAY\*, ya que esta señal normalmente se activa en la consola del operador.



## **11. Actualización de drivers para el funcionamiento del sistema**

Los drivers (controladores), es necesario instalar los drivers correctos para que los dispositivos de hardware y software instalados en la computadora consigan comunicarse correctamente y, consecuentemente, puedan funcionar de manera adecuada, sin problemas de desempeño o incompatibilidad.

Primeramente, se debe bajar los últimos drivers del sitio del fabricante de la pieza. Una vez hecho esto es necesario abrir el "Panel de Control" a partir de la opción "Gestor de Dispositivos". En la nueva pantalla, se debe localizar el hardware que tendrá el driver actualizado, después es necesario hacer clic con el botón derecho del mouse y en seguida escoger "Propiedades".

Aparecerá la opción "Actualizar Software de controlador" y después de hacer clic en ella deberás escoger "Buscar software de Controlador en mi computadora". En una nueva ventana, selecciona "Permitir que escoja en una lista de controladores de dispositivo en la computadora". Haz clic en "Con disco" y localiza el archivo bajado. Con el archivo localizado, debes solicitar abrir el archivo INF

En el cuadro de diálogo abierto haz clic en "Instalar" y luego en "Siguiente". Es importante estar seguro de la procedencia del controlador bajado, se recomienda instalarlo si el programa es realmente del fabricante, en caso contrario, el archivo puede ser maligno.



## **12. Desfragmentación del disco duro**

Es imprescindible que, en el momento en el que el desfragmentado comience el proceso, no tengamos abierto ningún otro programa, en el botón de inicio de la barra de tareas. Seleccionar programas y luego accesorios. Seleccionar herramientas del sistema, seleccionar desfragmentador de disco. La operación de desfragmentación es una operación que lleva bastante tiempo realizarla, dependiendo del tamaño libre del disco, del índice de fragmentación de los archivos y de las características del propio equipo. Debemos tener en cuenta que no podremos usar el ordenador durante el proceso de desfragmentación, por lo que habrá que pensar el momento más adecuado para una desfragmentación.

## **13. Chequeo de tarjetas y Ethernet**

Chequear el estado de las tarjetas, velocidad y capacidad. Verificar el enlace de datos, la proporción de un tránsito de datos fiable, ordenar las tramas y el control de flujo por medio de la red que se esté utilizando, en este caso de Ethernet, se desmonta la tarjeta para su revisión y verificar si hay datos de sobrecalentamiento.

## **14. Revisión de Tubos de rayos x.**

Verificar que cuente con un foco fino menor o igual a 0.6 mm, un foco grueso menor o igual a 1.2 mm, una tensión máxima requerida de 150 KV una potencia mínima requerida de 40/90 KW con una capacidad calorífica mínima requerida de 300 KHU y que cuente con una disipación de calor.



### **15. Chequeo del blindaje de los cables de alta tensión**

Revisar la superficie metálica que esta separa los cables, verificar que no haya fuga de flujo electromagnético, verificar las siguientes funciones:

- ✓ Evitar el acoplamiento eléctrico
- ✓ Uso de los materiales conductivos adecuados
- ✓ Minimizar el ares de bucles, cables próximos, al plano tierra.

### **16. Verificación de los conectores y plug de alto voltaje**

Confirmar que los diversos conectores se encuentran ajustados. Si se detectan fugas o vestigios de corrosión, ajustar y/o reemplazar.

### **17. Comprobación de todas las tarjetas electrónicas**

Revisión de componentes electrónicos, tanto tarjetas como circuitos integrados, inspeccionando de manera visual y táctil si es necesario, el posible sobrecalentamiento de estos. Cuando se trata de dispositivos de medición (amperímetros, voltímetros, etc.) se debe visualizar su estado físico y comprobar su funcionamiento con otro sistema de medición que permita verificarlo con adecuada exactitud.

### **18. Chequeo de los tornillos en el circuito de potencia**

Verificar que los tornillos de potencia se utilicen para cambiar el movimiento angular por línea y para transmitir la potencia de forma adecuada. Identificar el paso (p), el avance (l) y por supuesto el ángulo de la hélice.

### **19. Comprobación de la consola de mando.**

Comprobar que los siguientes elementos estén en buen funcionamiento:

Sistema de control por micro procesador; control automático de exposición, control automático de brillo, control automático de KV y mA y sistema de protección del tubo.



Verificar la función de alto chequeo al encenderse la unidad y la compensación automática de línea, la señalización luminosa y acústica de preparación, disparo y bloqueos de seguridad. Comprobar el bloqueo de temperaturas o cargas máximas, impidiendo el disparo si superan los límites de seguridad del tubo de rayos x.

El equipo se ajustara automáticamente la relación entre KV mA y mAs manteniendo la operación siempre dentro de los límites de seguridad preestablecido, como debe de contar con un sistema de código de error, para fallas y alarmas, e historial de ocurrencia de los mismos. Verificar el contador del número de exposiciones radiográficas y fluoroscópicas.

## **20. Chequeo de la curva de dosis radiográfica**

La curva característica representa la variación de la densidad óptica (esto es, el grado de ennegrecimiento) de la placa, una vez revelada, en función de la cantidad de rayos X que ha llegado a ella, expresada en términos de exposición o dosis.

Verificar que el sistema Potter-Bucky, el tubo, la cámara de ionización y el fantoma, estén alineados longitudinal y transversalmente; seleccionar el sensor central y colocar el fantoma de cuatro pulgadas de espesor de acrílico sobre la mesa radiográfica. Limitar el haz de luz en el área del fantoma. Realizar las exposiciones en modo semiautomático y anotar el valor de cada una de las estaciones de mA disponibles, colocando el valor de exposición y el valor del tiempo o mA

Después del procesamiento de la imagen que se ha extraído la señal útil de los valores de pixel y se han realizado los distintos algoritmos para mejorarla calidad de imagen, el paso final es convertir los valores de pixel en valores de densidad con funciones o curvas de forma similar a las curvas características. Es importante saber que cada fabricante tiene sus propios procedimientos, distintos tipos de curvas para cada tipo de exploración, etc., para llevarlos valores de pixel a valores de densidad.



## **21. Comprobación y ajuste de calentamiento del filamento**

Verificar el ajuste y Revisar que cumpla con su función principal que es calentar previamente el gas argón que contienen en su interior para que se puedan encender.

## **22. Chequeo de la selección y sensibilidad de los campos de la cámara de ionización**

Revisar los componentes de la cámara de ionización: Recipiente, Electrodo Gas de llenado y Electrómetro, para conocer la sensibilidad de los campos utilizar los detectores de dosis de exposición a la radiación (Gy/h 0 R/h)

## **23. Comprobación de la linealidad de la cámara de ionización.**

Cuando se hace pasar rayos X por una cámara de ionización se produce una corriente eléctrica proporcional a la energía del haz incidente logrando así medir la energía de los rayos X a partir de la ionización que provoca.

## **24. Chequeo del límite de ionización**

Se conocen como límites de dosis los fijados en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones ionizantes, para las dosis resultantes de la exposición de las personas profesionalmente expuestas.

Verificar que los límites sean los fijados del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes los cuales nunca deben ser sobrepasados, pudiendo establecerse límites inferiores.

El límite anual de dosis para el cristalino es de 150 mSv (15 rems)

El límite anual de dosis para la piel es de 500 mSv (50 rems)

El límite anual de dosis para las manos, antebrazos, pies y tobillos es de 500 mSv (50 rem).



El límite anual de dosis para cualquier otro órgano o tejido, considerado individualmente, es de 500 mSv (50 rem).

Abrir completamente los colimadores del equipo de Fluoroscopia y verificar si a parecen el monitor de televisión, si esto ocurre suspender la prueba. Cerrar los colimadores de forma tal que sean visibles en el monitor de (aproximadamente 3 centímetros en cada lado). Mover el intensificador de imagen alejándolo y acercándolo a la mesa radiográfica. Observar si la posición de los colimadores cambia, si esto ocurre suspender la prueba.

Realizar una exposición en modo de Fluoroscopia de 30 segundos en modo automático (si lo permite el equipo) o realizar una exposición con 80 KVp Abrir completamente los colimadores. Realizar otra exposición de 30 segundos en modo automático (si lo permite el equipo) o realizar una exposición con 80 KVp Revelar y evaluar la película expuesta. Mida el largo (A) y ancho (B) de la imagen de la herramienta RMI-161B, con la imagen colimada. Mida el largo(A') y el ancho (B') de la imagen obtenida en la película, producida por la apertura de los colimadores.

## **25. Lectura y documentación del registro de errores**

Esto se realiza en la PC principal, logrando así conocer que errores ha presentado el sistema, también conocido como una bitácora de errores.

## **26. Medición de resistencia a tierra**

Se revisa el conductor de unión que debe ser de la sección adecuada para la corriente que puede llegar a circular, para que no se produzcan calentamientos ni caídas de tensión inadmisibles. No puede ser interrumpido con seccionadores, fusibles u otro elemento, el Electrodo de tierra: dado que la resistencia de contacto del conductor de unión (alta conductividad) con la tierra (baja conductividad) es función de la sección de presenta en la unión entre ambos, se intercala un electrodo con la sección suficiente para garantizar una baja resistencia.



## **27. Revisión de la ventana del detector**

Revisar el estado de los detectores, esto se realiza por medio de disparos para ver si las radiaciones están siendo detectadas.

*Importante:* la eficiencia de un detector está dada por la relación entre el número de radiaciones que cuenta y el número que le llegó. Una eficiencia de 100% implica que todas las radiaciones que llegan son detectadas. En cambio una eficiencia de 1%, por ejemplo, significa que de cada 100 radiaciones que recibe, cuenta sólo una.

Es importante conocer la eficiencia de cualquier detector (calibrarlo) para tomarla en cuenta al calcular la dosis recibida.

## **28. Chequeo de los fantomas de medición**

Chequear que los fantoma no estén dañados o tenga rupturas y/o deterioro por la utilización. Reemplazar el fantoma si hay evidencia de daños que puedan afectar su funcionamiento normal. Rellenar el fantoma con agua destilada cuando sea necesario.

*Nota:* disponga de los fantomas defectuoso y llamar al proveedor del equipo

## **29. Sistema de generador de RX del Telecomando**

Verificar que el generador de Rx tenga los parámetros adecuados, una frecuencia de 30Khz, revisar el microprocesador y los rangos de potencia de al menos 80Kw.

Se hace la revisión del conductor a tierra, el calibración de los cables neutros, tierra y de alimentación.



**Resonancia Magnética 0.35 T Siemens**

<b>Hospital Antonio Lenín Fonseca</b>			
<b>Centro de Alta Tecnología</b>			
<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
<b>Hoja de Inspección</b>			
Nombre del Equipo: <u>Resonancia Magnética 0.35 T Siemens</u>			
Tipo de mantenimiento: <u>Mantenimiento Mediano</u> Frecuencia : 4 meses			
Código: <u>21-5242-40-MU014</u> Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____			
Tiempo aproximado: 8-10hrs			
<b>Trabajos a realizarse</b>			
Actividades	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Revisión sistema de enfriamiento, limpieza externa.			
Revisión de la mesa y su movimiento X, Z, frenos X,Y			
Verificar las etiquetas de seguridad			
Revisión del gabinete GCC			
Limpieza externa y revisión de imán			
Comprobación de los filtros de aire			
Medición de los conductores de protección			
Inspección de la superficie de las espirales locales			
Pruebas de seguridad eléctrica			



Trabajos a realizarse			
Actividades	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Chequear la tensión de la franja de cubierta			
Verificación de la calidad de imagen			
Verificación de la asignación de rutas de cables			
Chequeo de los fantomas			
Revisión de las Bobinas			
Chequeo del Software			
Revisión de la bitácora de errores			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Firma del técnico

\_\_\_\_\_ Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

**Advertencia:** no se debe entrar a la sala de Resonancia con materiales ferromagneticos y metálicos que pueden ser atraídos por el imán tales como: carteras, billeteras, tarjetas de crédito, tarjetas con cinta magnética, aparatos electrónicos, audífonos, alhajas de metal, lapiceros, ganchos para papel, llaves, monedas, Etc. ya que esto provocara daños severos a la persona y al equipo.

### **1. Revisión del gabinete GCC.**

Apague el interruptor principal de gabinete verifique la presión del agua, la cual debe estar entre 1.3 y 1.4 bar. Si la presión del agua no está dentro de este rango, añada agua verificar el registro de arranque.

### **2. Limpieza externa y revisión del imán.**

Entrar a la sala sin ningún dispositivo tales como: celulares, marcapaso, joyas, ferromagnético y metálicos.

Limpieza externa el imán con un paño seco suave o papel toalla hasta que quede totalmente limpio y sin ningún tipo de agente dañino

Revise visualmente el imán y verifique que no existe ningún tipo de avería, o daño visible, en caso de existir daño llamar directamente a los representante de los proveedores del equipo.



### **3. Comprobación de los filtros de aire**

Coloque el aire hacia el frente, abrir la estructura metálica que lo protege, para verificar la almohadilla reemplace si es necesario, armar el filtro del aire y encienda el interruptor principal al gabinete GCC

### **4. Medición de los conductores de protección**

Medir la resistencia de los protectores del conductor, elegir un cable de a distribución de poder y uno no aislado:

ECA (estructura del gabinete)

El imán (conexión del imán)

Conexión de la MRC (polo a tierra)

El controlador de la resonancia (conector de control)

Distribución de poder para los componentes de la consola (conexión polo a tierra).

Nota: todas las opciones, como monitor, mesa del paciente, la habitación MRC, la resistencia protectora no debe de exceder a los  $0.3\Omega$

### **5. Inspección de la superficie de las espirales locales**

Realizar una inspección visual de las espirales superficiales, verificar la conexión de los cables y conectores, estos deben dañarse. Quitar virutas de polvo o metal del interior o exterior de los conectores

### **6. Pruebas de seguridad eléctrica**

Advertencia: antes de comenzar la prueba desconecte el sistema totalmente, asegúrese de que no puede ser activado durante el procedimiento y verifique que los protectores de los conductores están conectados correctamente.



Realizar la medida de la resistencia del cable, para medir la resistencia entre la línea de tierra al enchufe de los conectores, mida el cable para el transporte de la fuerza y una parte metálica no aislada de él. La resistencia protectora del conductor no puede exceder los  $0.3\Omega$

#### **7. Chequear la tensión de la franja de cubierta**

Mueva la mesa por toda su trayectoria y retroceda, luego verifique la tensión de la franja de cubierta y reemplace si es necesario.

Quite los tornillos y vuelva a colocarlos hasta la franja de cubiertas y verifique que sea de baja de tensión soque los tornillos y luego chequear el codificador de posicionamiento.

#### **8. Verificación de la calidad de imagen**

Durante la medición de pruebas se utiliza fantomas de medición para simular el cuerpo del paciente. Los fantomas de carga simulan el peso del paciente, mientras que los fantomas de bobinas simulan su tejido, con estos se puede verificar la calidad de la imagen que proporcionan las bobinas.

#### **9. Verificación de la asignación de rutas de cables**

En el panel de control y visualmente se verifica la conexión de los cables trifásico que estén correctamente conectados en el lugar que les corresponde, evitando así daños que pueden provocar el paro parcial o total del equipo.

#### **10. Chequeo de los fantomas**

Inspeccionar cada fantoma que no tenga rupturas o deterioro por el uso extensivo o burbujas de aire. Reemplazar el fantoma si hay evidencia de daños que puedan afectar su funcionamiento normal. Rellenar el fantoma con agua destilada cuando sea necesario. Nota: disponga de los fantomas defectuoso y llamar al proveedor del equipo.



### **11. Revisión de las Bobinas**

Verificar que las bobinas reciban la señal de la resonancia con el menor ruido posible, entre otros factores la relación señal-ruido depende del volumen excitado de la bobina y de la distancia entre la bobina receptora y la región del cuerpo a medir, realizar esta medición apoyándose en los fantomas de medición.

### **12. Chequeo del Software**

Soporte: Comienza en la plataforma de servicio, escoja el dispositivo suplementario ya sea el lector de CD o el quemador.

Dejar limpio el escritorio: elija el archivo y borre. Confirmar los archivos a eliminar.

Se recomienda guardar los datos cada vez que sea cambios en la configuración de este.

Nota: reinstalar en software si se ha utilizado discos defectuosos en el sistema, se requiere utilizar disco regrabables

### **13. Revisión de la bitácora de errores**

Revisar la PC principal: la recuperación y almacenamiento de imágenes, el sistema operativo,



**Rayos X Fijo Digital Radiología SEDECAL**

<b>Hospital Antonio Lenín Fonseca</b>			
<b>Centro de Alta Tecnología</b>			
<b>Departamento de Mantenimiento</b>			
<b>Hoja de Inspección</b>			
Nombre del Equipo: _____		Rayos X digital Fijo Radiología	
Tipo de mantenimiento: N/D	Mantenimiento mediano	Frecuencia : 4 meses	Código: _____
Hora de finalización: _____		Tiempo aproximado: 3hrs	
Hora de inicio: _____			
<b>Trabajos a realizarse</b>			
Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Chequeo de cubiertas o chasis			
Revisión y chequeo de la columna de desplazamiento vertical (Bucky)			
Chequeo de cables conector y contactos.			
Pruebas de interruptores de liberación de radiación			
Chequeo de la alineación del colimador			
Chequeo de la corriente de fuga			
Prueba de polaridad a tierra de la unidad			
Chequeo de la seguridad eléctrica			
Desfragmentación de equipo			
Revisión de la configuración			
Revisión de la conectividad			
Revisado por: _____		Elaborado por: _____	
Aprobado por: _____		Fecha de realización _____	
_____ Firma del técnico		_____ Firma del encargado del CAT	
<p><b>Advertencia:</b> Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.</p>			



Nota: verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

*Advertencia:* No efectuar actividades de servicio del equipo al menos que este desconectado el suministro de la electricidad de la red a no ser que exija su conexión según prueba específica. No abrir el panel de control del generador para tratar de efectuar reparaciones, no utilizar nunca un fusible de distinta graduación o tipo del recomendado por el fabricante.

### **1. Chequeo de cubiertas**

Chequear el buen estado de las cubiertas, que no haya ningún tipo de avería visible que puede provocar daños en el momento que el equipo está operando

### **2. Chequeo de la columna de desplazamiento vertical**

Revisar que la columna vertical se desplace sin ruido, ni fricción, haciendo movimientos continuos sin interrupción, hacer estos movimientos durante 5 minutos con intervalos de 1 minuto.

### **3. Chequeo de cables y de conector**

Verificar las conexiones, sistemas de seguridad e indicadores del panel de control, estado del tubo de generador de rayos X, el buen funcionamiento de seguridad de cierre por la llave del panel de control.

Estado adecuado de los cables del control, debe ser calibrado etiquetándose con la fecha de calibración, el valor de factor de calibración y la curva de calibración.



#### **4. Pruebas de interruptores de liberación de radiación.**

Antes de comenzar a trabajar con el aparato P de rayos X, se debe chequear que el circuito conmutador de protección esté funcionando impecablemente.

- ✓ Verificar visualmente que la tapa esté intacta
- ✓ Comprobar que el aviso de prevención contra radiación con placa de apantallamiento esté bien fijo. Comprobar visualmente que el tapón de cierre se encuentre en buen estado
- ✓ Observar que el domo de cristal de plomo y el colimador de plomo estén bien fijos y en buen estado, para ello se debe abrir la tapa, lo cual sólo es posible por el lado donde se halla el brazo de medición.
- ✓ Verificar la lámpara piloto de la red, cierre la tapa conecte el equipo a la red, seleccione un tiempo de corte con el interruptor temporizado conecte el interruptor de la red de alimentación. La lámpara piloto debe iluminar (posibles fallos, la lámpara piloto de alta tensión no debe encenderse).
- ✓ Comprobar que el interruptor temporizado funcione bien; para ello se conecta el aparato a la red y se selecciona un tiempo. Probar el relé del interruptor temporizado. Con este fin, ponga el reloj en 0. El piloto de la red G no debe iluminarse al accionar el interruptor de la red.
- ✓ Verificar la lámpara piloto de alta tensión, se selecciona un tiempo en el interruptor temporizado y se acciona el interruptor de la red 9, todo esto con la tapa cerrada y fija (el tapón de cierre se debe introducir en un extremo de la ranura en forma de haltera, luego se desliza toda la tapa con el tapón hasta la posición central). La lámpara piloto de alta tensión H no debe iluminarse todavía. Con el pulsador B se conecta la alta tensión. La lámpara piloto debe iluminar



- ✓ Comprobar el funcionamiento de corte de los elementos de seguridad en la bisagra de la tapa Para ello, con la alta tensión conectada se empuja la tapa hacia un lado sin abrirla (el tapón de cierre permanece en uno de los extremos de la ranura en forma de haltera. La alta tensión se debe cortar y por lo tanto la lámpara piloto iluminará más.

#### **5. Chequeo de la alineación del colimador:**

Ajustar las ataduras del colimador para el tamaño de campo deseado, el cual debe coincidir con el campo luminoso, gire el colimador según se requiere, para esto es necesario realizar disparo para las limitaciones del haz

Encender la luz del colimador y posicionar el área de la luz en el recuadro del instrumento de colimación, si uno o más bordes del campo de luz no coinciden con el recuadro inscrito del instrumento de colimación, colocar un objeto radiopaco (clips metálicos, barritas de plomo o monedas) sobre los mismos para delimitar su posición

Nota: Utilizar un colimador de plomo, utilizado para atenuar la Radiación dispersa

#### **6. Chequeo de la corriente de fuga**

La corriente de fuga puede ser medida sobre un conductor de toma de tierra y por la suma de vectores en múltiples conductores. Sobre un sistema conectado a toma tierra sujete con abrazaderas alrededor de las dos o tres piernas de conducción (no el conductor de toma de tierra). La suma del vector de la corriente de carga se cancela hacia afuera dejando la medición de la corriente de fuga.



## **7. Prueba de polarización**

Verificar que los dispositivos y que los equipos son instalados únicamente sobre el conductor de fase una polaridad incorrecta supone que parte de la instalación permanece conectada a un conductor de fase bajo tensión, incluso cuando un interruptor de polos está desconectado o cuando ha saltado un dispositivo de protección de sobre corriente.

## **8. Chequeo de seguridad eléctrica**

Para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica se tiene que dar dos condiciones, la primera que la tensión de contacto que se pueda presentar en las instalación en función de los diferenciales instalados sean menor que el valor límite convencional, y la segunda que los diferenciales funcionen correctamente.

## **9. Desfragmentación de equipo**

Es imprescindible que, en el momento en el que el desfragmentado comience el proceso, no tengamos abierto ningún otro programa, en el botón de inicio de la barra de tareas. Seleccionar Programas y luego Accesorios. Seleccionar Herramientas del Sistema, Seleccionar Desfragmentador de disco La operación de desfragmentación es una operación que lleva bastante tiempo realizarla, dependiendo del tamaño libre del disco, del índice de fragmentación de los archivos y de las características del propio equipo. Debemos tener en cuenta que no podremos usar el ordenador durante el proceso de fragmentación, por lo que habrá que pensar el momento más adecuado para una desfragmentación.



## **10. Revisión de la configuración**

En la consola de adquisición digital y la visualización de imágenes se debe de contar con protocolos predefinidos y configurables, el software de visualización tiene que contar con las siguientes herramientas:

Zoom/roam, ventaneo, anotación, mediciones donde se detallan todas las herramientas del pos proceso.

La productividad y rapidez de la configuración debe de ser la adecuada para asegurar una alta presentación al momento de obtener las imágenes, se verifica que se cuente con los siguientes términos:

- Proveer imágenes de calidad sin necesidad de realizar ajustes posteriores en la estación de trabajo.
- Rapidez en la visualización de las imágenes en la estación de trabajo.
- Capacidad de la lectura del digitalizador.

## **11. Revisión de la conectividad**

Se debe de chequear que cada uno de los elementos del equipo esté correctamente conectado, el generador de rayos X debe tener una alimentación trifásica de 220/380 Vca de 50/60 Hz y conectores primarios de tipo estado sólido.

Debe de existir un sistema de alimentación ininterrumpida para todos y cada una de las unidades de procedimiento de los equipos de radiología y la estación de diagnóstico. Revisar que cuente con una salida de aprovisionamiento de voltaje de alta calidad y frecuencia.



### Ultrasonido Portátil Sonosite

Hospital Antonio Lenín Fonseca

Centro de Alta Tecnología

Departamento de Mantenimiento

#### Hoja de Inspección

Nombre del Equipo: Ultrasonido Portátil Sonosite

Tipo de mantenimiento: Mantenimiento Mediano Frecuencia : 6 meses

Código: 21-53-08-40-T005

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_ Tiempo Aproximado: 45 min- 1hr

#### Trabajos a realizarse

Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpiar la pantalla LCD			
Limpiar y desinfectar la superficie del sistema			
Verificar las conexiones de alimentación eléctrica			
Chequeo y limpieza de unidades periféricas del sistema			
Revisión de la calidad de los transductores.			
Calidad del sistema de imagen			
Verificación de la conectividad y conectividad			
Verificación de la calidad de imagen			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

### **1. Verificar las conexiones de alimentación eléctrica**

Verificar la conexión de polo tierra, fugas de corriente, medición de la potencia de entrada y salida.

### **2. Chequeo y limpieza de unidades periféricas del sistema**

Con un paño suave seco o papel toalla limpiar las unidades periféricas del sistema, tales como, los dispositivos externos, y todos los puertos de entradas que tiene el equipo. No utilizar ningún tipo de solución limpiadora o desinfectante ya que esto puede provocar daños severos al equipo.

### **3. Revisión de la calidad de los transductores.**

Revisar las funciones de aplicación incluyendo los requisitos de biocompatibilidad.

Verificar el estado del transductor hacer pruebas básicas y combinar la calidad de imagen.

### **4. Calidad del sistema de imagen**

Revisión de la calidad del sistema, se deben establecer los valores correctos para los ajustes del monitor, el brillo y la ganancia de la profundidad.



Para optimizar la calidad de la imagen es necesario ajustar el ángulo de observación y el brillo, algunos parámetros para la optimización de la imagen son las zona focales, tamaño de apertura, frecuencia (centro y ancho de la banda) y curva.

*Nota: estos ajustes deben realizarse por personas altamente capacitadas*

## **5. Verificación de la configuración de conectividad del sistema.**

- ✓ Selección la tecla configuración y luego conectividad,
- ✓ En la lista modo trans, seleccione DICOM o SiteLink

*Nota: si se modifica el modo de transferencia, aparece un cuadro de dialogo para reiniciar el sistema.*

- ✓ Ahora selecciones CONFIG.DICOM o CONFIG.SiteLink, aquí el sistema se encuentra listo para configurarse.
- ✓ Se pueden realizar las siguientes configuraciones:
  - ☞ Configuración SiteLink para Ethernet: conecte el cable de Ethernet y a continuación acople la conexión Ethernet del sistema de acoplamiento/modulo de acoplamiento
  - ☞ Configuración SiteLink para red inalámbrica: apague el sistema para insertar o extraer la tarjeta inalámbrica evitando así cualquier daño posible, realizar los pasos de Configuración y conectividad elegir SiteLink, luego introducir los siguientes campos: Nombre Host, Alias, dirección IP, Marca de red, Acceso por defecto, puerta alternativa, velocidad de la red y marque la casilla Inalámbrico.
  - ☞ Configuración DICOM para Ethernet: los mismos pasos que la configuración SiteLink.
  - ☞ Configuración DICOM para red inalámbrica: los mismos pasos que la configuración SiteLink.



**Ultrasonido Fijo Mindray**

**Hospital Antonio Lenín Fonseca**

**Centro de Alta Tecnología**

**Departamento de Mantenimiento**

**Hoja de Inspección**

Nombre del Equipo: Ultrasonido Fijo Mindray

Tipo de mantenimiento: Mantenimiento mediano Frecuencia: 6 meses

Código: 21-53-08-40-T005

Hora de inicio:         

Hora de finalización:         

Tiempo Aproximado: 45-1hr

**Trabajos a realizarse**

Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Limpeza interior de unidades periféricas del sistema			
Limpeza del transductor			
Limpeza del conector del Transductor			
Limpeza del monitor			
Verificar la resistencia del conductor de protección			
Chequeo de corriente de fuga de línea a tierra			
Comprobación del mecanismo del montaje del monitor			



Trabajos a realizarse			
Actividad	Ejecución		Observaciones del equipo
	Si	No	
Verificar el panel de funcionamiento			
Revisión de la calidad de las imágenes			
Almacenamiento de imágenes mediante el transductor estándar			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT

**Advertencia:** Por su seguridad y para evitar daños severos al equipo antes de limpiar el sistema, compruebe que esté apagado y verifique la localización de todas las etiquetas y señales de precaución las cuales indican que se le está suministrando mantenimiento al equipo.



**Advertencia:** Antes de limpiar el sistema, compruebe que este apagado ya que la limpieza de la máquina cuando está conectada puede provocar daños severos al equipo y una descarga eléctrica

**Nota:** verificar la localización de todas las etiquetas y señales de precaución donde indique que se le está suministrando mantenimiento al equipo y no puede ser conectado o manipulado por otra persona que no sea el técnico de mantenimiento.

Para evitar daños al equipo no utilice los siguientes entornos:

- ✓ Lugares expuestos a la luz solar directa
- ✓ Lugares sometidos a cambios brusco de temperatura
- ✓ Lugares de polvo
- ✓ Lugares sometidos a vibraciones
- ✓ Lugares sometidos a generadores de calor
- ✓ Lugares de mucha humedad

### **1. Limpieza interior de unidades periféricas del sistema**

Con un paño suave seco o papel toalla limpiar los dispositivos externos incluyendo los puertos de todo el equipo, impresora de video e impresora de gráficos/texto.

### **2. Verificar la resistencia del conductor de protección**

Para evitar descarga eléctricas, asegurarse de que conecta el conductor de equalización potencial antes de conectar el enchufe de alimentación del equipo al receptáculo.

Revisar que los conductores de protección estén en perfecta unión las masas de una instalación y los elementos metálicos que puedan existir, estos debe estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánico, químico y electroquímico y contra los esfuerzos electrodinámicos.



Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

### **3. Chequeo de corriente de fuga de línea a tierra**

Chequear si existe corriente de fuga en los filtros de receptores y en los conductores de alimentación hacia el conductor de protección, se puede utilizar una pieza amperimétrica que se coloca abrazando a todos los conductores activos (fases y neutros), como las corrientes de alimentación y retorno generan campos magnéticos opuestos si ambas son iguales estos se anulan. Por el contrario si la pinza indica una corriente, está será la de fuga está retornando a través de tierra.

### **4. Comprobación del mecanismo del montaje del monitor.**

Verificar el montaje del monitor tomando en cuenta el posicionamiento y ajustes. Y que no existan objetos sobre este que puedan caer y ocasionar daños.

Nota: no utilice el equipo en las proximidades de campos electromagnéticos fuertes (como el transformador), ya que pueden afectar al rendimiento del monitor.

### **5. Verificar el panel de funcionamiento**

Revisar el panel de control, no ejercer demasiada fuerza sobre el panel de control como la que ejerce al recostarse sobre él. De lo contrario, el equipo podría resultar dañado y revisar las teclas de funcionamiento

### **6. Revisión de la calidad de las imágenes**

En el panel de control verificar los ajustes de imagen entre ellos:

- ✓ Ganancia B/M se ajusta la recepción y la sensibilidad de la señal de imagen, verificar el rango de ajuste que es entre 0dB y 100dB.



- ✓ Potencia acústicas: se debe seleccionar la potencia acústica adecuada se verifica los rangos entre 0 y 15 donde el 0 representa el mínimo y 15 el máximo
- ✓ Número de foco: el número de foco está limitado por la profundidad del análisis, verificar la posición de foco.
- ✓ La profundidad: verificar los rangos de profundidad el del transductor de baja frecuencia es de 4.31-28.8cm, el rango profundidad del transductor de alta frecuencia es de 2.16 – 11-9cm
- ✓ Rango dinámico: se ajusta la resolución de contraste de imágenes de modo B o modo M O para comprimir o aumentar el rango de visualización de grises, el rango se sitúa en entre 30dB y 100db en incrementos de 5dB
- ✓ Aumento del límite: se proporciona un aumento de límites para resaltar el contorno de la imagen, de forma que pueda identificar la estructura del tejido con mayor claridad, el rango de aumento es entre 0 y 4
- ✓ Medidas de imagen: la medidas de imagen conlleva la de imagen en modo B y el cálculo del valor medio para eliminar el ruido de la imagen y aclarar los detalles de esta. Su rango son de 0 a 7
- ✓ Postprocesamiento: se utiliza para aplicar la corrección de grises a la imagen y así poder obtener una imagen con visión optima

## **7. Almacenamiento de imágenes mediante el transductor estándar**

Verificar la grabación de imagen, es necesario realizar una copia de los datos importantes en un soporte de grabación externos como registros clínicos, portátiles, etc.



## Calendario de Mantenimiento

Aquí va el  
calendario 😊



## Capítulo IV: Presupuesto

<i>Tarea de mantenimiento</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Material gastable</i>
<b>Limpieza integral externa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Brocha de 2"</li><li>● Cepillo p/frascos</li><li>● Aspiradora pequeña</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Papel toalla</li><li>● Paños</li><li>● Líquido desinfectante</li><li>● Cloro</li><li>● Alcohol</li><li>● Abrillantador</li><li>● Limpiador de superficies</li></ul>
<b>Limpieza integral interna</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Brocha de 2"</li><li>● Cepillo p/frascos</li><li>● Aspiradora pequeña</li><li>● Destornillador Philips.</li><li>● Pinza pico lora</li><li>● Destornillador plano</li><li>● Llaves Allen</li><li>● Llave cangreja de 6"</li><li>● Pinza quita seguros</li><li>● Tenaza cortadora</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Papel toalla</li><li>● Hisopos</li><li>● Paños</li><li>● Alcohol</li><li>● Alcohol isopropílico</li></ul>



<b>Lubricación y engrase</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destornillador</li><li>• Destornillador plano</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aceite</li><li>• Grasa</li><li>• Pasta siliconada</li></ul>
<b>Ajuste y calibración</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multímetro</li><li>• Tenaza eléctrica</li><li>• Tenaza cortadora</li><li>• Medidor de presión negativa</li></ul>	
<b>Revisión de seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multímetro</li></ul>	
<b>Equipos Especiales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dosímetro</li></ul>	

*Tabla 6: materiales y herramientas*



<b>Equipos de Protección Personal</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Gavacha plomado</li><li>● Guantes</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Gafas protectores</li><li>● Gavacha de plástico</li></ul>	

Tabla 7: equipos de protección personal.

<b>Repuestos Mínimos</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Bombillo Indicador</li><li>● Fusible</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Batería</li><li>● Fusibles</li><li>● Terminales de interconexión</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Cables de conexión eléctrica</li></ul> <p>Tomacorriente macho switch</p>	

Tabla 8: Repuestos Mínimos



### Costos de Material Gastable

Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario C\$	Costo Anual C\$
Papel toalla(3)	18	Paquete de 3 Rollos	72	1,296
Paños	3	Docena	90	270
Líquido desinfectante	20	Galón	57.5	1,150
Cloro	3	Galones	46	138
Alcohol	15	Litros	83.20	1,248
Abrillantador	14	140 mililitros	140	1,960
Hisopos(300)	10	Cajas	32.87	328.7
Alcohol isopropílico	10	Litros	80	800
Aceite	5	Litros	130	650
Grasa	8	Libras	130	1,040
Pasta siliconada	4	100gr	23.26	93.05
<i>Total</i>				8,974.2

Tabla 9: Material Gastable <sup>28</sup>

<sup>28</sup> Cálculo fuente propia



### Costos de Herramientas anual.

Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario C\$	Costo Anual C\$
Brocha de 2"	4	4	20	80
Cepillo p/frascos (3)	2	6	130	260
<i>Total</i>				340

Tabla 10: herramientas cálculo fuente propia

### Herramientas a comprarse cada cinco años

Herramienta	unid	Cant	Precio C\$	Costo Anual
Aspiradora pequeña DirtDevil Extreme Power Hand Vac, M0914	1	1	920	920
Destornillador Philips. (plano, estrella)	1	1	250	250
Pinza pico lora(Black &Decker)	3	1	175	525
Llaves Allen	3	1	110	330
Llave cangreja de 6" 6 CROMADA 87-431 STANLEY	3	1	140	420
Pinza quita seguros	3	2	130	390
Tenaza cortadora (Black &Decker)	3	2	110	330
Multímetro	1	1	4,600	4,600
Medidor de presión negativa	1	1	3,937.58	3,937.58
Dosímetros PM1203-M	1	1	12,155	12,155
<b>Total</b>				23,857.58

Tabla 11: herramientas a comprar cada 5 años. Cálculo fuente propia.



### Equipos de protección personal

Equipo	Cant	U	Precio	Costo C\$
Delantales plomado: Espesor 0.5mm equivalente a plomo -Dimensiones: L 110cmx60cm, XL 110cmx65cm -Cierre cinturón -Con mangas plomadas y protección posterior del torso	2	Inv.	3,450	6,900
Guantes Espesor 0.5mm equivalente a plomo, -Largo: 39cm	2	Par	1,840	3,680
Gafas protectores <b>Anteojos plomados</b> <b>Modelo # AP02</b> -Vidrio plomado de espesor 0.5mm equivalente a plomo, -Protección lateral del mismo espesor equivalente a plomo	2	Par	2,760	5,520
<b>Total</b>				16,100
<b>Equipo de protección personal Anual</b>				
<b>Guantes de plástico</b>	4	Par	70	280
Gabacha de plástico	2	Inv.	150	300
Total				580
Total de EPP				16,680

Tabla 12: equipos de protección personal



### Repuestos mínimos

Equipo	Cantidad	Unidad	Precio	Costo C\$/año
Bombillo indicador	6	Individual	50	300
Fusibles	20	Individual	30	600
Terminales de interconexión	10	Individual	40	400
Batería para estación de trabajo	3	Individual	600	1,800
Cables de conexión	10	Metro	150	1,500
Tomacorriente macho	6	Individual	20	120
Switch	20	Individual	50	1,000
<b>Total</b>				<b>5,720</b>

Tabla 13: repuestos mínimos. Calculo fuente propia.

### Costo de Mano de Obra

#### Técnico en mantenimiento del CAT<sup>29</sup>:

Salario mensual	9,000
Jornada laborar	9hr
Entrada-salida	8:00am.5:00pm
Hora de Almuerzo	12:00-1:00pm
Tiempo de contingencia <sup>30</sup>	1hr
Jornada laboral efectiva	7 hrs

Tabla 14: Cálculo de la Mano de Obra

<sup>29</sup> Ing. Electrónico o Lic. electro medico

<sup>30</sup> Se toma como base aproximadamente el 15% de la jornada laboral.



## Costos totales

### Inversión inicial

Descripción	Costos anuales C\$
Herramientas	23,857.58
E.P.P especializados	16,100
<b>Total</b>	<b>39,957.58</b>

Tabla 15: Inversión inicial. Calculo fuente propia

### Costos Anuales

Descripción	Costo C\$/año
Material gastable	8,974.2
Equipos de Protección Personal (EPP) <sup>31</sup>	580
Repuestos mínimos	5,720
Herramientas	340
M O	216,000
<b>Total</b>	<b>231,614.2</b>

Tabla 16: Costos de operación Calculo fuente propia

Para conocer la rentabilidad de este plan se realiza la evaluación por el método de prorrateo

Descripción	C\$/año
Material gastable	8,974.2
Equipos de Protección Personal (EPP)	3,800
Repuestos mínimos	5,720
Herramientas	5,111.52
M O	216,000
<b>Total</b>	<b>239,605.72</b>

Tabla 17: Costos de operación prorrateados

<sup>31</sup> Incluye únicamente los equipos de protección personal, para las actividades de revisión general.



## Análisis costo eficacia en el sector salud

Las Normas para Presentación de Iniciativas de Inversión, PII 2011, dictaminadas por el SNIP (Sistema Nacional de Información de Pre inversión) de Nicaragua, indican que la TSD vigente es del 12% anual y constante en el tiempo.<sup>32</sup>

Tasa de inflación:5%<sup>33</sup>

Tasa de crecimiento de la población: 1.2<sup>34</sup>

Ecuaciones que se utilizan en los proyectos de Sistema de Inversión Pública: Pautas Metodológicas para la Formulación y Evaluación de Proyectos del Sector Salud:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - c_t}{(1+r)^t} \quad CAE = VAN \times \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Dónde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto, servicio brindado a la población, cantidad de exámenes realizados.

Ct. = costo del año t del proyecto

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

r = tasa social de descuento<sup>35</sup>

<sup>32</sup>Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Dirección General de Inversiones Públicas TASA SOCIAL DE DESCUENTO NICARAGUA Julio 2010.

<sup>33</sup> 2011 Desarrollo Empresarial (COPADES) de Nicaragua, tasa de deslizamiento anual del tipo de cambio reptante, BCN

<sup>34</sup>INIDE: Proyecciones de Población Nacional: (Hipótesis Media o Recomendada).

<sup>35</sup>Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Dirección General de Inversiones Públicas TASA SOCIAL DE DESCUENTO NICARAGUA Julio 2010.



Cuando se habla de neto, se asume que los flujos en cada período pueden ser positivos o negativos. El neto se refiere a la diferencia entre los beneficios y los costos. Es decir se suman los beneficios atribuibles al proyecto y se le restan los costos. El Valor Actual Neto (VAN) incorpora automáticamente el valor del dinero en el tiempo<sup>36</sup>

El año cero, corresponde a la preinversión para la implementación del plan de mantenimiento, por lo cual no existen beneficiarios en ese periodo.

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficiarios</b>		76,612	77,531	78,461	79,403	80,355
<b>Costos C\$</b>	39,957.58	231,614.20	243,194.91	255,354.66	268,122.39	281,528.51

Tabla 18: Beneficio-costos Cálculo fuente propia

$$\text{VAN} = \text{C\$ } 670,413.90$$

Para obtener el Costo Anual Equivalente (CAE), se convierte el VAN en una anualidad correspondiente a la vida útil de este plan de mantenimiento; esta operación convierte el flujo original, en uno equivalente uniforme.

$$\text{CAE} = 670,413.90 * 0.2774 \quad \text{CAE} = \text{C\$ } 185,972.82$$

### Costos del mantenimiento subcontratado

Año	0	1	2	3	4	5
<b>Costos C\$/año</b>		242,493.60	254,618.28	267,349.194	280,716.6537	294,752.4864

Tabla 19: Costo del mantenimiento subcontratado <sup>37</sup>

Se obtiene como resultado que el mantenimiento subcontratado tiene un mayor costo que el plan de mantenimiento propuesto. Valorando que hay una disminución de costos y cumpliendo con los objetivos esperados.

<sup>36</sup>Pautas Metodológicas para la Forma. y Eval. Proyectos del Sector Salud

<sup>37</sup>Cálculo fuente propia. Con base en cotizaciones y datos brindados por el MINSA.



## Conclusiones

La tecnología de formación de imágenes continúan siendo un campo rápidamente cambiante, debido en parte al alto nivel de innovación, de las empresas fabricantes de esta tecnología por ello el propósito que persigue este plan es garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y obtener un mejor costo-beneficio.

De acuerdo a los manuales de estos equipos, investigaciones, entrevistas, consultas bibliográficas y por medio de las observaciones realizadas en el *Centro de Alta Tecnología*, se optó por la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, el cual se dividió en dos partes, actividades de revisión general que se realizan mensualmente y las actividades de mantenimiento mediano con una frecuencia de cada cinco meses.

Todas las actividades de este plan se resumen en las siguientes: Limpieza integral externa, inspección externa del equipo, limpieza integral interna, inspección interna, lubricación y engrase, reemplazo de ciertas partes, ajuste y calibración, pruebas funcionales completas y revisión de seguridad eléctrica de los equipos y de sus componentes.

Se sabe que el propio riesgo asociado al uso médico de las radiaciones ionizantes, hace imprescindible la adopción de altos estándares de calidad que garanticen el objetivo del diagnóstico, que protejan al paciente, trabajadores públicos y medio ambiente.

Por lo tanto se determinó que las consecuencias de las fallas de los equipos pueden ser, tiempo de paro de los equipos, retraso para la atención de los pacientes, atraso en el diagnóstico por imagen ,riesgo para la vida y salud del paciente, riesgo para los técnicos, exposición a dosis de radiación fuera del límite, aumento en los costos de materiales, insumos y de personal, incremento de los costos en el diagnóstico por imagen para un paciente en estado crítico y se reduce la vida útil de los equipo.



En cada una de las actividades se especificó cuáles son los equipos de protección personal que se deben de utilizar para proteger a la persona que esté realizando las tareas de mantenimiento, los equipos indispensable son, guantes, gabacha y lentes plomados.

Según los costos estimados para la implementación de este plan se logra obtener una disminución considerable con respecto que a lo que actualmente se gasta en el CAT por la administración de un mantenimiento subcontratado.

Debido a que este plan contempla que el técnico del centro es quien implementara el mantenimiento, el equipo estará bajo mantenimiento todo el tiempo, garantizando el óptimo funcionamiento de este.



## Recomendaciones

- Implementar este plan de mantenimiento para la obtención de diagnósticos más precisos y menos riesgosos para el paciente y para el técnico.
- Cumplir con el calendario establecido por este estudio para el mantenimiento preventivo de los equipos del Centro de Alta Tecnología.
- Respetar los parámetros de seguridad para la sala de rayos x, por ejemplo el grosor de las paredes, circulación de los pacientes y público en general, las dimensiones de la sala, ventanas, aire acondicionado, el área de estación de trabajo.
- Incrementar el espacio de los vestidores para los pacientes, tomando en cuenta el blindaje de las paredes y puertas.
- Es imprescindible que se cuente con todos los manuales de operación de los equipos, tanto el manual del usuario como el manual de servicio.
- Los equipos de protección personal deben de ser revisados periódicamente para asegurar su integridad y por tanto que continúen cumpliendo con su función protectora, estos deben de mantenerse colgados y estirados, evitando dobleces o torceduras que provoquen la ruptura del plomo, por lo que debe destinarse un lugar para su almacenamiento y adquirir colgadores especialmente diseñados para los mismos.
- Utilizar siempre los equipos de protección personal cuando se manipulen o se les administra el mantenimiento a estos equipos.
- Llevar un control sobre las personas que manipulan y tienen acceso a los equipos.



- Que la estación de trabajo así como la sala de diagnóstico donde se encuentran los equipos, no sean utilizadas para otros fines tales como conectar al toma corriente dispositivos de uso personal.
- La persona encargada de brindar mantenimiento debe leer este plan y el manual de los equipos, para evitar cualquier daño ocasionado por la mala manipulación de estos.
- Al adquirir cualquier equipo biomédico, exigir a los proveedores que brinden capacitaciones a los técnicos del centro, sobre el equipo utilizando medios audiovisuales, impartiendo clases prácticas y teóricas.
- Para la implementación óptima de este plan es necesario capacitar recursos humanos en ingeniería biomédica, ya que su campo laboral comprende desarrollar nuevas técnicas, equipos e instrumentación de diagnóstico y terapia para empresas del área médica; implementación de mantenimiento preventivo y correctivo de sofisticados equipos electrónicos e instrumentación del área médica.
- Se debe de realizar un estudio de tiempo y un análisis de puesto para las actividades descritas en este plan.



## Glosario

### Definiciones y abreviaturas

1. **Alineación:** Acción de alinear o disponer en línea dos o más cosas.
2. **Alto contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más cortas de la parte más clara a la porción mas más negra de la radiografía
3. **Ánodo (ANODE):**Lado positivo del tubo de rayos-x; contiene el blanco o target, es decir la zona donde chocan los electrones emitidos por el filamento.
4. **Artefacto:** Densidad óptica no deseada que aparece en una radiografía o cualquier otro receptor de imagen de tipo película.
5. **Atenuación:** Reducción de la intensidad de radiación como resultado de la absorción y las fugas.
6. **Atenuador:** Objeto que reduce la intensidad del haz de rayos-x.
7. **Bajo contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más largas de la parte más clara a la porción más negra de la radiografía.
8. **Bloqueador:** Material que atenúa completamente la intensidad de la radiación ionizante.
9. **Cámara de ranura:** herramienta utilizada en la evaluación del tamaño del punto focal.
10. **Capa hemirreductora:** Grosor necesario de material absorbente para reducir un haz de rayos-x a la mitad de su intensidad original.
11. **Caseta:** Es el recipiente sólido que contiene la pantalla y la película radiográfica.
12. **Cátodo (CATODE):**Lado negativo del tubo de rayos-x; contiene el filamento y la copa de enfoque.



13. **Circunscribir:** Trazar los límites en derredor de una cosa.
14. **Colimador:** Dispositivo que restringe el tamaño del haz de rayos-x.
15. **Compresión:** Acción mecánica que tiene por efecto reducir el volumen de un cuerpo.
16. **Congruencia:** Acuerdo en la posición y el tamaño de los campos del haz de rayos-x y el haz de luz del colimador.
17. **Contraste:** Tonalidades de gris de una imagen.
18. **Control Automática de Exposición:** Dispositivo que controla automáticamente uno o más de los factores técnicos con objeto de producir en un lugar preseleccionado una cantidad determinada de radiación.
19. **Densidad óptica:** Grado de oscurecimiento de una radiografía.
20. **Densitómetro:** Dispositivo para medir la densidad óptica.
21. **Detector:** Dispositivo utilizado para descubrir la presencia de fenómenos invisibles.
22. **Distancia foco-película:** Distancia que existe entre el foco y el centro de la superficie de entrada del receptor de imagen.
23. **Dosis absorbida:** Cantidad de radiación en rad o gray (Gy).
24. **Dosis:** Medida de la radiación recibida o absorbida por un blanco.
25. **Estand:** Soporte utilizado para estandarizar las distancias de medición en los procedimientos de control de calidad.
26. **Exposición:** Cantidad de intensidad de radiación (Roentgen o C/Kg).
27. **Factor de magnificación:** Relación entre el tamaño de un objeto en una película radiográfica y el tamaño real de un objeto.



28. **Factores Técnicos:** Conjunto de factores de operación del equipo (Kilovoltaje, corriente, tiempo de exposición o sus combinaciones) empleados para realizar el estudio requerido.
29. **Fantoma:** Objeto de prueba utilizado para simular las características de absorción y dispersión del cuerpo del paciente con el propósito de medición de radiaciones o de evaluación de la calidad de imagen.
30. **Filamento:** Parte del cátodo que emite los electrones que constituyen la corriente eléctrica.
31. **Foco grueso, grande:** Punto focal grande del tubo de rayos-x.
32. **Foco pequeño, fino:** Punto focal pequeño del tubo de rayos-x.
33. **Generador:** Circuito que transforma la energía eléctrica proporcionada por la alimentación de la consola de control en la tensión de operación del tubo. Este instrumento puede incluir los medios usados para transformar la corriente alterna en corriente directa, transformadores del filamento del tubo de rayos-x, interruptores de alto voltaje, circuitos de protección eléctrica y otros elementos anexos.
34. **Haz de radiación:** Radiación ionizante proveniente del tubo de rayos-x.
35. **Hematopoyesis o hemopoyesis:** es el proceso de formación, desarrollo y maduración de los elementos formes de la sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) a partir de un precursor celular común e indiferenciado conocido como célula madre hematopoyética pluripotencial, unidad formadora de clones, hemocitoblasto o *stemcell*
36. **Índice:** Expresión arbitraria que se emplea a veces para combinar dos factores.
37. **Intensificador de imagen:** Dispositivo electrónico que amplifica una imagen fluoroscópica para reducir la dosis del paciente.



38. **Kilovoltio:** Unidad de tensión eléctrica o de diferencia de potencial equivalente a 1000 voltios, cuyo símbolo es kV.
39. **Linealidad:** Capacidad para obtener la misma exposición con los mismos mA, con independencia de la combinación usada de mA y tiempo de exposición.
40. **Miliamperio:** Unidad de medida de la intensidad de las corrientes eléctricas que equivale a la milésima parte del amperio y cuyo símbolo es mA.
41. **Objeto radiopaco:** Objeto que no permite el paso de los rayos-x a través suyo, por ejemplo los huesos y el plomo.
42. **Panel:** Parte del equipo de rayos-x que contiene los mandos e indicadores desde donde se puede seleccionar el conjunto de parámetros para realizar los estudios radiológicos, así como activar e interrumpir la generación de rayos-x.
43. **Parámetros:** Es el valor de kilovoltaje, corriente, tiempo o la combinación de estos.
44. **Patrón de estrella:** herramienta utilizada en la evaluación del tamaño del punto focal.
45. **Perpendicularidad:** Dicese de toda recta o plano que corta a otra recta o plano en un ángulo de  $90^\circ$ .
46. **Pixel:** Elemento o área más pequeña de una imagen digital que contiene información
47. **Potencial:** Equivalente a Kilovoltaje.
48. **Procesador:** Aparato utilizado para revelar las películas radiográficas
49. **Promedio:** Suma de varias cantidades dividida por el número de ellas.



50. **Punto focal efectivo:** Área cuya normal coincide con el eje principal y que resulta de proyectar el área perteneciente al ánodo donde incide el haz de electrones que viaja a través del tubo de rayos-x.
51. **Punto focal nominal:** Valor del punto focal proporcionado por el fabricante del tubo.
52. **Punto focal:** Zona del ánodo blanco donde chocan los electrones produciendo los rayos X.
53. **Radiación de fuga:** Radiación secundaria emitida a través de la carcasa del tubo.
54. **Radiación dispersa:** Fracción del haz útil cuya dirección y energía han sido modificada al interactuar con la materia.
55. **Radiación:** Energía emitida y trasferida a través de la materia.
56. **Rectificador:** es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.
57. **Rejilla:** Dispositivo para reducir la cantidad de radiación dispersa en el haz remanente de rayos-x.
58. **Reproducibilidad:** Capacidad para seguir obteniendo la misma exposición con los mismos más a lo largo del tiempo.
59. **Resolución:** Capacidad para registrar imágenes separadas de objetos pequeños colocados muy juntos.
60. **Roentgen:** Es la unidad de intensidad o exposición a la radiación, equivale a  $1R = 2.58 \times 10^{-4} C/kg$ .
61. **Sistema Potter-Bucky:** Dispositivo que contiene y desplaza a la rejilla anti difusora con movimiento oscilatorio.
62. **Tamaño de Punto focal:** Tamaño del filamento del tubo de rayos-x, de acuerdo al cual se determina la resolución espacial del mismo.



63. **Trifásico:** Que funciona con corriente trifásica.
64. **Tubo de rayos-x:** Tubo electrónico diseñado para producir los rayos-x.
65. **Kv, Kvp=** Kilovoltaje pico
66. **mA=** Miliamperaje
67. **mAs=** Miliamperios-segundo
68. **mGy=** Miligray
69. **mm Al =** milímetros de Aluminio
70. **Mo =** Molibdeno
71. **MR =** mili Roentgen
72. **MRad=** mili Rad
73. **NERO =** Non-Invasive Evaluator of Radiation Outputs, Evaluador de la Salida de Radiación No Invasivo
74. **PMMA =** Polimetacrilato de Acrílico
75. **.Rh =** Rodio
76. **RMI =** Radiation Measurements Inc. - Medidores de radiación incorporados
77. **.SID =** Source Image Distance – Distancia foco-imagen.



## **Bibliografía**

Abella, M. B. ( 2003). Mantenimiento Industrial, tecnología de máquinas, 4º ingeniería industrial. Leganés.

Analisis Ocupacional Del Mantenimiento Industrial. I Limusa.

Antonio, A. M. (2006). "Análisis de costos: Implementación de PACS en el universidad autonoma Iztapalapa.

autores, C. d. (2009). Guia de gestion e incorporacion de tecnologia, Radiologia de propositos generales. Habana Cuba: Ciencias medicas .

Biomédico, P. (28 de diciembre de 2010). seguridad-electrica-resistencia-del-conductor-de-proteccion.html. Recuperado el 20 de Septiembre de 2011, de <http://www.portalbiomedico.com/>

Carlos, I. F. Introducción a la bioimagenología. Universidad Abierta Interamericana , Buenos Aires, Argentina .

chusin, E. O. (marzo 2008). Mantenimiento industrial. macas- ecuador.

CUESTA, J. L. (2002). MANUAL DE ESTANDARES DE LAS CONDICIONES TECNOLOGICAS. Bogota, colombia .

desarrollo, P. d. (2009). Pliego de bases y condicones para la adquisiscion de equipamiento medico . Argentina.

Deva Ramirez Alvares, M. B. Sala de rayos X.

E. Rodriguez, A. M. (2001). Gestion de Mantenimiento para equipos medicos. Centro de Bioingenieria, Facultad de Ingenieria Electrica , Habana, Cuba.

Fuentes, I. L. (23 de Agosto de 2011). Ingeniero Electronico. Ministerio de Salud. (B. E. Br. Gloria Sobalvarro, Entrevistador) Managua .



Fuentes, I. M. Funciones del tecnico en RX. Universidad de Buenos Aires, Facultad de medicina, Buenos Aires, Argentina.

Garcia, M. M. Curso sobre redes.

Gutierrez, J. E. (2007). Manual de mantenimiento para equipos de laboratorio. organizacion panamericana de la salud , Area de tecnologia y prestaciones de servicios de salud . Washington DC: biblioteca, sede OPS.

Higiene, C. T. (2000). NORMA VENEZOLANA. Ministerio de Salud y Desarrollo Social; Ministerio de, venezuela.

<http://www.ceprode.org.sv/staticpages/pdf/spa/doc846/doc846-3.pdf>. (s.f.).

<http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc846/doc846-3.pdf>. (s.f.).

Lira, D. A. Especificaciones del equipo de Tomografia. Instituto Nacional de enfermades Neoplasticas, Departamento de Radiodiagnostico.

MindRay. (s.f.). Manual del sistema digital de diagnostico por imagen de ultrasonido.

N.V, P. e. (2005). Manual Tomografo Brillance CT.

Núñez, M. (2008). Control de calidad de los sistemas de detección usados en Medicina Nuclear. Escuela Universitaria de Tecnología Médica, Montevideo, Uruguay.

Robleto, I. (20 de septiembre de 2011). Ingeniero Electronico. Centro Nacional de Radioterapia . (B. E. Br. Gloria Sobalvarro, Entrevistador) Managua .

SACE, A. (2003). Catalogo Tecnico, Interruptores de seguridad. Italia.

Salazar, K. E. (2008). Manual de protocolo para equipos Biomedicos. pasantia para optar para el titulo de Ingeniero Biomedico, Universidad Autonoma de Occidente, Facultad de Ingenierias, Departamento de Automatica y Electronica, Santiago, Cali.



SIEMENS. (s.f.). Manual Magnetom C!

sistemas radiologicos. (s.f.). Recuperado el 22 de agosto de 2011, de [http://www.radiologia-sa.com/radiologia-sa/radiologia/sistemas\\_evolution/sistema\\_evolution\\_HV\\_descripcion.asp](http://www.radiologia-sa.com/radiologia-sa/radiologia/sistemas_evolution/sistema_evolution_HV_descripcion.asp)

Social, M. d. (1999). Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. San Salvador.

Sonosite. (s.f.). Manual para el usuario del sistema de ecografía Micromaxx. Estados Unidos .

Varioa. Productividad y mantenimiento. Universidad Nacional de ingeniería, facultad de tecnología de la industria.

varios. Equiposmedicos.

varios. (2006). Guía Tecnológica N° 32: Rayos x, sistemas. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica de la Salud , Secretaría de la salud , Mexico.

Villadares, I. J. (2011). Disposición N°1992. Ministerio de Salud , Secretaría de política regulación e institutos, Buenos Aires.

## Índice de Tablas

Tabla 1: Tipos de mantenimiento.....	12
Tabla 2: Ventajas del mantenimiento.....	14
Tabla 3: categorización de los equipos.....	31
Tabla 4: cálculo de exámenes al año.....	32
Tabla 5: Frecuencia del Mantenimiento.....	33
Tabla 6: materiales y herramientas.....	143
Tabla 7: equipos de protección personal.....	144
Tabla 8: Repuestos Mínimos.....	144
Tabla 9: Material Gastable.....	145
Tabla 10: herramientas.....	146
Tabla 11: herramientas a comprar cada 5 años.....	146
Tabla 12: equipos de protección personal.....	147
Tabla 13: repuestos mínimos.....	148
Tabla 14: Cálculo de la Mano de Obra.....	148
Tabla 15: Inversión inicial.....	149
Tabla 16: Costos de operación.....	149
Tabla 17: Costos de operación prorrateados.....	149
Tabla 18: Beneficio-costos.....	151
Tabla 19: Costo del mantenimiento subcontratado.....	151

## Índice Imagen

Imagen 1: tipos de Mantenimiento.....	16
Imagen 2: Elementos Tecnológicos del Tomógrafo.....	53
Imagen 3: partes de la resonancia magnética.....	57
Imagen 4: Vista frontal del Ultrasonido Portátil Sonosite.....	61
Imagen 5: puertos del ultrasonido portátil Sonosite.....	62
Imagen 6: Vista frontal del Ultrasonido Mindray.....	64
Imagen 7: vista lateral izquierda del ultrasonido Mindray.....	65

# ***Anexos***



## Solicitud de trabajo

**Hospital Antonio Lenin Fonseca  
Centro de Alta Tecnología  
Departamento de Mantenimiento**

### Solicitud de Trabajo

Solicitado por: \_\_\_\_\_

Fecha de Solicitud: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Prioridad del servicio:

Normal  Urgente

Tipo de Mantenimiento:

Correctivo  Preventivo

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

Codigo: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Ubicación del equipo: \_\_\_\_\_

Fecha del Desperfecto: \_\_\_\_\_

Desperfecto Observado:


Fecha propuesta de reparacion: \_\_\_\_\_

Firma del solicitante: \_\_\_\_\_

Autorizado Por: \_\_\_\_\_

**Orden de trabajo**

**Hospital Antonio Lenin Fonseca  
Centro de Alta Tecnología  
Departamento de Mantenimiento**

**Orden de Trabajo**

Orden N°: \_\_\_\_\_

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_ Ubicación del equipo: \_\_\_\_\_

Prioridad del servicio:

Normal  Urgente

Tipo de Mantenimiento:

Correctivo  Preventivo

*Trabajo a realizarse :*


Fecha inicial: \_\_\_\_\_ Solicitado por: \_\_\_\_\_  
Fecha final: \_\_\_\_\_ Tiempo de ejecucion: \_\_\_\_\_

**Descripcion detallada del trabajo realizado.**

<i>Materiales Utilizados:</i>			
Nombre	precio	unidad	total

**Costos.**  
Costo de mano de obra: \_\_\_\_\_  
Costo de materiales: \_\_\_\_\_  
Costo total: \_\_\_\_\_

Descripcion detallada del trabajo realizado.


Trabajo efectuado por: \_\_\_\_\_  
Autorizado por: \_\_\_\_\_

## Hoja de inspección

Hospital Antonio Lenin Fonseca

Centro de Alta Tecnología

Departamento de Mantenimiento

### Hoja de Inspección

Nombre del Equipo: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_ Frecuencia: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Trabajos a realizarse			
Actividad	Verificación		Observaciones del equipo
	Si	No	

Revisado por: \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

Fecha de realización: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del técnico

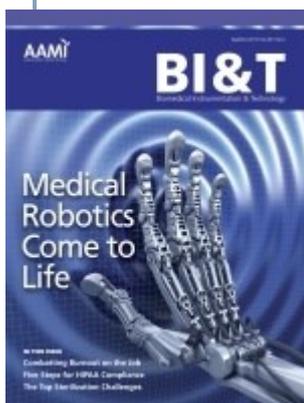
\_\_\_\_\_  
Firma del encargado del CAT



# BI&T

Biomedical Instrumentation & Technology

All Publications [Advanced Search](#)



## Biomedical Instrumentation & Technology

**Print ISSN:** 0899-8205

**E ISSN:** 1943-5967

**Frequency:** bimonthly

[Current Issue](#)

[Available Issues](#)

The Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) publishes *Biomedical Instrumentation & Technology (BI&T)* a bimonthly peer-reviewed journal dedicated to the developers, managers, and users of medical instrumentation and technology.

Founded in 1967, AAMI is a unique alliance of more than 6,000 members united by the common goal of increasing the understanding and beneficial use of medical instrumentation.

---

© 2011 [Association for the Advancement of Medical Instrumentation](#)

4301 N. Fairfax Drive, Suite 301, Arlington, VA 22203-1633

ph: 703-525-4890 | fax: 703-276-0793 | [Terms & Conditions](#)

Allen Press, Inc. assists in the online publication of *Biomedical Instrumentation & Technology*.

Technology Partner - [Atypon Systems, Inc.](#)

**DETERMINATION OF DEVICE RISK LEVEL**

RL = FR + CR + MR + PR + LR + UR

RL = Risk Level

FR = Function Rating

CR = Consequence Rating

**RISK LEVEL CRITERIA:**

Function Rating: Select one

Score	Function
12	To save or support life
6	To treat
5	To Monitor
3	To Diagnose
2	Casual contact only
1	No patient contact but near patient
0	Not related to patient care

Maximum rating: 12

Consequence Rating: Select one

Score	Consequence
12	Death
6	Injury
3	Mistreatment
2	Discomfort
1	Delayed Treatment
0	No consequence

Maximum rating: 12

Maintenance Rating: Score "2" for each applicable item

Score	Item
___	Electronic adjustments
___	Mechanical adjustments
___	Moving parts
___	Regular parts replacement
___	Significant user intervention (deduction of 2)
___	Organizational requirements
___	Regular cleaning Required

Total/maximum rating: 12

Protection Rating: Score "1" for each applicable item

Score	Item
___	No patient alarm
___	No function alarm(s)
___	Alarms are not audible and visible
___	No error message or codes
___	No continuous background test
___	No failsafe mechanism (s)
___	No continuous operator attention
___	No start-up self test
___	No manual self-test

Total/maximum rating: 9

Lethality Rating: Select one

Score	Item
5	Direct
3	Indirect
0	None

Maximum rating: 5

Use Rating: Select one:

Score	Consequence
5	Frequent
4	Sporadic
2	Infrequent
0	Almost never

Maximum rating: 5

MR = Maintenance Rating

PR = Protection Rating

LR = Lethality Rating

UR = Use Rating

Characterizes the device's Purpose

Speculates the effect that a malfunctioning device would have on patient/staff.

Indicates all aspects that contribute to the need for technical intervention on a regular basis.

Increases the risk level according to protection factor that are not provided on the device (where applicable)

Indicates the presence of dangerous outputs the device may have.

Typifies how much a device is used which influences its failure potential.

OVERALL RATING (RISK LEVEL):

\_\_\_ Total/maximum rating: 55

RECOMMENDED PM FREQUENCY

\_\_\_ PMs per year

\_\_\_ Month intervals

**COMPREHENSIVE PM FLAG (CPF)**

CPF = TN+RL+TE+BC

RL = Risk Level

CPF = Comprehensive PM Flag

TE = Test Equipment

TN = Time Needed

BC = Battery Check

CPF CRITERIA:

Time Needed Rating: Select One

Score	Time
6	>4 hrs
5	2-4 hrs
4	1-2 hrs
3	1 hrs
2	.5-1 hrs
1	0-.5 hrs

Time required to completed PM

Maximum Rating: 6

Risk Level Rating: Select One

Score	Risk Level
6	50-55
5	40-49
4	30-39
3	20-29
2	10-19
1	0-9

Assigned Risk Level

Maximum Rating: 6

Test Equipment Rating: Select One

Score	Time
6	>5
4	3-4
2	1-2
0	0

# pieces of test equipment required

Maximum Rating: 6

Battery Check: Select One

Score	Check: Necessary?
6	yes
0	no

Whether a battery checks is required

Maximum Rating: 6

**COMPREHENSIVE PM FLAG**

\_\_\_ Flag (1 = yes, 0 = No)

\_\_\_ Total /Maximum Rating: 24

0 - 9	No
10 - 24	Yes

Figure 2: Predeterminations for ROMSYS.

## **MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA 2012**

**Res. Ministerial N° 1246/92 - Carrera acreditada por 6 años mediante Res. CONEAU N° 135/10 del 30-marzo-2010.**

**CÓDIGO DE ID: ingIBIO-12**

### **DESTINADO A:**

Ingenieros con título expedido por universidad estatal o privada, nacional o extranjera. Profesionales graduados en alguna de las carreras de Ciencias Exactas, siempre que acredite alcances en la disciplina de la Ingeniería Biomédica, ya sea por formación, desarrollo laboral o de investigación. En este último caso, la aceptación queda a cargo de lo dictaminado por el Comité Académico de la Maestría.

En todos los casos deberá aprobar el examen de admisión y satisfacer la totalidad de los requisitos académicos y administrativos establecidos en el reglamento de la Maestría.

### **Documentación necesaria para la inscripción:**

Se seleccionará un número limitado de alumnos con un coloquio de ingreso que constará de una evaluación conceptual de cada alumno.

- 1- Entrevista Personal con la Dirección de la Maestría.
- 2- Interpretación de un texto en inglés.

### **COSTOS DEL CURSO Y FORMA DE PAGO:**

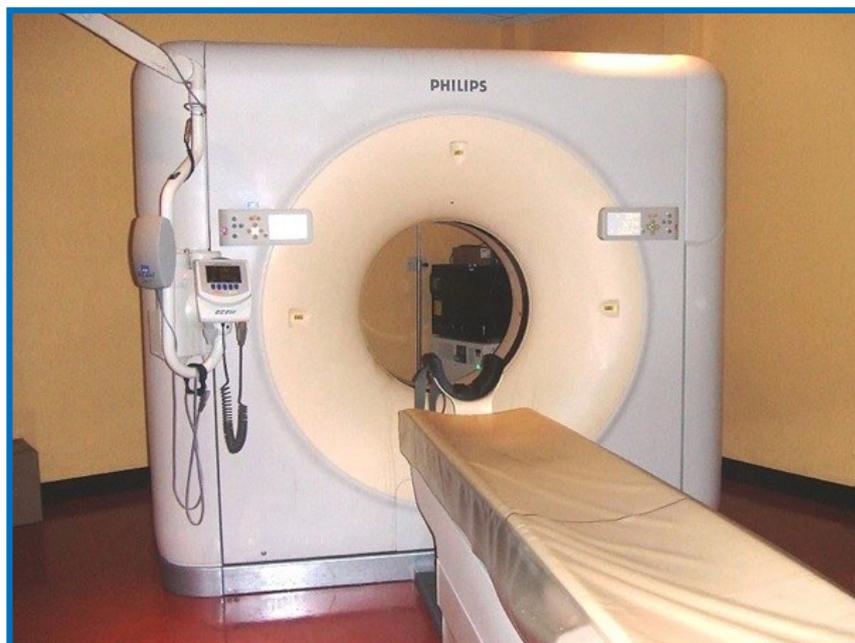
A continuación se detallan las distintas opciones para abonar los cursos, elija la que más se adapte a su situación. En caso de que tenga alguna duda no dude en contactarnos.

Importe Matrícula \$ 1.067,00

Cantidad de cuotas 20

Importe Cuota \$ 1.067,00

## Tomógrafo Philips



## Rayos Fijo Digital



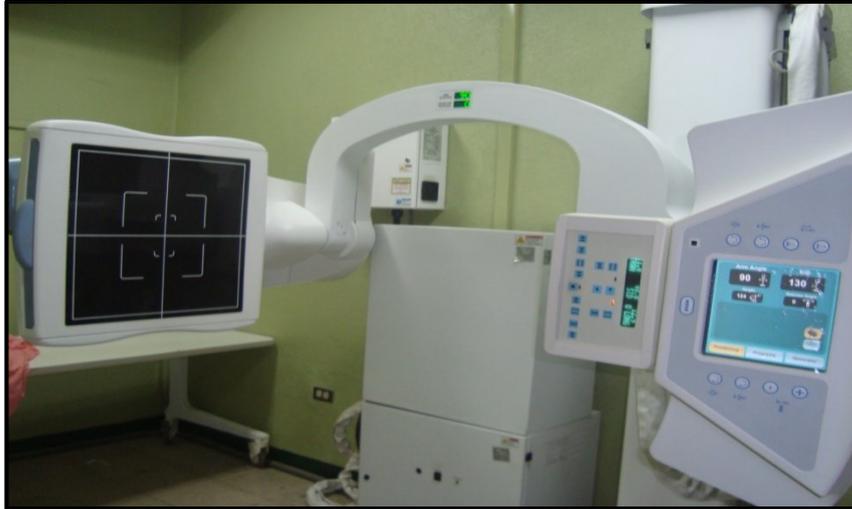
## Resonancia Magnétom C!



## Rayos x Telecomandado Sthevani



## Rayos Fijo Digital



## Ultrasonido Fijo Mindray



## Ultrasonido Fijo Mindray



## Ultrasonido portátil Sonosite

