

# **MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL**

**ACUERDO No. 334**

**San Salvador, 27 de Octubre de 2004**

**EL RAMO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL**

## **CONSIDERANDO**

Que de acuerdo a lo prescrito en el Código de Salud en su artículo 40 y 191, corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social la creación de normas pertinentes destinadas a la evaluación y ejecución de las actividades relacionadas con la salud y especialmente las actividades que se relacionen con fuentes de radiaciones ionizantes.

Que de acuerdo a las disposiciones citadas, el Ministerio como ente rector le corresponde la fiscalización y el control de todos los procesos inherentes al uso de las radiaciones ionizantes, incluyendo el uso de equipos de rayos X en diagnostico humano.

Que de acuerdo a lo anteriormente planteado es procedente elaborar la Norma de Procedimientos de Control de Calidad para Equipos de Rayos X de uso en Diagnostico Médico y Dental.

## **POR TANTO**

**En uso de sus facultades legales**

## **ACUERDA:**

**Dictar la siguiente,**

**NORMA TECNICA DE PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD PARA EQUIPOS  
DE RAYOS-X DE USO EN DIAGNÓSTICO MEDICO Y DENTAL**

**TITULO I**

## **CAPITULO UNICO DISPOSICIONES GENERALES**

### **OBJETO**

Art. 1.- La presente Norma tiene como objeto establecer los procedimientos para verificar el funcionamiento de los equipos de Rayos X mediante pruebas específicas, estableciendo valores de comparación y criterios de aceptación para que de esta manera se disminuyan las dosis al paciente, se optimice la calidad de las imágenes haciendo uso de los recursos disponibles adecuándolos a las exigencias vigentes; así mismo establecer claramente los procedimientos mínimos de evaluación para cada tipo de equipos tales como Radiofluroscopico, convencional, mamográfico, Tomografía AXial Computarizada y odontológicos en general.

### **AMBITO DE APLICACIÓN**

Art. 2.- La presente Norma es de aplicación a personas naturales, jurídicas, públicas, autónomas y privadas del sector salud. Que se dedican a proporcionar servicios de reparación, mantenimiento y calibración de generadores de radiación ionizante; así como evaluar, regular y supervisar a todas las empresas que se dediquen a desarrollar las pruebas de control de calidad a los equipos generadores de radiaciones ionizantes.

### **AUTORIDAD COMPETENTE**

Art. 3.- La Autoridad competente es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través de la Dirección General de Salud.

### **DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

Art. 4.- Para los efectos de la presente Norma se entenderán las siguientes definiciones y abreviatura:

**Alineación:** Acción de alinear o disponer en línea dos o más cosas.

**Alto contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más cortas de la parte más clara a la porción más oscura de la radiografía

**Anodo (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.

**Artefacto:** Densidad óptica no deseada que aparece en una radiografía o cualquier otro receptor de imagen de tipo película.

**Atenuación:** Reducción de la intensidad de radiación como resultado de la absorción y las fugas.

**Atenuador:** Objeto que reduce la intensidad del haz de rayos-x.

**Bajo contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más largas de la parte más clara a la porción más oscura de la radiografía.

**Bloqueador:** Material que atenúa completamente la intensidad de la radiación ionizante.

**Camara de ranura:** herramienta utilizada en la evaluación del tamaño del punto focal.

**Capa hemirreductora:** Grosor necesario de material absorbente para reducir un haz de rayos-x a la mitad de su intensidad original.

**Caseta:** Es el recipiente sólido que contiene la pantalla y la película radiográfica.

**Catodo (CATODE):** Lado negativo del tubo de rayos-x; contiene el filamento y la copa de enfoque.

**Circunscribir:** Trazar los límites en derredor de una cosa.

**Coefficiente de variabilidad:** Relación entre la desviación estándar y el promedio.

**Colimador:** Dispositivo que restringe el tamaño del haz de rayos-x.

**Compresión:** Acción mecánica que tiene por efecto reducir el volumen de un cuerpo.:

**Congruencia:** Acuerdo en la posición y el tamaño de los campos del haz de rayos-x y el

haz de luz del colimador.

**Contraste:** Tonalidades de gris de una imagen.

**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.

**Convolución:** Algoritmo de reconstrucción.

**Densidad Base:** es la densidad inherente a la base del material del que está hecho una película radiográfica.

**Densidad óptica:** Grado de oscurecimiento de una radiografía.

**Densitometro:** Dispositivo para medir la densidad óptica.

**Desviación estandar:** Medida estadística de precisión.

**Detectabilidad:** Resolución.

**Detector:** Dispositivo utilizado para descubrir la presencia de fenómenos invisibles.

**Dispositivo o bandeja de compresión:** Dispositivo mecánico que posee un equipo de mamografía para comprimir vigorosamente la mama.

**Distancia foco-película:** Distancia que existe entre el foco y el centro de la superficie de entrada del receptor de imagen.

**Dosis absorbida:** Cantidad de radiación en rad o gray (Gy).

**Dosis:** Medida de la radiación recibida o absorbida por un blanco.

**Estand:** Soporte utilizado para estandarizar las distancias de medición en los procedimientos de control de calidad.

**Exposición:** Cantidad de intensidad de radiación (Roentgen o C/Kg).

**Factor de magnificación:** Relación entre el tamaño de un objeto en una película radiográfica y el tamaño real de un objeto.

**Factores Técnicos:** Conjunto de factores de operación del equipo (Kilovoltaje, corriente, tiempo de exposición o sus combinaciones) empleados para realizar el estudio requerido.

**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.

**Filamento:** Parte del cátodo que emite los electrones que constituyen la corriente eléctrica.

**Foco grueso, grande:** Punto focal grande del tubo de rayos-x.

**Foco pequeño, fino:** Punto focal pequeño del tubo de rayos-x.

**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.

**Haz de radiación:** Radiación ionizante proveniente del tubo de rayos-x.

**Indice:** Expresión arbitraria que se emplea a veces para combinar dos factores.

**Intensificador de imagen:** Dispositivo electrónico que amplifica una imagen fluoroscópica para reducir la dosis del paciente.

**Kernel:** Algoritmo de computación utilizado generalmente en programas de reconstrucción de imágenes.

**Kilovoltio:** Unidad de tensión eléctrica o de diferencia de potencial equivalente a 1000 voltios, cuyo símbolo es kV.

**Linealidad:** Capacidad para obtener la misma exposición con los mismos mA, con independencia de la combinación usada de mA y tiempo de exposición.

**Magnificación:** en radiografía, ampliar o aumentar la imagen de los objetos por medio del acercamiento de estos al punto focal del tubo.

**Mamografía:** Examen radiográfico de las mamas utilizando técnicas de baja tensión de pico.

**Miliamperio:** Unidad de medida de la intensidad de las corrientes eléctricas que equivale a la milésima parte del amperio y cuyo símbolo es mA.

**MTF:** Función de transferencia de modulación.

**Modo Spot:** Exposición radiográfica en un equipo de fluoroscopia.

**Monofásico:** Dicese de las corrientes alternas, así como de las tensiones que son simples o que constan de una sola fase.

**Negatoscopio:** Pantalla luminosa constituida por un cristal o material acrílico traslucido y alumbrado por detrás, sobre el cual se ponen radiografías para observarlos por transparencia.

**Objeto radiopaco:** Objeto que no permite el paso de los rayos-x a través suyo, por ejemplo los huesos y el plomo.

**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.

**Parámetros:** Es el valor de kilovoltaje, corriente, tiempo o la combinación de estos.

**Patrón de estrella:** herramienta utilizada en la evaluación del tamaño del punto focal.

**Película virgen:** película radiográfica no expuesta a radiación alguna.

**Perpendicularidad:** Dicese de toda recta o plano que corta a otra recta o plano en un ángulo de 90°.

**Pixel:** Elemento o área más pequeña de una imagen digital que contiene información

**Potencial:** Equivalente a Kilovoltaje.

**Procesador:** Aparato utilizado para revelar las películas radiográficas

**Promedio:** Suma de varias cantidades dividida por el número de ellas.

**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.

**Punto focal nominal:** Valor del punto focal proporcionado por el fabricante del tubo.

**Punto focal:** Zona del ánodo blanco donde chocan los electrones produciendo los rayos-x.

**Radiación de fuga:** Radiación secundaria emitida a través de la carcasa del tubo.

**Radiación dispersa:** Fracción del haz útil cuya dirección y energía han sido modificadas al interactuar con la materia.

**Radiación:** Energía emitida y transferida a través de la materia.

**Ready Pack:** Película radiográfica utilizada en radioterapia, sin pantalla reforzadora.

**Rejilla:** Dispositivo para reducir la cantidad de radiación dispersa en el haz remanente de rayos-x.

**Reproducibilidad:** Capacidad para seguir obteniendo la misma exposición con los mismos más a lo largo del tiempo.

**Resolución:** Capacidad para registrar imágenes separadas de objetos pequeños colocados muy juntos.

**Revelado:** Tratamiento químico de la emulsión para convertir la imagen latente en imagen visible.

**Roentgen:** Es la unidad de intensidad o exposición a la radiación, equivale a  $1R = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ .

**Sensitometría:** Estudio de la respuesta de un receptor de imagen a los rayos-x.

**Sistema Potter-Bucky:** Dispositivo que contiene y desplaza a la rejilla antidifusora con movimiento oscilatorio.

**Tamaño de Punto focal:** Tamaño del filamento del tubo de rayos-x, de acuerdo al cual se determina la resolución espacial del mismo.

**Trifásico:** Que funciona con corriente trifásica.

**Tubo de rayos-x:** Tubo electrónico diseñado para producir los rayos-x.

**Valores clínicos:** Factores técnicos radiológicos comúnmente utilizados en la práctica médica de radiodiagnóstico.

**Velo:** Densidad óptica uniforme indeseable que aparece en una radiografía debido a rayos-x, luz o contaminación química y que reduce el contraste.

**Voxel:** pixel tridimensional.

**AEC (CAE) = Automatic Exposure Control, Control Automático de Exposición**

**C.V. = Coeficiente de Variabilidad**

**D.S. = Desviación estándar**

**DFI = Distancia foco imagen**

**DFP**= Distancia foco película  
**FOV** = Field Of View, Campo de Visualización  
**HVL** = Half Value Layer, Valor de la capa hemirreductora  
**Kv, Kvp** = Kilovoltaje pico  
**mA** = Miliamperaje  
**mAs** = Miliamperios-segundo  
**mGy** = Miligray  
**mm Al** = milímetros de Aluminio  
**Mo** = Molibdeno  
**MR** = mili Roentgen  
**MRad** = mili Rad  
**NEMA** = National Electrical Manufacturers Association - Asociación Nacional de Manufacturas Eléctricas  
**NERO** = Non-Invasive Evaluator of Radiation Outputs, Evaluador de la Salida de Radiación No Invasivo  
**PMMA** = Polimetacrilato de Acrílico  
**Rh** = Rodio  
**RMI** = Radiation Measurements Inc. - Medidores de radiación incorporados  
**SID** = Source Image Distance – Distancia foco-imagen.

## **TITULO II PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD**

### **CAPITULO UNO EQUIPOS DE RAYOS X CONVENCIONALES**

#### **PRUEBA DE REPRODUCIBILIDAD DE EXPOSICIÓN, TIEMPO Y KILOVOLTAJE DEL EQUIPO**

Art. 5.- Para efectuar la prueba de la Reproducibilidad a los equipos convencionales de Rayos X se deberá hacer lo siguiente:

- (b) Colocar el tubo sobre el dispositivo de medición a la distancia establecida por el fabricante de este, colimar el área efectiva del medidor de parámetros radiológicos (el equipo de medición debe ser colocado en una superficie plana y horizontal, tal como la mesa de procedimientos radiológicos).
- (c) Hacer los ajustes necesarios en el aparato de medición, tales como colocar el interruptor en modo radiográfico, estar seguro del tiempo mínimo de respuesta y el kilovoltaje mínimo sensible por el medidor; si es aplicable elegir el rango adecuado de medición del aparato.
- (d) Seleccionar en el panel del generador de Rayos-X los siguientes parámetros: 80 Kv y una combinación de miliamperaje y tiempo de 10 mAs si no se consigue directamente dicho parámetro.
- (e) Realizar 6 exposiciones y anotar en cada una los respectivos valores de Kilovoltaje efectivo, Tiempo y Exposición.
- (f) Hacer la evaluación estadística de los resultados, distinguiendo el coeficiente de variabilidad, valor promedio y desviación estándar de las mediciones.

#### **PRUEBA DE PRESICIÓN DEL KILOVOLTAJE Y TIEMPO**

Art. 6.- Para efectuar la prueba de la precisión del kilovoltaje y tiempo en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

Sin mover el equipo de la posición anterior, seleccionar el rango de medición de los

parámetros (si aplica) y realizar las siguientes exposiciones, anotando sus respectivos valores de Kilovoltaje y Tiempo, como lo sugerido en la siguiente tabla 1.

- (b) Con los datos registrados, calcular el porcentaje de error de cada valor medido de Kilovoltaje y tiempo.

Debe considerarse la medición doble de cada valor seleccionado, con el objeto de estimar la desviación estándar de la medición hecha por el medidor de parámetros radiológicos.

### **PRUEBA DE LINEALIDAD DEL VALOR EXPOSICIÓN/MAS**

Art. 7.- Para efectuar la prueba de la linealidad del valor exposición/mAs en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

Sin alterar la disposición física del equipo de medición, seguir el procedimiento mostrado con los siguientes valores fijos en el panel del generador: Kilovoltaje: 80 y tiempo: 0.1 segundos.

Luego de registrar los diferentes valores de la fracción Exposición/mAs, calcular el porcentaje de linealidad utilizando la ecuación 5..

### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA CAPA HEMIRREDUCTORA (HVL)**

Art. 8. Para efectuar la prueba de de determinación del valor de la capa hemirreductora (hvl) en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (a) En este procedimiento se deben mantener las condiciones físicas del equipo de medición de exposición y del stand o dispositivo de sosten de los filtros de aluminio a utilizar en la prueba. Se recomienda el uso de un colimador de plomo, utilizado para atenuar la Radiación dispersa (como se muestra en la figura 2).
- (b) Ajustar los interruptores del equipo de medición, de tal forma que mida el valor de exposición a generar o si se dispone de un equipo particular de medición de nivel de dosis, ajustar los botones para obtener dicha lectura. Se debe respetar la altura efectiva mínima recomendada por el fabricante del detector de exposición.
- (c) Colimar el haz de radiación en el área del colimador de plomo.
- (d) Hacer una exposición, con filtración 0.0 mm Al, colocando los factores: 80 Kv, 20 mAs (Hacer la combinación de mA y tiempo).
- (e) Registrar el valor obtenido de exposición y luego colocar el filtro de aluminio de 1 mm sobre el colimador de plomo sostenido por el stand o el dispositivo utilizado para ello, realizar otra exposición, anotar el valor.
- (f) Repetir la exposición con los mismos factores, incrementando la filtración en el orden de 2, 3, 4 y 5 mm Al. Si no se poseen valores de filtro como los sugeridos, incrementar la filtración gradualmente en cada exposición.
- (g) Anotar los valores de exposición para cada filtración.
- (a) Luego con los valores obtenidos, graficar en papel semilogaritmico o por computadora, la curva mm Al vs. Exposición.
- (b) Buscar en la grafica o calcular el valor de mm Al donde el correspondiente valor de exposición se reduce a la mitad.

### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL PUNTO FOCAL**

Art. 9.- Para efectuar la prueba de determinación del tamaño del punto focal del tubo de rayos x en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

Método utilizando el patron de estrella: Utilizar un soporte de acrilico o Estand, para la prueba, en su defecto pegar el patron de estrella al colimador del equipo. Tomar en cuenta que segun el tamaño del punto focal asi sera la angulación necesaria de las lineas del patron de estrella.

- (a) El patron de estrella se debe colocar de tal forma, que un sector de lineas, este perpendicular al eje ánodo-cátodo y el otro sector perpendicular a este eje.
  - (b) Acercar el tubo de rayos-x lo mas posible al estand.
  - (c) Cargar un soporte de películas, una caseta sin pantalla, una bolsa de películas o utilizar un Ready Pack, insertandolo en el Estand o colocandolo en la mesa de exposición.
  - (d) En caso de no utilizar Estand, elevar el tubo de tal manera que la imagen proyectada, sea el doble del tamaño real del patrón de estrella.
  - (e) Identificar la posición del eje ánodo-cátodo en el soporte de películas, caseta sin pantalla, bolsa de películas o ready pack, utilizando una letra de plomo, moneda u objeto que atenue la radiación.
  - (f) Realizar una exposición siguiendo la secuencia de la tabla 3.
  - (h) Revelar la película para cada punto focal utilizado.
  - (i) Las técnicas sugeridas pueden variar según este la calibración del equipo y el tipo de película utilizada.
- (c) Para calcular el tamaño del punto focal en la dirección paralela al eje ánodo-cátodo, utilizar la ecuación 6. El diámetro utilizado del patrón de estrella es de 45 mm.
- (d) Calcular el tamaño del punto focal en la dirección perpendicular al eje ánodo-cátodo, utilizando la misma ecuación.
- (e) Método utilizando la herramienta RMI-112B®: Colocar el soporte de películas, caseta sin pantalla, bolsa de películas o Ready Pack sobre la mesa radiográfica.
- (f) Colocar la herramienta RMI-112B en el centro del soporte de películas, caseta sin pantalla, bolsa de películas o Ready Pack, de forma tal que la impresión de la herramienta (ANODE      CÁTODE) sea paralela al eje ánodo-cátodo del tubo.
- (g) Identificar la posición del eje ánodo-cátodo en el soporte de películas, caseta sin pantalla, bolsa de películas o Ready Pack, utilizando una letra de plomo, moneda u objeto que atenue la radiación.
- (h) Colocar el tubo a una distancia DFP de 24 pulgadas, para una maenificacion de 4/3.
- (p) Colimar el área de la herramienta RMI-112B
- (q) Realizar una exposición con los siguientes factores: 80 Kv, 10 mAs (o seleccionar la combinación adecuada de mA y tiempo), foco fino.
- (r) Revelar la película expuesta.
- (s) Observar en la imagen obtenida el grupo de lineas mas claramente definidas tanto paralelas como perpendiculares (no olvidar que esta herramienta es efectiva para punto focal mayor que 0.8 mm).
- (a) El valor de líneas/pulgada observado, compararlo con el tamaño del punto focal efectivo dado por una tabla NEMA.
  - (b) El tamaño del punto focal efectivo obtenido, compararlo con el rango establecido para el punto focal nominal establecido en las tablas anexas a este procedimiento.
  - (c) Repetir el procedimiento para foco grueso, si aplica.
  - (d) Una sola película puede ser utilizada para ambos focos una mitad cubierta con un bloqueador de plomo, tal como los que tiene las casetas convencionales en el lado de no exposición, repetir el procedimiento en la mitad no expuesta si el tubo tiene dos focos.
- x) Para puntos focales menores a 0.8 mm es necesario el uso de magnificación adicional (M) para determinar el tamaño del punto focal. Esto se realiza colocando un espaciador adicional de longitud conocida, entre la herramienta RMI 112B y la película.

Por ejemplo, con un espaciador de 25 cm como se muestra en la figura 4, M es igual a

1.87. Esta magnificación adicional permitira estimar los tamaños de puntos focales mas pequeños. El tamaño efectivo del punto focal puede determinarse utilizando la ecuación 9.

Existen varios métodos para la evaluación del punto focal, es de suma importancia registrar su tamaño efectivo, al momento de instalar un tubo nuevo o en las pruebas regulares de control de calidad, ya que este parametro representa, el nivel de desgaste presentado por el ánodo indirectamente relacionado con la vida util del tubo.

## **PRUEBA DE CONGRUENCIA DEL HAZ DE RADIACIÓN CON EL HAZ DE LUZ Y ALINEACIÓN DEL RAYO CENTRAL**

Art. 10. Para efectuar la prueba de congruencia del haz de radiación con el haz de luz y alineación del rayo central en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

Utilizando un nivel de burbuja, posicionar horizontalmente la mesa.

- (a) Centralizar el tubo de rayos-x con respecto a la mesa, a un metro desde el punto focal a la mesa.
- (b) Colocar una caseta cargada sobre la mesa radiográfica.
- (c) Como se muestra en la figura 7, colocar el instrumento de prueba de colimación sobre la caseta.
- (d) Posicionar sobre el centro de la herramienta de prueba de colimación, el instrumento de prueba de la alineación del rayo central, según se muestra en la figura 8.
- (e) Encender la luz del colimador y posicionar el área de la luz en el recuadro del instrumento de colimación, si uno o mas bordes del campo de luz no coinciden con el recuadro inscrito del instrumento de colimación, colocar un objeto radiopaco (clips metálicos, barras de plomo o monedas) sobre los mismos para delimitar su posición.
- (f) Realizar una exposición con los factores sugeridos en la tabla 4.
- (g) Abrir completamente el colimador, mantener la misma técnica radiográfica y realizar una segunda exposición, sin mover los instrumentos y caseta cargada.
- (h) Revelar la película expuesta y evaluar midiendo la diferencia entre la imagen radiográfica del campo de Radiación y el recuadro interior del instrumento de prueba de colimación, en cada lado. Si uno o mas lados del campo de luz no coinciden con el recuadro inscrito del instrumento de colimación, medir la diferencia entre la imagen radiográfica del campo de radiación y el objeto radiopaco utilizado como marcador.
- (i) Anotar los resultados de cada lado de la imagen radiográfica.
- (j) Para evaluar la alineación del rayo central observar en la película radiográfica, la imagen del punto superior con respecto de la imagen del punto inferior del instrumento de alineación del haz.
- (k) Si las imágenes de las esferas se superponen, como se muestra en la figura 9A, la perpendicularidad del rayo central esta dentro del  $0.5^\circ$ .
- (l) Si la imagen de la esfera superior intercepta el primer círculo, como se muestra en la figura 9B, el haz esta aproximadamente a  $1.5^\circ$  fuera de perpendicularidad.
- (m) Si la imagen de la esfera superior intercepta el segundo círculo, como se muestra en la figura 9C, el haz esta aproximadamente a  $3.0^\circ$  fuera de perpendicularidad.
- (n) Método alternativo para evaluar la congruencia del haz de radiación con el haz de luz, utilizando láminas de plomo.
- (o) Colocar laminillas de plomo o clips metálicos, en los bordes del campo de luz proyectado por el colimador, en un área circunscrita a una caseta colocada sobre la mesa radiográfica, tal como se muestra en la figura 10. La distancia foco-película debe ser de un metro.
- (q) Hacer una exposición con los siguientes factores: 40 Kv y una combinación para un mAs o menos.



- (r) Abrir el campo de la luz del colimador sobre toda el área de la caseta cargada utilizada y realizar otra exposición con los mismos factores.
- (s) Medir la diferencia entre la imagen radiográfica producida por cada laminilla de plomo o clip metálico y el borde de la imagen producida por el haz de Radiación.
- (t) En ambos métodos anotar la distancia punto focal-película (DPF) en cm si es inferior a un metro.
- (u) Para ambos métodos utilizar la ecuación 10.
- (v) Realizar el mismo procedimiento para el sistema potter-bucky de pared, teniendo cuidado especial en los mecanismos para sujetar las herramientas de prueba.

### **PRUEBA DE ALINEAMIENTO DE LA REJILLA**

Art. 11. Para efectuar la prueba de Prueba de Alineamiento de la rejilla en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar el tubo a una distancia foco película (DFP) de un metro y centralizar con respecto al sistema potter-bucky de mesa, transversalmente como longitudinalmente.
- (b) Centralizar el instrumento de alineación de rejilla (ver figura 11), sobre la mesa, de tal forma que los agujeros estén en dirección perpendicular al eje ánodo-cátodo. (Los tres pequeños agujeros guías, deben orientarse en dirección de quien realiza la prueba).
- (c) Fijar la posición del instrumento de alineación de rejilla, a la mesa, con cinta adhesiva, sin cubrir los agujeros.
- (d) Colimar dentro del área del instrumento de alineación de rejilla, colocando los dos bloqueadores de plomo sobre el instrumento de alineación, de tal manera que solamente quede al descubierto el agujero central y los pequeños agujeros guías.
- (e) Colocar una caseta cargada, en el sistema potter-bucky, alineado con respecto al instrumento de alineación de rejilla.
- (f) Realizar una exposición procurando una densidad óptica entre 1 y 2 en el agujero central, se sugiere utilizar los siguientes factores: 50 Kv y una combinación de 2 mAs.
- (g) Sin mover la película expuesta, mover los bloqueadores de plomo, de forma que queden descubiertos los agujeros del centro y los dos adyacentes a este. Hacer otra exposición con los mismos factores.
- (h) Aun sin remover la película, quitar los bloqueadores de plomo y realizar otra exposición con los mismos factores.
- (i) Revelar la película y evaluar utilizando las ecuaciones 11, 12, 13 y 14.  
Realizar el mismo procedimiento para el sistema potter-bucky de pared, teniendo sumo cuidado en los mecanismos sujetadores del instrumento de alineación de rejilla.

### **PRUEBAS PARA EQUIPOS CON COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA**

Art. 12 Para efectuar las Pruebas para equipos con Compensación Automática en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (c) Verificar que el tubo y el sistema potter-bucky, estén centrados.
- (d) Colocar el tubo de rayos-x a una distancia foco-película de un metro.
- (e) Colocar una caseta con película en el portachasis del equipo.
- (f) Realizar una exposición en modo automático
- (g) Revelar la película expuesta.
- (h) Medir la densidad óptica de la película.

### **PRUEBAS DE REPRODUCIBILIDAD DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE EXPOSICIÓN**

Art. 13. Para efectuar las Pruebas de Reproducibilidad del Control Automático de

Exposición en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Seleccionar el sensor central del modo AEC, colocar un fantoma de cuatro pulgadas de espesor de acrílico PMMA sobre la mesa radiográfica colimar según el área del fantoma;
- (b) Colocar una cámara de ionización pequeña sobre el fantoma tal como se muestra en la figura 13;
- (c) Verificar que el sistema potter-bucky, el tubo, la cámara de ionización y el fantoma, estén alineados longitudinal y transversalmente, además verificar que la distancia DFP sea de un metro;
- (a) Realizar cuatro exposiciones en modo CAE (Compensación Automática de Exposición), se sugiere utilizar 80 Kv, registrar cada una de las exposiciones y el valor de mAs o tiempo;
- (a) Con los datos de las lecturas registradas calcular el valor promedio de ellas.
- (b) Calcular la desviación estándar utilizando la fórmula 15.
- (c) Calcular el coeficiente de variabilidad de los valores de exposición registrados.

### **PRUEBAS DE COMPENSACION AUTOMÁTICA A ESPESOR VARIABLE**

Art. 14. Para efectuar las Pruebas de compensación automática a espesor variable en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Seleccionar el sensor central del sistema CAE y colocar un fantoma de acrílico PMMA de cuatro pulgadas de espesor, sobre la mesa radiográfica. Limitar el haz de luz al área del fantoma. Para esta prueba se utilizarán adicionalmente dos espesores de seis y diez pulgadas de espesor de acrílico PMMA.
- (b) Verificar que el sistema Potter-Bucky, el tubo y el fantoma, estén alineados longitudinal como transversalmente y que la distancia foco-película sea de un metro.
- (c) Identificar el espesor utilizado con un número, nombre o letra en particular grabado en la película a exponer.
- (d) Realizar una exposición en modo CAE.
- (e) Revelar la película, repetir el procedimiento anterior dos veces más, pero variando el espesor del fantoma de acrílico (seis y diez pulgadas) en cada ocasión e identificar las películas con su respectivo número, nombre o letra en particular, respectivamente.
- (f) Revelar las películas y medir la densidad óptica en la imagen de cada espesor de acrílico.
- (g) Si el sistema no compensa automáticamente, repetir los pasos de a) a c), realizar las exposiciones como se indica en la tabla 5.
- (h) Luego de cada caso revelar la película.
- (i) Medir la densidad óptica en el lugar de la imagen del fantoma.

### **PRUEBAS DE EXPOSICIÓN ADECUADA EN LAS DIVERSAS ESTACIONES DE mA**

Art. 15. Para efectuar las Pruebas de exposición adecuada en las diversas estaciones de mA en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (t) Verificar que el sistema Potter-Bucky, el tubo, la cámara de ionización y el fantoma, estén alineados longitudinal y transversalmente y que la distancia foco-película sea de un metro.
- (u) 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.
- (v) 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.

(w) Medir la densidad óptica de cada imagen generada por el fantoma en las diferentes estaciones de mA.

## **PRUEBAS DE FUNCIÓN DEL CONTROL DE DENSIDAD**

Art. 16. Para efectuar las Pruebas de función del control de densidad en equipos de rayos x convencionales se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar una caseta cargada en el portacasetas del sistema Potter-Bucky.
- (b) Colocar el acrílico de cuatro pulgadas de espesor y un indicador, número o letra, para identificar la película, sobre la mesa radiográfica, justo en el centro del portacasetas.
- (c) Colocar la cámara de ionización, previamente conectada y precalentada, sobre el acrílico.
- (d) Seleccionar el valor mas bajo en del control de densidad del equipo.
- (e) Realizar una exposición en el modo automático.
- (f) Anotar los valores obtenidos de exposición.
- (g) Cambiar la caseta y el número o identificador de la película.
- (h) Revelar la película expuesta en una procesadora automática.
- (i) Repetir todo el procedimiento anterior, hasta completar todos los selectores de densidad (+5 hasta -5, por ejemplo).
- (j) Leer la densidad óptica de cada película, anotar los resultados en un formulario, calculando el incremento del valor de la exposición entre un paso y el siguiente, utilizando la ecuación 16.

## **CAPITULO DOS EQUIPOS DE RAYOS-X CON FLUOROSCOPIA**

### **PRUEBAS DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL PUNTO FOCAL**

Art. 17. Para efectuar las Pruebas de determinación del tamaño del punto en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

#### **MÉTODO A**

Colocar un soporte de acrílico o estand (ver figura 14) sobre la mesa radiográfica.

Colocar el patron de estrella sobre el centro del estand de tal forma que un sector de líneas este paralelo con el eje central de la mesa.

Colocar el atenuador de aluminio de 10 cm de espesor equivalente (Al 10) sobre la ranura # 7 del estand.

Colocar el intensificador de imagen lo mas cerca del estand.

Centralizar la imagen del patron de estrella en el monitor de televisión y colimar.

Colocar el soporte de película, con la malla hacia arriba en la ranura # 3 del estand.

Insertar en el soporte de película la caseta de cartón cargado.

Colocar una laminilla de plomo con la letra A, sobre el soporte de película para indicar la dirección del ánodo.

Realizar un spot con 80 Kv y una combinación de 15 mAs.

Revelar y evaluar la película expuesta.

Repetirel procedimiento para foco grueso.

#### **MÉTODO B**

Para el método B se colocará la herramienta RMI-112B®, por ejemplo, sobre la mesa fluoroscopica, con el patron de barras hacia el tubo de fluroscofia, visualizar en el monitor de fluoroscopia la imagen de la herramienta RMI-112B (ANODE C  
CATHODE) de tal forma que sea paralela al eje ánodo-cátodo.

Colocar debajo la herramienta o sobre esta una caseta cargada sin pantalla (según la ubicación del tubo).

Identificar la posición del eje ánodo-cátodo en la caseta de películas sin pantalla utilizando una letra de plomo, moneda u objeto que atenue la radiación. (Medir la distancia aproximada del punto focal de tubo al patron de barras de la herramienta RMI-112B).

Colimar el área de la herramienta RMI-112B.

Realizar una exposición en modo Spot con los siguientes factores: 80 Kv, 15 mAs (o seleccionar la combinación adecuada de mA y tiempo), foco fino.

Revelar la película expuesta.

Repetir el procedimiento para foco grueso.

Para evaluar, con ayuda de un lente de aumento observar los grupos de líneas paralelas al eje ánodo - cátodo de la película radiográfica.

Contar el grupo de barras claramente visibles.

Determinar según la tabla 6, la dimensión del punto focal efectivo, de acuerdo al número de grupo de líneas claramente visibles.

Comparar el valor del punto focal nominal del equipo, con el valor del tamaño del punto focal efectivo determinado en la tabla 6 y evaluar si esta dentro de los límites aceptables de la tabla 7.

## **PRUEBAS DE LIMITACION DEL CAMPO DE RADIACIÓN Y ALINEACIÓN DEL RAYO CENTRAL**

Art. 18. Para efectuar las Pruebas de limitación del campo de radiación y alineación del rayo central en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

Abrir completamente los colimadores del equipo de fluoroscopia y verificar si aparecen en el monitor de televisión, si esto ocurre suspender la prueba. Cerrar los colimadores de forma tal que sean visibles en el monitor de televisión (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.

Colocar el estand sobre la mesa radiográfica

Colocar el atenuador de aluminio de 10 cm de espesor equivalente sobre la base del estand.

Colocar el intensificador de imagen lo mas cerca posible del estand.

Colocar un soporte de películas o caseta sin pantalla en la ranura # 3 del estand.

Colocar la herramienta RMI-161B®, por ejemplo, debajo del soporte de películas o caseta sin pantalla.

Centralizar la imagen en el monitor de Televisión y cerrar ligeramente los colimadores con respecto a la imagen de la herramienta RMI-161 B.

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.

Determine la diferencia del largo y ancho de la imagen colimada y sin colimar utilizando la ecuación 28.

La suma de las diferencias a y b no debe ser mayor que el 4% de la distancia foco imagen (DFI).

## **PRUEBAS DE RESOLUCIÓN DE ALTO CONTRASTE**

Art. 19. Para efectuar la prueba de resolución de alto contraste en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

Fijar con cinta adhesiva el instrumento de resolución de alto contraste, por ejemplo el RMI-141® (ver figura 18 y 19), en la pantalla de la entrada del intensificador de imagen.

Si el equipo es manual seleccionar el Kv y mA mas bajo posible, observar la resolución en el monitor (de no ser posible, agregar un atenuador de aluminio entre la herramienta y la mesa), anotar los resultados.

El número de mallas/pulgada resueltas en el monitor no debe ser menor a los valores indicados en la tabla # 3.

Colocar una caseta cargada en el porta-película del intensificador de imagen.

Realizar una exposición (Spot) con 60 Kv y una combinación proxima a 8 mAs.

Revelar la película expuesta y evaluarla en el negatoscopio, de acuerdo al criterio de la tabla 8.

## **PRUEBAS DE DETECTABILIDAD DE BAJO CONTRASTE**

Art. 20. Para efectuar la prueba de resolución de bajo contraste en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el patron de resolución de bajo contraste (figura 20) dentro del un atenuador de aluminio de espesor equivalente a 10 cm.

Colocar la herramienta y el atenuador sobre la mesa radiográfica de tal forma que la imagen de las columnas de agujeros del patron de resolución de bajo contraste obtenidos en el monitor de televisión, sean perpendiculares a las lineas horizontales que proyecta el monitor de televisión.

Colocar el intensificador de imagen sobre el atenuador con la herramienta de bajo contraste a una distancia intensificador de imagen-superficie de la mesa, de aproximadamente 50 cm y seleccionar en fluoroscopia e modo de operación automático (si esta disponible), de lo contrario seleccionar 80 Kv en modo semiautomático.

Centralizar la imagen del patron de resolución de bajo contraste en el monitor de televisión y colimar.

Determinar en el monitor de televisión el par de círculos mas pequeños de igual diametro, que pueden ser claramente vistos. Anotar los resultados.

Insertar la caseta radiográfica cargada, en el porta-película del intensificador de imagen.

Realizar una exposición (Spot) en modo automático del patron de resolución de bajo contraste, si el equipo es semiautomático realizar un Spot con 80 Kv.

Revelar la película expuesta y evaluar.

El criterio de aceptación de la prueba establece que tanto en el monitor como en la película se deben observar los 4 agujeros de las 2 columnas.

## **PRUEBA DE PRESICIÓN DEL POTENCIAL**

Art. 21. Para efectuar la prueba de presición del potencial en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

Verificar que el detector de radiación del medidor, este en modo fluoroscopico

Colocar el detector de radiación sobre la superficie de la mesa, de forma tal que la cámara de ionización este orientada hacia el tubo de fluoroscopia.

Centralizar la imagen del detector en el monitor de televisión y colimar.  
Seleccionar en el modo semiautomático de fluoroscopia 80 Kv y realizar una exposición continua, hasta obtener una lectura en el detector.  
Anotar el valor de kilovoltaje y la tasa de exposición indicados en el detector.  
Repetir el procedimiento variando el kilovoltaje a 100 y 120. Si el equipo de fluoroscopia compensa por kilovoltaje, añadir diferentes espesores de material absorbente (atenuador de aluminio de 10 cm de espesor equivalente).  
Luego calcular el porcentaje de error para cada valor del potencial, este no debe ser mayor del 10%.

## **PRUEBA DE RENDIMIENTO MAXIMO A LA SUPERFICIE DE LA MESA**

Art. 22. Para efectuar la prueba de rendimiento máximo a la superficie de la mesa en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

Verificar que el detector de radiación este en modo fluoroscopico.  
Colocar el detector de radiación sobre la superficie de la mesa, de forma tal que la cámara de ionización este orientada hacia el tubo de fluoroscopia.  
Centralizar la imagen del detector en el monitor de televisión y colimar.  
Colocar una lámina de plomo de 3 mm de espesor, de tal manera que el detector de radiación quede colocado entre la lamina de plomo y el tubo de fluroscopia.  
Realizar una exposición de 10 segundos de fluoroscopia en el modo de operación automático, anotar el valor de kilovoltaje y de miliamperaje del panel y el kilovoltaje y la tasa de exposición del detector.

El criterio de aceptación establecido, indica que la tasa de exposición maxima a la superficie de la mesa, no debe ser mayor que 10, 000 mR/minuto.

## **PRUEBA DE COMPENSACION AUTOMÁTICA**

Art. 23. Para efectuar la prueba de compensación automática en equipos de rayos-x con fluoroscopia focal se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Verificar que el detector de Radiación este en el modo fluoroscopico.
- (b) Colocar el detector de Radiación sobre la superficie de la mesa de forma tal que la cámara de ionización este orientada hacia el tubo de fluoroscopia.
- (c) Colocar el atenuador de aluminio de 10 cm de espesor equivalente sobre el detector de Radiación (ver figura 24).
- (d) Centralizar el área de la cámara de ionización en el monitor de televisión y colimar.
- (e) Realizar una exposición de 30 segundos en el modo de operación automático.
- (f) Anotar el kilovoltaje y el miliamperaje del panel y el kilovoltaje y tasa de exposición del detector.
- (g) Agregar el otro atenuador de aluminio de 10 cm de espesor equivalente sobre el detector de radiación.
- (h) Repetir los pasos e) y f) incrementando los espesores de aluminio.
- (i) El criterio de aceptación indica que la tasa de exposición para un bloque de aluminio equivalente a 10 cm de espesor de paciente, debe ser aproximadamente la mitad del valor de la tasa de exposición para el fantoma completo, es decir los dos bloques de aluminio con equivalente de 20 cm de espesor de paciente (presentados en la figura 24)

## **CAPITULO TRES EQUIPOS DE MAMOGRAFIA**

## **MATERIALES Y EQUIPOS**

Art. 24. Para la realización de las pruebas en Equipos de Mamografía, las empresas que se dediquen ha desarrollar las pruebas de control de calidad debera contar con el equipo minimo siguiente:

- Aparato de Mamografía.
- Soporte de película, (ver figura 15), bolsa de películas o caseta sin pantalla para película 18 x 24.
- Soporte de acrílico o estand (ver figura 14).
- Patrón de estrella (ver figura 4).
- Casete de cartón, bolsa de películas vacía o caseta sin pantalla.
- Láminas de acrílico.
- Láminas de aluminio (5 de 0.1 mm o la cantidad de espesores equivalentes)
- Detector de radiación no invasivo.
- Extensión.
- Marcador de acetato o plumón indeleble.
- Cinta métrica.
- Formulario de evaluación para aparatos de mamografía.
- Protocolo para la evaluación de aparatos de mamografía.
- Laminillas de plomo (o monedas).
- Fantoma de acreditación para mamografía.
- Herramienta de prueba para medir el contacto pantalla-película (test – tool)
- Sensitómetro
- Densitómetro.
- Termómetro (fig. No. 7).
- Monitor de radiación y cámara de ionización para mamografía.
- Balanza o pesa de baño.
- Detector portátil.

## **PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPRESIÓN EJERCIDA SOBRE LA MAMA**

Articulo 25. Para efectuar la prueba de compensación automática en equipos de mamografia se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar una pesa de baño sobre el porta-casete del mamógrafo, directamente debajo del dispositivo de compresión; con la escala numérica hacia usted, de tal manera que pueda observar fácilmente las lecturas.
- (b) Colocar una esponja sobre la pesa para prevenir cualquier daño al dispositivo de compresión.
- (c) Activar el dispositivo de compresión usando el modo automático permitiendo que opere hasta que se detenga.
- (d) Leer y registrar la compresión. Esta debe estar entre 20 y 45 libras.
- (e) Liberar el dispositivo de compresión.

## **PRUEBA DE PRECISIÓN DEL INDICADOR DE ESPESOR DE MAMA.**

Art. 26. La prueba de Precisión del Indicador de Espesor de Mama en equipos de mamografia, solo se realiza en equipos con indicador de fuerza y espesor digital y para efectuarla se deberá hacer lo siguiente:

- Colocar un acrílico de 3 cm de espesor sobre el porta-casete del mamógrafo.
- Mover la bandeja de compresión hasta que tope con el acrílico.

Anotar en el formulario el valor leído en el indicador de espesor.

Repetir este procedimiento aumentando en cada ocasión el espesor de acrílico hasta llegar a 6 cms.

La exactitud entre el espesor del acrílico y cada valor leído en el indicador de espesor debe ser de  $\pm 0.5$  bajo condiciones de compresión moderada (entre 15 y 20 libras).

### **PRUEBA DE COMPENSACION AUTOMATICA**

Art. 27. Para efectuar la prueba de compensación automática en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar un acrílico de 4.5 cm de espesor sobre el porta-casete del mamógrafo.
- (b) Bajar la bandeja de compresión hasta que tope con el acrílico.
- (c) Anotar el valor leído del indicador de espesor.
- (d) Repetir este procedimiento 5 veces.
- (e) Cada valor leído debe tener una desviación estándar de  $\pm 2.0$  mm (0.2cm) del espesor de acrílico colocado.

### **PRUEBA DE PRECISIÓN DEL INDICADOR DEL ÁNGULO**

Art. 28. Para efectuar la prueba de precisión del indicador del ángulo en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar el medidor de nivel verticalmente junto a la porción recta a un costado del brazo del mamógrafo.
- (b) Anotar en el formulario el ángulo indicado por el mamógrafo (junto a la casilla de  $0^\circ$ ).
- (c) Girar el brazo del mamógrafo  $90^\circ$  hacia su mano derecha.
- (d) Colocar el medidor de nivel horizontalmente junto a la porción recta a un costado del brazo del mamógrafo.
- (e) Anotar en el formulario el ángulo indicado por el mamógrafo. (junto a la casilla de  $90^\circ$ ).
- (f) Girar nuevamente el brazo del mamógrafo  $90^\circ$  hacia su mano derecha, de tal forma que el tubo este abajo y el porta-casete arriba.
- (g) Colocar el medidor de nivel verticalmente junto a la porción recta a un costado del brazo del mamógrafo.
- (h) Anotar en el formulario el ángulo indicado por el mamógrafo (junto a la casilla de  $180^\circ$ ).
- (i) Girar el brazo del mamógrafo  $270^\circ$  hacia su mano izquierda.
- (j) Colocar el medidor de nivel horizontalmente junto a la porción recta a un costado del brazo del mamógrafo.
- (k) Anotar en el formulario el ángulo indicado por el mamógrafo (junto a la casilla de  $270^\circ$ ).
- (l) El error del indicador del ángulo del mamógrafo debe ser menor o igual a  $\pm 1.0^\circ$

### **PRUEBA DE LA CONGRUENCIA DEL HAZ DE RADIACIÓN CON EL HAZ DE LUZ**

Art. 29. Para efectuar la prueba de la congruencia del haz de radiación con el haz de luz en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Anotar la distancia foco-película (DFP) del mamógrafo.
- (b) Remover el dispositivo de compresión.
- (c) Cargar un casete de mamografía de 24 cm x 30 cm de manera que el lado de la emulsión no este en contacto con la pantalla intensificadora.
- (d) Colocar el casete de mamografía (C1) sobre el porta-casete del mamógrafo con la parte posterior orientada hacia el tubo de rayos X y con un desplazamiento de dos (2) centímetros hacia el borde de la pared del tórax .



- (e) Encender la luz del mamógrafo.
- (f) Apagar la luz de la habitación.
- (g) Colocar unas laminillas de plomo (o monedas) sobre el casete (C1) dentro del área del haz de luz, en los bordes. Se requieren cuatro laminillas de plomo ó monedas.
- (h) Verificar que ninguna moneda o laminilla de plomo interrumpa el sensor.
- (i) Colocar nuevamente el dispositivo de compresión a una altura de 4.2 cms del porta-casete.
- (j) Debajo de este dispositivo de compresión, justo en el borde del lado de la pared del tórax hacia la izquierda adhiera una moneda de 25 centavos. Esta moneda indicará la posición del borde de la pared torácica del dispositivo de compresión.
- (k) Realizar una exposición en el modo automático.
- (l) Revelar la película expuesta.
- (m) En la película 24 x 30 ( C1) , medir  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $W_1$  y  $W_2$ ; donde cada una de estas variables corresponde a la diferencia entre el borde del haz de luz (indicado por la laminilla de plomo) y el borde de la imagen producida por el haz de radiación en cada lado, a lo largo ( $L_1$  y  $L_2$ ) y a lo ancho ( $W_1$  y  $W_2$ ).
- (n) Calcular la diferencia total a lo largo ( $L = L_1+L_2$ ) y a lo ancho ( $W = W_1+W_2$ ).
- (o) Tanto el valor de L como el de W deben ser menores o iguales del 2 % de la distancia foco-película (SID). Ver figura No. 28.

### **PRUEBA DE LA LIMITACIÓN DEL CAMPO DE RADIACIÓN**

Art. 30. Para efectuar la prueba de la limitación del campo de radiación en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Para la evaluación de este parámetro se debe utilizar la película mamográfica C1 que estaba localizada sobre el porta-casete (recuerde que la misma fue expuesta y revelada en el procedimiento anterior).
- (b) Medir la distancia en mm entre el borde de la película del lado correspondiente a la pared del tórax y el haz de radiación ( ver figura No. 29 )  
Restar ese valor a los 20mm medidos inicialmente en el Art. 29 literal d), la diferencia se divide entre la distancia foco – película del mamógrafo. Esta no debe ser mayor del 1%.
- (c) La distancia foco-película debe ser  $\leq 1.0\%$   
Verificar que el haz de radiación otros tres lados sea menor que los borde de la película.

### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL PUNTO FOCAL FINO**

Art. 31. Para efectuar la prueba de determinación del tamaño del punto focal fino en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Remover el dispositivo de compresión de la unidad de mamografía.
- (b) Colocar el soporte de acrílico (stand) sobre el porta-casete del mamógrafo, justo en el centro del haz de luz.
- (c) Colocar una lámina de acrílico sobre el stand.
- (d) Localizar el eje ánodo-cátodo del tubo de rayos X.
- (e) Colocar el patrón de estrella en el centro del haz de luz, sobre el stand de forma tal que un sector de líneas esté paralelo al eje ánodo-cátodo, y el otro sector esté perpendicular al mismo. (Utilizar las líneas marcadas sobre las láminas de acrílico como guía).
- (f) Colocar el soporte de película con el casete de cartón cargado en la ranura # 6 del Stand, de tal manera que el tamaño de la imagen del patrón de estrella sea el doble del tamaño real.

- (g) Realizar una exposición seleccionando los siguientes factores: foco: fino modo: manual, kVp : 30 ; mAs: 10 De tal manera que en la imagen del patrón de estrella puedan verse las regiones de borrosidad.
- (h) Revelar la película.
- (i) Localizar, en la imagen del patrón de estrella, las zonas de borrosidad más alejadas del centro en la dirección paralela y perpendicular al eje ánodo-cátodo.
- (j) Calcular el tamaño del punto focal en la dirección paralela y perpendicular al eje ánodo-cátodo con la ecuación 6.
- (k) Si el punto focal  $F$ , es menor de 0.3 mm, entonces la dimensión del punto focal en ambas direcciones debe ser menor o igual a  $1.5 F$

### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL PUNTO FOCAL GRANDE.**

Art. 32. Para efectuar la prueba de la determinación del punto focal grande en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Repetir el procedimiento anterior, pero seleccionando el foco grande.
- (b) Si el punto focal,  $F$ , es mayor o igual a 0.3 mm, y menor o igual a 0.8mm, la dimensión del punto focal en la dirección paralela al eje ánodo-cátodo debe ser menor o igual que  $2.1F$  y en la dirección perpendicular, debe ser menor o igual a  $1.5 F$ .

### **PRUEBA DE PRECISIÓN DEL POTENCIAL Y EL TIEMPO.**

Art. 33. Para efectuar la prueba de precisión del potencial y el tiempo en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar el detector NERO® por ejemplo, sobre el porta-casete del mamógrafo.
- (b) Conectar el cable que va desde el detector NERO al toma-corriente.
- (c) Encender el NERO, presionando la tecla ON.
- (d) Seleccionar la combinación ánodo /filtro (Mo/Mo).
- (e) Seleccionar el filtro 21-50 kVp (este filtro está justo debajo del filtro 27-42 kVp).
- (f) Verificar que el haz de luz del mamógrafo esté sobre el área del detector.
- (g) Realizar una exposición con los siguientes parámetros:

Modo: manual	Tiempo: 2.0 s
Potencial: 24 kVp	Corriente: $\approx 100$ mA

- (h) Leer y anotar en el formulario los valores de tiempo y kVp del NERO.
- (i) Repetir este procedimiento, pero incrementando el potencial y disminuyendo la duración del tiempo en cada caso.

Si el aparato posee selector de mAs en vez de mA y tiempo, disminuir el mAs a medida que aumenta el kVp.

- (j) A cada valor de potencial y de tiempo del panel restarle el valor medido. Recordar que para tal efecto se utiliza el potencial (kVp) efectivo.
- (k) Calcular el porcentaje de error para cada valor de potencial (kVp) y tiempo. Utilizando la ecuación 17.
- (l) El porcentaje de error para estos parámetros debe ser  $\pm 5\%$  del valor seleccionado.

## **PRUEBA DE REPRODUCIBILIDAD DE LA EXPOSICIÓN, TIEMPO Y POTENCIAL**

Art. 34. Para efectuar la prueba de reproducibilidad de la exposición, tiempo y potencial en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

(a) Seleccionar los siguientes parámetros en el mamógrafo:

Modo: manual	Tiempo: 0.1 s
Potencial: 25 kVp	Corriente $\approx$ 100 mA

- (b) Realizar seis exposiciones con los factores anteriores.
- (c) Después de cada exposición, leer y anotar los valores de (kVp) efectivo, tiempo (en segundos) y exposición (en mili-Roentgen) que indica el NERO.
- (d) Calcular el valor promedio del potencial efectivo (x).
- (e) Calcular la desviación estándar (D.S) con la ecuación 4.
- (f) Calcular el coeficiente de variabilidad, C.V., con la ecuación 2.
- (g) El C.V. no debe ser mayor de 0.02.
- (h) Realizar el mismo procedimiento para determinar la reproducibilidad del tiempo (C.V. debe ser menor o igual a 0.02) y la exposición (C.V. no debe ser mayor a 0.05).

## **PRUEBA DE LINEALIDAD DE LA EXPOSICIÓN VERSUS LA CARGA**

Art. 35. Para efectuar la prueba de linealidad de la exposición versus la carga en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el detector sobre el porta-casete.

Realizar una exposición utilizando los siguientes factores: foco: grande, kilovoltaje = 25 kVp, tiempo = 0.1 segundos; la corriente (mA) ó carga (mAs) variará según los valores del panel de control del mamógrafo. Se empezará del valor más pequeño al más grande, manteniendo el potencial y el tiempo constante en cada exposición.

Repetir el paso anterior pero utilizando el foco chico y colocando el detector de radiación sobre el dispositivo de magnificación

Anotar los resultados, si el mamógrafo sólo tiene una corriente (mA) para el foco chico y otra para el foco grande, repita el procedimiento anterior, pero variando el tiempo (0.2, 0.5 y 1.0 segundos).

Calcular la fracción exposición /carga (mR/mAs) para cada conjunto de los valores.  $(X_{max} - X_{min}) / X_{max} + X_{min} \leq 0.10$ .

La fracción exposición /carga (mR/mAs) para cada conjunto de los valores (foco fino y foco grande) no debe ser mayor de 0.10.

## **PRUEBA DE EXPOSICIÓN DE ENTRADA A LA MAMA, DOSIS GLANDULAR PROMEDIO Y CALIDAD DE IMAGEN**

Art. 36. Para efectuar la prueba de exposición de entrada a la mama, dosis glandular promedio y calidad de imagen en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el fantoma de acreditación sobre el porta-casete del mamógrafo, justo sobre el sensor.

Colocar el disco de acrílico sobre el fantoma, en un área donde no interfiera con las imágenes del mismo. Se sugiere colocarlo en el área entre la primera y segunda fibrilla. (ver fig No. 30).

Colocar la cámara de ionización al lado del fantoma, al mismo nivel que la superficie superior del mismo y 4 cm hacia dentro de la pared torácica.

Seleccionar el kVp y la combinación ánodo-filtro más de rutina en los exámenes clínicos. Colocar el casete de mamografía con película en el porta-casete. Comprimir adecuadamente, de tal forma que el dispositivo de compresión esté en contacto con el fantoma. Verificar que éste último cubra completamente el área activa del sensor.

Hacer una exposición utilizando el (AEC) modo automático.

Anotar el potencial (kVp), la corriente (mA), el tiempo (s) ó carga (mAs) del panel. Anotar también el valor de la exposición en Roentgen o en C/Kg (1 Roentgen =  $2.58 \times 10^{-4}$  C/Kg) y el tiempo medido.

Revelar la película. Examinar la película en el negatoscopio y anotar el número de fibrillas, gránulos y masas que puede observar.

En un sistema cuya resolución es adecuada se debe observar como mínimo cuatro fibrillas, tres grupos de) gránulos y tres masas (ver figura No. 30).

Medir la densidad óptica de la imagen del fantoma (entre la fibrilla No. 5 y No. 6).

La densidad óptica de la imagen del fantoma debe estar comprendida entre  $1.2 \pm 0.20$ .

La diferencia de densidad óptica entre el fantoma y el disco de acrílico (contraste) (n)

Verificar que la exposición de entrada sea menor del valor límite de aceptación (0.258 nC/kg ó 1.00 Roentgen).

Utilizar las tablas 9, 10 y 11 para calcular la dosis glandular promedio según las combinaciones.

No. 9: para ánodo-filtro Mo/Mo,

No. 10: para ánodo-filtro Mo/ Rh, y

No. 11: para ánodo-filtro Rh/Rh

La Dosis glandular promedio por exposición debe ser menor o igual a 3 mGy con rejilla y menor o igual a 1 mGy sin rejilla.

Este procedimiento debe realizarse con rejilla y sin rejilla para cada una de las combinaciones ánodo-filtro.

## **PRUEBA DE REPRODUCIBILIDAD DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE LA EXPOSICIÓN.**

Art. 37. Para efectuar la prueba de reproducibilidad del control automático de la exposición en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Seleccionar el modo AEC (control automático de exposición) del equipo.

Repetir los literales de a) al f) del Art. 36.

Realizar seis exposiciones con los factores anteriores.

Después de cada exposición, leer y anotar los valores de kVp efectivo, mAs y tiempo (segundos) del panel; y los valores de exposición (mili-Roentgen) y tiempo del detector (Radcal ® por ejemplo).

Calcular el valor promedio de la exposición (x).

Calcular la desviación estándar (D.S) con la ecuación 4.

Calcular el coeficiente de variabilidad, C.V., con la ecuación 2.

El C.V. no debe ser mayor de 0.05 para la exposición.

Realizar el mismo procedimiento para determinar la reproducibilidad del tiempo medido (C.V. debe ser menor o igual a 0.05) y el mAs (C.V. debe ser menor o igual a 0.05).

## **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL ESPESOR HEMI-REDUCTOR (HVL), CON EL DISPOSITIVO DE COMPRESIÓN**

Art. 38. Para efectuar la prueba de determinación del espesor hemi-reductor (HVL) con el dispositivo de compresión en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- (a) Colocar el dispositivo de compresión lo más cerca posible al tubo de rayos X.

- (b) Colocar la cámara de ionización para mamografía, sobre el porta-casete, aproximadamente a una altura de 4.5 cm (para evitar exponerla a la radiación dispersa) justo en el centro del haz de luz.
- (c) Seleccionar el kVp utilizado en el Art. 36 (kVp más comúnmente utilizado en los exámenes clínicos).
- (d) Utilizando el modo manual, seleccionar un tiempo (ó mAs) lo suficientemente largo, para obtener una exposición de aproximadamente 500 mR.
- (e) Realizar una exposición. Leer el valor de la exposición detectada y anotarla en una tabla de Exposición (mR) vs Espesor (mm de Al).
- (f) Colocar un filtro de aluminio de 0.1 mm de espesor sobre el dispositivo de compresión. Usar el campo de luz para verificar que el filtro de aluminio intercepta completamente el haz de radiación. Realizar una exposición. Leer el valor de la exposición detectada y anotarla en una tabla de Exposición (mR) vs Espesor (mm de Al).
- (g) Repetir literal f) varias veces, pero en cada ocasión añadir sucesivamente filtros de aluminios para obtener los siguientes espesores: 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 mm y 0.5 mm de aluminio. Anotar los resultados en la tabla.
- (h) Graficar en papel semi-logarítmico los valores de la tabla anterior.
- (i) Dividir el valor de la exposición inicial (a 0 mm de Al) entre dos e interpolar este resultado en la gráfica. Dicho resultado es el valor hemi-reductor (HVL).
- (j) Repetir los de la h) a la i) para otras combinaciones ánodo-filtro.
- (k) El valor del HVL con el dispositivo de compresión debe estar comprendido según la ecuación 18.

### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL ESPESOR HEMI-REDUCTOR, SIN EL DISPOSITIVO DE COMPRESIÓN**

Art. 39. Para efectuar la prueba de determinación del espesor hemi-reductor, sin el dispositivo de compresión en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Separar el dispositivo de compresión del mamógrafo.

Colocar el soporte de acrílico (stand) sobre el porta-casete del mamógrafo, justo en el centro del haz de luz. Colocar un colimador de plomo en la ranura # 1 del stand.

Colocar la cámara de ionización para mamografía, aproximadamente a una altura de 4.5 cm (para evitar exponerla a la radiación dispersa) sobre el porta-casete, justo en el centro del stand y del haz de luz. Hacer una exposición con los factores técnicos utilizados en los numerales c) y d) del Art. 38.

Leer y anotar el valor de exposición detectado.

Repetir los numerales d) y e) de este procedimiento varias veces, pero en cada ocasión colocar sucesivamente diferentes láminas de aluminio sobre el colimador de plomo: 0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.4 y 0.5 mm anotando sus resultados en la tabla.

Graficar en papel semi-logarítmico los valores de la tabla anterior.

Dividir el valor de la exposición inicial (correspondiente a 0 mm de espesor de Al) entre dos (2) e interpolar este resultado en la gráfica. Dicho resultado es el valor del espesor hemi-reductor (HVL).

El valor de HVL sin dispositivo de compresión debe ser el expresado en la ecuación 19.

### **PRUEBA DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA A ESPESOR VARIABLE**

Art. 40. Para efectuar la prueba de compensación automática a espesor variable en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Colocar un bloque de acrílico de 3.0 cm de espesor directamente sobre el porta-casete del mamógrafo, centrando dicho acrílico sobre el sensor utilizado rutinariamente.

Colocar el casete con película en el porta-casete del mamógrafo.  
Comprimir adecuadamente, de tal forma que el dispositivo de compresión esté en contacto con el acrílico. Verificar que el acrílico cubra completamente el área activa del sensor.  
Identificar la película colocando el marcador de plomo número 1 sobre cuadrante superior derecho del portacasete de tal modo que no interfiera con los sensores.  
Seleccionar el punto focal, corriente (si está disponible en el panel) y el modo AEC (por ejemplo: "CONTRAST", "AA", etc.) usado rutinariamente en los exámenes clínicos. Si utiliza un modo AEC donde el kVp se fija, seleccionar kVp, combinación ánodo-filtro y función de control de densidad apropiado. Realizar una exposición en modo automático y registre los datos en el formulario de evaluación.  
Revelar la película.  
Repetir el procedimiento anterior dos veces, pero variando el espesor de acrílico (4.5 cm y 6.0 cm) en cada ocasión e identificar estas películas con los marcadores de plomo número 2 y 3 respectivamente.  
Leer y anotar la densidad óptica de cada película en el área central de cada imagen del acrílico.  
La densidad óptica medida en cada caso no debe diferir en más o menos 0.30 de la densidad óptica promedio ( $\pm 0.30D.O.$ ), en un rango de 2 a 6 cm de espesor de un material homogéneo (acrílico).

#### **PRUEBA DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA A POTENCIAL VARIABLE**

Art. 41. Para efectuar la prueba de compensación automática a potencial variable en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Repetir el Art. 40 de la a) a la f) pero colocando el fantoma de acreditación mamográfica de 4.5 cm de espesor directamente sobre el porta-casete del mamógrafo, y variando el potencial a 25, 26 y 27 kVp en cada exposición. Identificar cada placa con los marcadores de plomo número 1, 2 y 3 respectivamente.  
Leer y anotar la densidad óptica de cada película en el área central del fantoma que no presente imágenes.  
La densidad óptica medida en cada caso no debe diferir en más o menos 0.30 de la densidad óptica promedio ( $\pm 0.30 D.O.$ )

#### **PRUEBA DE CONTACTO PANTALLA-PELÍCULA**

Art. 42. Para efectuar la prueba de contacto pantalla-película en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Colocar sobre el porta chasis del mamógrafo el casete de película cargado, una vez haya sido inspeccionado y limpiado.  
Colocar la herramienta de prueba (test-tool) directamente sobre la tapa del casete.  
Esperar 15 minutos para que el aire atrapado se escape.  
Exponer el casete en modo automático o en modo manual a 28 kVp y 35 mAs.  
Procesar la película y observarla a un metro de distancia para verificar que la densidad sea uniforme. Las áreas de pobre contacto aparecen más oscuras que las áreas de buen contacto.  
Retirar los casetes en los cuales el contacto es inaceptable con artefactos del servicio.  
Evaluar todos los casetes usados en mamografía.

#### **PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE ARTEFACTOS**

Art. 43. Para efectuar la prueba de determinación de artefactos en equipos de

mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- Colocar el fantoma de acrílico de espesor 4.5 cm. directamente sobre el porta-casetes del mamógrafo
- Bajar el compresor hasta que se detenga automáticamente.
- Colocar un casete de película en el porta-casete del mamógrafo.
- Realizar una exposición en modo automático.
- Revelar la película expuesta y observarla en el negatoscopio.
- Verificar que la misma no contenga artefactos.
- Si hay algún tipo de artefactos, estos deben ser identificados y registrados en el formulario.
- El sistema no debe contener ningún tipo de artefacto.

### **PRUEBA DE LA FUNCIÓN DEL CONTROL DE DENSIDAD**

Art. 44. Para efectuar la prueba de la función del control de densidad en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- Colocar un casete de mamografía cargado en el porta-casete del mamógrafo.
- Colocar el fantoma de mamografía sobre el portacasete. Colocar un número (marcador de plomo), para identificar la película, sobre el porta-casete del mamógrafo.
- Colocar la cámara de ionización para mamografía previamente conectada y pre-calentada, junto al fantoma y comprimir adecuadamente.
- Seleccionar en el programa de función de control de densidad (FLM/DNS) la posición 0 ó N dependiendo del equipo y realizar una exposición en el modo automático.
- Anotar los datos en el cuadro # 1.
- Revelar y evaluar la película expuesta. Anotar la densidad óptica y el contraste en el cuadro # 1.
- Cambiar el casete y el marcador de plomo.
- Repetir el procedimiento anterior hasta completar todas las posibles posiciones de la función del control de densidad (+5, -5) y llenar el cuadro No.1.
- Observar en negatoscopio cada una de las películas y anotar el número de las fibrillas, gránulos y masas visibles en el formulario.
- La carga (mAs) debe cambiar del 12 % al 15% por paso ó la densidad óptica (D.O.) debe cambiar 0.15 por paso.

### **PRUEBA DE EXPOSICIÓN DE SALIDA A 28 KV CON BANDEJA DE COMPRESIÓN**

Art. 45. Para efectuar la prueba de exposición de salida a 28 KV con bandeja de compresión en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

- Seleccionar el modo manual.
- Colocar la cámara de ionización a 4.0 cm del lado adyacente de la pared del tórax, en el centro del haz de luz y a una altura de 4.5 cm sobre el porta-casete.
- Colocar el dispositivo de compresión levemente por encima de la cámara de ionización y en contacto con esta.
- Realizar una exposición en el modo manual utilizando los siguientes factores técnicos: potencial = 28 kVp, tiempo = 3.0 seg, foco grande, combinación ánodo-filtro Mo/Mo; y receptor de imagen 18 x 24 cm.
- Anotar los resultados de exposición y tiempo. Calcular la tasa de exposición dividiendo la exposición entre el tiempo medido.
- Calcular la tasa de kerma en aire.  
$$K_a \text{ (mGy/s)} = X/t \text{ (mR/s)} * 0.00873 \text{ mGy/mR}$$
  
Donde:

$K_a$  es el kerma en aire  
 $X/t$  es la tasa de exposición  
0.00873 mGy/mR es el factor de conversión de exposición a kerma en aire.  
Este valor debe ser mayor o igual a 4.5 mGy/s ó 513 mR/s a 28kVp (Mo/Mo)

## **PRUEBA DE RADIACIÓN DE FUGA (OPCIONAL)**

Art. 46. Para efectuar la prueba de radiación de fuga en equipos de mamografía se deberá hacer lo siguiente:

Guardar todos los instrumentos que hayan utilizado hasta el momento y dejar fuera de las maletas el detector portátil y la cinta métrica.  
Bajar el brazo del mamógrafo hasta la altura mínima.  
Colocarse un chaleco plomado.  
Verificar que su dosímetro personal este en la posición correcta.  
Encender el detector, revisar las baterías y colocarlo en el modo tasa (rate).  
Colocar el detector a una distancia horizontal de un metro (a mano derecha) del punto focal del mamógrafo.  
Realizar una exposición utilizando kVp y carga (mAs) máximos del aparato de mamografía.  
Anotar las lecturas del detector en el formulario.  
Anotar el factor de corrección del detector en el formulario.  
Repetir los numerales del f) al i) dos veces, pero colocando el detector primero a mano izquierda del mamógrafo y luego enfrente del mismo.  
Multiplicar el factor de corrección del detector por cada una de las lecturas obtenidas.  
Verificar que ninguna de las lecturas corregidas sea mayor del valor límite, esto es 100 mR/h.

## **CAPITULO CUATRO EQUIPOS DE TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA**

### **PRUEBA DE EXACTITUD DEL LOCALIZADOR**

Art. 47. Para efectuar la prueba de exactitud del localizador en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Pegar una bolsa con una película virgen o Ready Pack sobre el soporte horizontal del TAC, alineando los bordes de la bolsa con el plano vertical del gantry (si se dispone de una caseta sin pantalla, no es necesario pegarla a la superficie).

Encender la luces localizadoras, posicionar la bolsa de películas con la luz localizadora de exploración del paciente, de forma tal que la luz abarque el extremo superior de la película.

Pegar sobre la superficie de la película el pin metálico o la aguja, justo en un de los bordes de la luz localizadora. Colocar si se desea otro pin en la señal localizadora externa, como referencia de la prueba.

Exponer la película con los siguientes parámetros: rangos de 120-140 Kvp y 50-100 mAs (disponibles en el panel de control)

Para optimizar tiempo y materiales, se sugiere utilizar la misma película para comprobar la angulación del gantry.



## **PRUEBA DE ALINEACIÓN DE LA MESA CON EL GANTRY**

Art. 48. Para efectuar la prueba de alineación de la mesa con el gantry en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

- Colocar un pedazo de cinta adhesiva en la mitad de la mesa de exploración.
- Llevar la parte central de la mesa hacia el localizador de exploración.
- Localizar la parte central vertical del gantry, marcandola con cinta adhesiva.
- Medir la exactitud de la intersección de las líneas de la marca de la mesa con la marca del gantry.

## **PRUEBA DE ANGULACIÓN DEL GANTRY**

Art. 49. Para efectuar la prueba de angulación del gantry en equipos de tomografía axial computarizada se deberá 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 en extremo contrario, registrar el angulo indicado, repetir la exposición.

## **PRUEBA DE EXACTITUD DEL MOVIMIENTO DE LA MESA**

Art. 50. Para efectuar la prueba de exactitud del movimiento de la mesa en equipos de tomografía axial computarizada se deberá 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 mas en la dirección del movimiento de la mesa, lo mismo 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.

Realizar otra exposición en la posición desplazada y realizar lo mismo en la dirección opuesta.

## **PRUEBA DEL PERFÍL DEL ANCHO DE LA RADIACIÓN**

Art. 51. Para efectuar la prueba del perfil del ancho de la radiación en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Pegue la bolsa de película cargada sobre una superficie horizontal (accesorio de la base para la espalda incluido en el Tomógrafo).

Coloque la base de la espalda en la mesa de exploración, introduzca la mesa en la posición media del gantry, sin angulación.

Comenzando con dos centímetros dentro del borde de la bolsa de película, tomar una exposición de cada espesor de corte disponible utilizando un rango de 50-100 mAs y con 120-140 Kv (Con sistemas con foco dual, utilizar el foco pequeño).

## **PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA CALIDAD DE IMAGEN**

### **RUIDO**

Art. 52. Para efectuar la prueba del ruido en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Realizar rutina de calibración de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Centrar el fantoma de cráneo con la abertura del gantry, sobre la mesa de exploración utilizando el soporte correspondiente al fantoma.

Realizar una exploración con los parámetros para cráneo, almacenando la información recolectada.

Examinar la imagen con ventanas estrechas para resaltar los artefactos (anillos o líneas). Repetir el procedimiento para una exploración en aire si es necesario.

Registre la desviación estándar del valor del pixel, haciendo un ROI en el centro de la imagen del fantoma.

Repetir el procedimiento con el fantoma de cuerpo usando los parámetros clínicos comunes al equipo.

Para caracterizar el ruido de la imagen con una exploración, dada, determinar el efecto de cada uno de los siguiente parámetros con el mismo tamaño del ROI en el centro del fantoma.

mAs usado en el fantoma de cráneo y otras condiciones normalizadas para exploraciones de cráneo, explorar con valores altos y bajos de mAs, registrando la desviación estándar del ROI. Asegurar que los factores de resolución son constantes.

Potencial del tubo, si múltiples valores de kilovoltaje están disponibles y calibrados, realizar una exploración de cráneo utilizando los parámetros de exploración utilizados por el fabricante en cada elección disponible. Asegurar que los factores de resolución sean constantes.

Aumento en la resolución de los modos de exploración: con el fantoma de cráneo, realizar una serie de exploraciones después de variar los factores que alteran la resolución, por ejemplo el muestreo del rayo, pero no el kernel de convolución o el tamaño del pixel. Si es posible, variar solo un factor a la vez. Asegurar que la resolución no este limitada al tamaño del pixel en el modo de baja resolución, por ejemplo: el tamaño del pixel.

Tamaño del pixel, con los datos crudos almacenados, de la exploración del cráneo, reconstruir la imagen utilizando una matriz de reconstrucción grande y el kernel estándar de convolución con un FOV pequeño. Repetir con otros tamaños de matrices disponibles.

Kernel de convolución, utilizando los mismos datos crudos, reconstruir la imagen con cada kernel disponible, utilizando un FOV de exploración estándar de cráneo y tamaño de la matriz; repetir para una exploración de cuerpo los datos almacenados.

### **PRUEBA DE UNIFORMIDAD DEL CAMPO**

Art. 53. Para efectuar la prueba de uniformidad del campo en equipos de tomografía axial

computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Realizar el proceso de calibración de acuerdo a recomendaciones del fabricante.

Colocar el fantoma de cráneo en el gantry, centrado con los ejes de rotación, usando el soporte disponible.

Realizar una exploración con los parámetros estándar de cráneo y con un espesor de corte ancho.

Examinar las imágenes con ventanas estrechas para excluir sutilmente los artefactos, si es necesario se debe repetir.

Repetir la prueba con los fantomas elípticos y de cuerpo, utilizando los parámetros de normales de exploración de cuerpo.

Repetir la prueba con el fantoma de cuerpo, con un espesor de corte estrecho.

Repetir la prueba con todas las estaciones de kilovoltaje y con los filtros disponibles, según sea aplicable.

Determinar el número CT promedio dentro de un ROI de 1.0 cm<sup>2</sup> en el centro de la imagen del fantoma y en cuatro lugares equidistantes en la periferia del fantoma (asegurarse que los ROI contienen solamente agua).

## **PRUEBA DE DEPENDENCIA DE LA POSICION CON EL CAMPO DE EXPLORACION**

Art. 54. Para efectuar la prueba de dependencia de la posición con el campo de exploración en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el fantoma en el gantry y medir la distancia desde la posición del inserto vertebral a los ejes de rotación. Elegir las condiciones de exploración para cuerpo y reconstruir con el kernel de convolución recomendado por el fabricante del equipo.

Realizar una serie de corte de CT con los 100 mg/ml de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> insertados en la vértebra localizada, cambiando la altura de la mesa cada 10 mm entre exploración y exploración. Cubrir el rango de la altura de la tabla, típicamente utilizado para exploraciones de hueso.

Repetir para otros valores de kilovoltaje y otras combinaciones e filtros, apropiados para exploraciones de cuerpo (si están disponibles).

## **PRUEBA DE RESOLUCIÓN DE ALTO CONTRASTE**

Art. 55. Para efectuar la prueba de resolución de alto contraste en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el objeto de prueba en la superficie de la mesa, alinear el objeto con el centro de rotación y con la luz de la alineación. Cerciórese que ni la mesa ni el gantry estén inclinados. Si están apropiadamente alineados en el primer scan, no mueva el objeto por el resto de la prueba.

Explorar el fantoma en todos los modos uniformes de cabeza y cuerpo con espesores de corte de 8-10 mm. Almacenar un conjunto de datos crudos de ambos modos (cabeza y cuerpo).

Para evaluar la resolución de los modos: Con todos los otros factores elegir la exploración para cabeza normal, variar los factores de exploración (uno a la vez) que alteran la resolución, es decir, el rayo, el tamaño del punto focal, abertura de detector, etc., pero no el kernel de convolución o el tamaño de pixel.

Para evaluar los efectos del kernel de convolución: Reconstruir con los datos de exploración de la cabeza almacenados, cada kernel disponible de convolución.

Para evaluar los efectos del tamaño del píxel: Utilizando los datos crudos almacenados para las condiciones de la exploración de cabeza, reconstruir con la matriz más grande de la

imagen y “el estándar” del kernel de convolución. Repetir varias veces en los tamaños de los FOV del más pequeño al tamaño más grande disponible. Repita si otros tamaños de matriz están disponibles.

Elegir un ancho de ventana estrecho, un nivel de ventana intermedio entre los valores del pixel de los dos materiales del patrón de resolución. Una ventana más ancha puede ser necesaria para los modos de imagen donde la MTF es claramente diferente de un simple exponencial. Para cada imagen, determinar el límite observado de la resolución. Si es necesario para magnificar la imagen para visualizar el objeto de prueba, utilizar una magnificación sin reconstrucción, que no altere el tamaño real (datos) del pixel. Almacenar las imágenes de la prueba de aceptación para la comparación en mediciones del aseguramiento de la calidad.

## **MEDICION DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE MODULACIÓN**

Art. 56.- La función de transferencia de modulación, en adelante MTF describe matemáticamente la capacidad de un sistema para reproducir la gama de frecuencias espaciales en la imagen de un objeto. La MTF se puede medir de los datos del CT en varias maneras, las cuales requieren un análisis de datos por separado. Un punto infinitamente pequeño, con alto contraste (función impulso) contiene teóricamente todas las frecuencias espaciales posibles y la descripción matemática de dicha imagen, la función de la extensión del punto (PSF), se puede utilizar para derivar la MTF. Así mismo el perfil a través de la imagen de una línea infinitamente delgada (función de la extensión de línea, LSF) o un borde muy agudo (función de la respuesta del borde, ERF) puede ser también utilizada. Se debe asumir que esa resolución en el plano de la imagen es la misma en todas direcciones, una dimensión de la PSF es equivalente a la LSF. La LSF se puede obtener directamente o como la primera derivada de la ERF. La MTF es entonces la transformada de Fourier de la LSF.

El físico o ingeniero deben estar enterados de que algunos fabricantes proporcionan los objetos de prueba y el software para la determinación de la MTF, la que será suficiente en la mayoría de los casos. La siguiente discusión proporcionará un método alternativo, útil si no es proporcionado por el fabricante.

Debido a que los datos del pixel son discretos, una función apropiada es necesaria para obtener una LSF continua. A menos que los programas para derivar el MTF estén disponible en la computadora de sistema de CT, o los datos puedan ser colocados en otra computadora de línea, el proceso implica la entrada manual de muchos valores de pixel para cada MTF. En la mayoría de los sistemas de CT, muchos factores influyen en las características de la resolución espacial, pero rara vez se derivan 20 o 30 MTF's para una descripción completa. Los métodos simples que permiten que la MTF sea derivada de una cantidad pequeña de datos son por lo preferible. Uno de tales métodos es derivar la respuesta de la onda cuadrada de la función de Droege y Morin, otro es el método simplificado de Nickoloff y Riley. Aunque el método anterior tenga un valor considerable, el objeto de prueba es más difícil de fabricar. El método de Nickoloff y Riley se describirá para una LSF tomando la imagen de una hoja de cobre.

Se asume que la LSF es aproximada a una función gaussiana, una aproximación para la mayoría de los kernel clínicos de convolución sin un alto grado de magnificación del borde. Los valores del pixel se obtienen de un ROI inclusive la imagen borrosa de la hoja, contenida en la ecuación 21.

Donde  $p_x$  está normalizado por los valores del pixel. Una regresión lineal de  $Y(x)$  es función de la distancia desde el pico de la imagen de la hoja (en mm) obtenida; una buena imagen, es decir,  $R > .99$ , indica una función gaussiana de la LSF. Si  $\alpha$  es la rampa de la línea de regresión, la MTF en la frecuencia espacial  $\nu$  en de cm está dada por la ecuación 22.

La MTF resultante puede ser expresada tramando la función MTF ( $\nu$ ). O como la modulación calculada en una frecuencia de corte específica (0.1 o 0.05 son sugeridos).

## **PRUEBA DE MEDICION DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE MODULACIÓN**

Art. 57. Para efectuar la prueba de medición de la función de transferencia de modulación como una medida del límite de las características de la resolución espacial de un sistema de CT, en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Si el fantoma PSF y el programa de cómputo de MTF están disponibles del fabricante del CT, seguir el procedimiento proporcionados, de no ser así:

Colocar el fantoma en el gantry del escáner, con la hoja verticalmente orientado a través del centro de rotación y alineada perpendicular al plano de la exploración. Asegurar que ni el gantry y ni la superficie de mesa estén angulados.

Explorar el fantoma eligiendo parámetros estándar para cabeza, pero con mAs alto y espesor del corte más estrecho (asegurar que el aumento de mAs no altere la resolución).

Examinar la imagen de prueba sin magnificación en la reconstrucción (es decir, sin cambiar el FOV) y con ventanas estrechas para eliminar artefactos sutiles, extendiendo ortogonalmente la imagen de la hoja. Si son observables, realinear el fantoma y repetir la exploración. (Rayos en los bordes de la hoja suelen estar presentes y no influyen en los resultados). No procede la MTF si artefactos o lóbulos negativos significativos, adyacentes a la placa están presentes.

Repite con alta resolución la exploración de cabeza y con condiciones para cuerpo estándar.

Hacer un ROI a través de la imagen de la placa, cerca del centro de la imagen, extraer los valores del pixel, asegurar que el ROI incluya las "colas" de la distribución de la mancha.

Determinar el ángulo de la imagen de la placa con las filas del pixel, encontrar el espaciamiento del pixel (diámetro FOV/matriz), corregir el ángulo para determinar el desplazamiento X a lo largo de la fila del pixel desde el pico de la imagen de la placa. Normalizar los valores del pixel en un rango determinado por el fondo del acrílico y por el valor pico de la placa.

Determinar la MTF utilizando la rampa  $\alpha$  de la línea de regresión de la ecuación anterior.

Si la MTF medida es significativamente diferente que la dada por el fabricante, reexaminar el procedimiento por posibles errores y repetir si es necesario. La hoja debe estar perpendicular al eje de exploración; un pequeño error ( $<5^\circ$ ) puede ser significativo. Antes de reportar las discrepancias, asegurar que las condiciones de la medida no difieren de las utilizadas por el fabricante.

## **LIMITES DE LA FRECUENCIA ESPACIAL DE BAJO CONTRASTE**

Art. 58. El contraste subjetivo en CT se deberá entender como la diferencia de promedios de números CT entre dos regiones adyacentes de una imagen. Desde que los números de CT están relacionados con los coeficientes de atenuación del agua y de materiales en el voxel, el contraste se puede expresar como la ecuación 23; dónde  $\mu W(E)$ ,  $\mu_1(E)$ ,  $\mu_2(E)$  es la energía dependientes de los coeficientes de atenuación lineal de los voxeles que contiene el agua, material 1 y material 2, respectivamente; y  $k$  es una constante de los números CT (1000).

Producir una respuesta independiente a la energía requiere que los materiales 1 y 2 tengan parámetros independientes en su energía, por ejemplo, la densidad física, y que los coeficientes de atenuación de los dos materiales difieran del agua por una energía independiente y constante.

## **PRUEBA DE LIMITES DE LA FRECUENCIA ESPACIAL DE BAJO CONTRASTE**

Art. 59. Para efectuar la prueba de límites de la frecuencia espacial de bajo contraste en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Realizar la calibración de la exploración según recomienda el fabricante.

Colocar el objeto de prueba sobre la superficie de la mesa y alinear con la luz de posición con el centro de rotación. Asegurarse que el objeto este paralelo con el plano de exploración, cuidar que ni la mesa ni el gantry estén inclinados. Cuándo este apropiadamente alineado colocar una cinta para indicar la posición para el resto de la prueba.

Explorar bajo condiciones estándar de cabeza; almacenar el conjunto de datos crudos.

Examinar la imagen con un nivel de ventana estrecha a fin de observar artefactos obvios (rayos o anillos). Repetir una exploración con aire si es necesario.

Para discriminar los efectos en el contraste tomar en cuenta los siguientes parámetros:

mAs - Utilizar todas las condiciones normalizadas para la exploración de cabeza, exploración con el mAs más bajo y más alto (asegurar que los factores de resolución no varíen con el mAs).

El potencial de Tubo - Utilizando parámetros estándar de cabeza en cada kVp, explorar el fantoma, asegurado que los factores de la resolución permanecen constantes.

El aumento de la resolución en los modos de exploración - Realizar una serie de exploraciones después que variar los factores que alteran la resolución, por ejemplo, muestreo del rayo, no alterar el kernel de convolución ni el tamaño del pixel; variar sólo un factor a la vez con todos los otros factores para la exploración de cabeza.

Kernel de convolución - Utilizando el mismo conjunto de datos crudos, reconstruir la imagen con cada kernel disponible, utilizando el FoV estándar de cabeza y el tamaño de la matriz. Repetir para modos de exploración de cuerpo y pediátrico, con kernels apropiados y conjuntos de datos crudos.

Los resultados dependen de los niveles del contraste y son críticamente dependientes de la ventana elegida. El contraste depende de la sensibilidad de la anchura del perfil, por lo tanto se debe medir en espesor del corte utilizado. Empezar examinando todas las imágenes seleccionando aquellas con el nivel más alto y más bajo de ruido. Con la imagen más baja de ruido y un ROI de 100 o 200 pixeles, determinar el contraste como diferencia en el número CT entre el agujero más grande en cada sector y el plástico circundante.

Repetir para cada espesor de corte. Elegir la ventana estándar utilizada en la imagen con más ruido; medir la desviación típica o estándar del ROI con el agujero de más alto contraste.

Elegir el ancho de ventana igual al contraste entre el agujero con más alto contraste y el material circundante de ROI con +5 desviaciones estándar. Elegir el nivel de ventana a la mitad de los números CT del plástico y el agujero con más alto contraste. Mantener las mismas ventanas para todas las imágenes con el mismo espesor de corte. Grabar las imágenes en la cámara de multiformato o cámara laser, con el formato utilizado para imágenes clínicas. Para cada imagen, graficar el agujero perceptible más pequeño en cada sector como una función del contraste, en una escala de semilogarítmica; se sugiere que un agujero se debe considerar como percibido sólo si ambos agujeros de ese contraste y nivel se ven.

Desde que esto es una prueba del desempeño que depende del observador, es preferible promediar los resultados por lo menos con dos observadores, en condiciones cuidadosamente estandarizadas. Debido a que las posiciones de todos agujeros se conocen a priori, los lectores tienden a sobreestimar los límites del contraste. Almacenar todas las imágenes para la referencia futura en el aseguramiento de la calidad.

## **CALIDAD DE IMAGEN DEL VÍDEO Y DE LAS CÁMARAS LASER Y MULTIFORMATO EN LOS EQUIPOS DE TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA**

Art.- 60. En la mayoría de las circunstancias clínicas, el médico intérprete se auxilia de una

imagen registrada en una transparencia generada en una cámara láser o multiformato. Idealmente, la imagen de transparencia reproduce la calidad de la imagen original mostrada en el monitor de sistema, y ese monitor reproduce la calidad disponible de la imagen.

El procedimiento para verificar la calidad de imagen de los monitores será utilizando un patrón de prueba digital, el cual deberá estar disponible en la mayoría de fabricantes de CT como un archivo de datos almacenado como imagen para el arreglo y la evaluación de imágenes mostradas y registradas. Alternativamente un patrón generador (disponible con vendedores de accesorios) puede ser utilizado.

## **PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DE LA PANTALLA E INICIALIZACIÓN**

Art. 61. Para efectuar la prueba de calidad de imagen del video en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

Limpiar la superficie del tubo de rayos catódicos (CRT), inclusive las superficies del frente y atrás de antipantallas reflectoras presentes, con limpiador apropiado y una tela suave.

Reducir la iluminación del cuarto al nivel normal que visualización. (Nota: los niveles típicos de luminancia deben estar en el orden de los 5 a 10 Lux (cd/m<sup>2</sup>) o menos).

Mostrar el patrón de prueba de SMPTE en el tubo de rayos catódicos.

Ajustar el ancho de ventana para abarcar la gama de los números que comprenden el patrón de prueba de SMPTE.

Ajustar el nivel de ventana a un valor bajo o mediano de ventana (dependiendo del software en particular) para que el patrón completo pueda ser visible.

Girar los controles del brillo y contraste completamente a la izquierda.

Girar el control de brillo a la derecha hasta que el patrón de vídeo de trama sea apenas visible en el tubo de rayos catódicos.

Girar el control del contraste a la derecha hasta que la imagen sea brillante y clara, y el 95% a 100% de los parches se separen claramente. No aumentar el contraste más allá del punto donde los alfanuméricos llegan a ser borrosos o pasan como rayas en el monitor.

Examinar la imagen en lo siguiente:

El 5% de los parches deben ser apenas visibles dentro del 0% del parche;

El área del 0% del parche debe ser casi negra con líneas de trama apenas visible;

El 95% del parche debe ser visible dentro del 100% del parche;

Los alfanuméricos deben ser delineados y claros.

Repetir el procedimiento para cada monitor, por ejemplo: la consola del operador, la consola del médico, de manera que cada una parezca semejante.

Algunos monitores de vídeo no tienen una adecuada "abrazadera negra"; Consecuentemente, las áreas negras de la imagen aumentarán en el brillo según se ajusta el contraste. En este caso, el control de brillo se tendrá que girar a la izquierda para mantener el brillo de las áreas negras según el contraste se aumenta.

## **PRUEBA DE INICIALIZACIÓN DE LA IMAGEN DE LA CÁMARA MULTIFORMATO O LASER**

Art. 62. Para efectuar la prueba de la cámara multiformato o laser se deberá hacer lo siguiente:

Utilizando los métodos estándar de sensitometría, asegurar que el procesador de película

esta en un nivel óptimo, utilizando el mismo tipo de película expuesta en la copia dura de la cámara.

Para copia dura de vídeo cámaras, limpiar todas superficies ópticas con un limpiador apropiado, el lente se debe limpiar inclusive al frente del tubo de rayos catódicos, el espejo y otras superficies ópticas.

Mostrar el patrón de prueba de SMPTE con la ventana y el nivel descrito en el procedimiento visual anterior.

Ajustar los controles de copia dura de cámara para que las densidades de la película correspondan a los sugeridos en la tabla 12, para los pasos apropiados de la escala de gris.

Examinar la imagen de la copia dura y comparar con la vista del monitor.

Interpretación: Si la DO (densidad óptica) del 0% del paso es aumentado más allá del  $2.45 \pm 0.10$ , la visibilidad de las densidades más altas se complicará. Si se desea más contraste en las imágenes clínicas, la ventana y el nivel se deben ajustar. Las densidades producidas en la película deben ser como las descritas aquí, se puede asegurar que toda la información en la señal vídeo o datos digitales se muestran para que pueda ser percibida por el observador.

### **PRUEBA DE DOSIS DE RADIACIÓN (CTDI O MSAD)**

Art. 63. Para efectuar la prueba de dosis de radiación en equipos de tomografía axial computarizada se deberá hacer lo siguiente:

En una exploración de CT, la rotación de la fuente de radiación tiene como resultado una banda estrecha, extendida parcialmente o completamente alrededor del paciente.

Con cambio de tubo, se deben evaluar los artefactos en el fantoma, espesor del corte, calibración de números CT, resolución espacial y dosis de entrada (CTDI).

Dentro del volumen del corte, la distribución de dosis exhibe la simetría del arco de teleterapia. La forma de la distribución es función del arco de exploración, la cual varía de  $180^\circ$  a  $> 400^\circ$  en sistemas clínicos. En o cerca de la superficie de piel, la dosis de una sola exploración (D) varía con el potencial de tubo, con la filtración de rayo, los mAs, la distancia piel-fuente (SSD), y factores de atenuación propios del paciente.

Colocar el fantoma de dosimetría de cabeza para CT en la mesa del paciente, alinear el fantoma con el eje de exploración y con el plano del corte a la mitad del fantoma.

Hacer una exploración de cabeza con un espesor de corte de 5-6 mm, observar la imagen ajustándola hasta que tres agujeros en la barra de alineación se ven claramente, realinear el fantasma si es necesario. En la técnica para cabeza se recomienda un FOV de 20 cm y anchos de ventana de 50 a 100 HU.

Colocar la cámara de ionización en el agujero cercano a la superficie, correspondiendo al punto máximo de dosis. Medir la exposición integrante para todas las técnicas de cabeza, en todas las estaciones calibradas de kVp, para CTDI, las mediciones son hechas colocando la cámara de ionización en agujeros cercanos a la superficie del fantoma y también en su centro.

Adquirir las imágenes con los valores de Kv y mA clínicamente utilizados, con diferentes tiempos y diferentes algoritmos de reconstrucción

Dependiendo del tipo de fantoma y de cámara de ionización la cuantificación de la dosis puede ser CTDI<sub>fd</sub> o CTDI<sub>100</sub>.

Si la lectura se hace con TLD, tomar en cuenta el espesor de estos (0.9 cm), la exploración debe hacerse con espesores de corte de 3 mm.

Realizar medidas para todos los espesores de corte disponibles. Repetir con fantomas de cuerpo y niño apropiados.

Los valores de MSAD se deben determinar para toda condición estándar de exploración.



Los valores de dosis se calculan a partir de las lecturas obtenidas con la cámara de ionización tipo lapicero, con un medio dispersor o fantoma de acreditación (PMMA) para simulación de cráneo, columna o abdomen. La prueba se recomienda anual.

Las fórmulas a utilizar en el cálculo de la dosis, para cámara de 10 cm esta dada por las ecuaciones 25 y 26.

## **CAPITULO CINCO EQUIPOS DE RADIODIAGNOSTICO DENTAL**

### **PRUEBA DE FILTRACIÓN**

Art. 64. Para efectuar la prueba de la filtración en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Utilizar los atenuadores de aluminio RMI, Victoreen u otro fabricante de aluminio Alloy 1100.

Colocar el stand sobre el detector de exposición.

Ubicar el colimador cilíndrico del equipo de Rayos-X dental lo mas cerca posible de la parte superior del stand.

Hacer una exposición con un tiempo de 0.5 segundos o de tal manera que se obtenga una exposición de al menos 120 mR, registrar el valor.

Colocar un atenuador de aluminio con espesor de 1 mm sobre el stand.

Realizar la exposición, registrando el valor en mR en la tabla correspondiente.

Repetir el procedimiento d) y e) incrementando el espesor de aluminio hasta alcanzar 5 mm de espesor.

Graficar los resultados en papel semilogaritmico o por computadora; identificar el valor medio de la exposición inicial (sin atenuador).

Según el voltaje del equipo, el valor de Capa Hemirreductora mínima esperada será de acuerdo a la tabla 13.

### **PRUEBA DE EXACTITUD DEL TEMPORIZADOR**

Art. 65. Para efectuar la prueba de exactitud del temporizador en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar en colimador cilíndrico sobre un medidor de tiempo.

Hacer una exposición de 0.3 segundos, registrando el valor medido en el dispositivo electrónico.

Repetir el paso anterior para tiempos de 0.5, 0.8 y 1 segundo.

En los casos en que el generador tenga los tiempos pre-programados, verificar en el manual del fabricante. Calcular el porcentaje de error del valor medido con el valor ajustado en el panel del generador utilizando la ecuación 3.

El valor máximo de tiempo de exposición, no debe exceder de 5 segundos o del tiempo requerido para entregar 50 mAs.

### **PRUEBA DE EXACTITUD DEL KILOVOLTAJE**

Art. 66. Para efectuar la prueba de exactitud del kilovoltaje en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el colimador cilíndrico del tubo de rayos-x sobre un medidor no invasivo de Kilovoltaje pico o efectivo.

Registrar el valor de Kilovoltaje correspondiente, tomando en cuenta los valores de tiempo mínimo para el kilovoltaje del tubo dados en la tabla 14.

Calcular el porcentaje de error de la lectura obtenida, utilizando la ecuación 3.

## **PRUEBA DE REPRODUCIBILIDAD DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN O REPRODUCIBILIDAD DE LA EXPOSICIÓN**

Art. 67. Para efectuar la prueba de reproducibilidad del tiempo de exposición o reproducibilidad de la exposición en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el tubo sobre el dispositivo de medición a la distancia establecida por el fabricante del equipo.

Hacer los ajustes necesarios en el aparato de medición, tales como colocar el interruptor en modo radiográfico, estar seguro del tiempo mínimo de respuesta y del kilovoltaje mínimo sensible por el medidor; si es aplicable elegir el rango adecuado de medición del aparato.

Seleccionar en el panel del generador de rayos-x odontológico, el tiempo de exposición; se recomiendan 0.3 segundos.

Realizar 6 exposiciones y anotar en cada una los respectivos valores de tiempo y exposición.

Hacer la evaluación estadística de los resultados, distinguiendo el coeficiente de variabilidad, valor promedio y desviación estándar de las mediciones.

## **PRUEBA DE LINEALIDAD DE LA DOSIS DE EXPOSICIÓN CON EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN**

Art. 68. Para efectuar la prueba de linealidad de la dosis de exposición con el tiempo de exposición en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar el colimador cilíndrico sobre el detector de exposición.

Seleccionar del panel de control 0.1 segundos.

Realizar la exposición registrando el valor correspondiente de exposición en mR.

Repetir los literales b) y c) variando los tiempos en 0.3, 0.5, 0.8 y 1.2 segundos.

Graficar los resultados con una curva de exposición versus tiempo tal como se muestra la figura 33.

Evaluar la linealidad del gráfico obtenido utilizando la ecuación 5.

## **PRUEBA DE DOSIS DE ENTRADA EN LA PIEL DEL PACIENTE**

Art. 69. Para efectuar la prueba de dosis de entrada en la piel del paciente en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar en tubo de rayos-x, sobre el detector de radiación (en modo de dosis) a la distancia "salida del tubo-piel", que el operador utiliza en los pacientes.

Realizar una exposición con el parámetro clínico generalmente utilizado en el equipo.

Registrar el valor de exposición obtenido, comparándolo con los rangos mostrados en la tabla 15.

Hacer la evaluación de dosis de entrada en cada uno de los parámetros clínicos utilizados.

## **PRUEBA DEL TAMAÑO DEL CAMPO**

Art. 70. Para efectuar la prueba del tamaño del campo en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Colocar la salida del tubo sobre una película radiográfica.

Realizar una exposición con un tiempo de 0.5 segundos.

Revelar la película expuesta y evaluar los resultados.

El haz de radiación primaria debe colimarse al final de la salida del tubo en un círculo no mayor a 7 centímetros de diámetro, o un rectángulo de área no mayor a 38.5 centímetros cuadrados.

### **PRUEBA DEL PATRÓN DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA**

Art. 71. Para efectuar la prueba del patrón de la imagen radiográfica en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Observar en una imagen clínica, borrosidad, manchas o cualquier alteración u artefactos en la imagen radiográfica.

Revisar las condiciones del revelado, almacenamiento de las películas, proceso de revelado y fecha de vencimiento de los químicos y películas.

### **PRUEBA DE INTEGRIDAD DE LAS VESTIMENTAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Art. 72. Para efectuar la prueba de integridad de las vestimentas de protección individual en Equipos de Radiodiagnóstico Dental se deberá hacer lo siguiente:

Mediante inspección visual evaluar el estado de la vestimenta de protección, localizando averías o dobleces en la integridad de la misma.

Inspeccionar las condiciones de almacenamiento de la misma verificando que cumpla con las especificaciones mínimas necesarias para protección radiológica odontológica (espesor equivalente de 0.25 mm de Pb, protector de tiroides integrado, no presenta aberturas en la superficie).

## **CAPÍTULO SEIS SENSIBILIDAD DE LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA**

### **PRUEBA DE PROCEDIMIENTO PARA SENSITOMETRIA**

Art. 73. Para efectuar la prueba de procedimiento para sensitometría en la película radiográfica se deberá hacer lo siguiente:

Elegir el color de luz para exponer la película. Se debe exponer con el mismo color emitido por la pantalla intensificadora, recomendada por el fabricante, por ejemplo: cuando se usa una pantalla intensificadora de luz azul, se debe seleccionar la posición "AZUL".

El tiempo de exposición se coloca de acuerdo con la recomendación del fabricante de la película radiográfica.

Insertar la película con la emulsión para abajo, así el borde de atrás estará sobre el tope.

Hacer presión en la tapa hacia abajo y sujetar firmemente hasta que suene el indicador sonoro. Siempre poner presión en el centro de la tapa.

Dejar libre la tapa y quitar la película inmediatamente.

Revelar la película en el procesador para monitoreo.

Apuntar los siguientes datos en la película después de revelar: Temperatura del líquido revelador en el procesador durante el procedimiento, Fecha y hora del monitoreo, Identificación del procesador (Marca, Moldeo y número de serie), Identificación de la película (Marca, Modelo y Fecha expiración de la película), Identificación del vendedor de la película y del revelador, Luz de exposición (Azul o Verde), Proporción de reposición de revelador.

Para establecer los datos de control, se debe leer la película en un densitómetro calibrado con una abertura de 2 mm, estableciendo el Índice de Velocidad, Índice de Contraste y Valor de Base+Velo.

Valor Base+Velo: Corresponde a la densidad óptica del paso 1, es la parte de menor exposición. Es la densidad de la base soporte más cualquier emulsión de plata en la zona donde ocurre una exposición insignificante.

Índice de Velocidad: Es el paso en la película expuesta con una densidad más cercana a 1.0 + valor Base+Velo. Este paso es un indicador directo de velocidad de la película. Variaciones en condiciones del procesador se supervisan en este paso.

Índice de Contraste: es la sección de línea directa de la curva H-D o D-log E, se escoge con el paso más cerca pero no más grande que 2.2 DO. Luego se sustrae de este paso el paso más cerca pero no menos de 0.45 DO. El índice de contraste se usa para supervisar variaciones del procesador en conjunto con el Índice de Contraste.

Para realizar el procedimiento descrito anteriormente, se debe tomar en cuenta que:

Se debe dejar la temperatura del procesador y de los químicos llegar al equilibrio cuando empieza la jornada de trabajo, antes de procesar la película.

Correr una película para limpiar, antes de empezar.

Orientar la película adentro del procesador en una forma consistente, asegurando el lado de emulsión que se inserta, por especificación del fabricante del procesador.

Después de terminar de procesar la película marcar la fecha, hora y número de identificación del procesador en el lugar designado de la película.

## **CAPÍTULO SIETE SISTEMA DE REVELADO AUTOMÁTICO Y CUARTO OSCURO**

### **PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD DEL REVELADOR AUTOMÁTICO DE PELÍCULAS RADIOGRÁFICAS**

Art. 74. Para efectuar la prueba de control de calidad del revelador automático de películas se deberá hacer lo siguiente:

En el cuarto oscuro, coloque una película en el sensitómetro y expóngala a luz verde o azul, de acuerdo al tipo de sensibilidad de la película.

Revele la película en el procesador automático.

Lea con el densitómetro, de acuerdo al protocolo para sensitometría y anótelos en la tabla 16.

Repita cinco veces a diferentes horas del mismo día, los pasos del 1 a 3 y anote el promedio de cada parámetro como valor de referencia en la hoja de control respectiva para establecer los parámetros de control.

Cada día realice los pasos del 1 al 3 y señale cada uno de los parámetros sobre la hoja de control.

El paso 4 se debe realizar solamente al iniciar el programa de control de calidad o al cambiar el tipo de solución (revelador y fijador) o cuando haya cambio de marca de película.

### **PRUEBA DE VERIFICACION DE LUZ DE SEGURIDAD EN EL CUARTO OSCURO**

Art. 75. Para efectuar la prueba de verificación de luz de seguridad en el cuarto oscuro se deberá hacer lo siguiente:

### **METODO A**

Asegúrese que los filtros de seguridad son los recomendados por el fabricante de la película y que no estén rajados o con agujeros. (Revise que la potencia del bombillo no sea mayor de 15 watts) y mida la distancia desde la luz de seguridad a la bandeja del procesador y mesa de trabajo.

Apague todas las luces en el cuarto oscuro y espere 5 minutos o hasta que los ojos se adapten a la oscuridad.

Busque filtraciones de luz cerca de puertas, pasaplaques, procesador, esquinas y cielo raso. Las filtraciones pueden ser direccionales (no visibles en una posición, pero evidentes desde otra a medida que uno se mueve).

Elimine todas las filtraciones aparentes, antes de continuar.

En total oscuridad, saque una película 8 x 10 de uso común de su caja y colóquela en el sensitómetro. Si la película no es mamográfica, exponga la película de acuerdo a la luz que emite la pantalla intensificadora a ambos lados. Si la película es mamográfica, exponga la emulsión hacia abajo (lado mate). Gire la película horizontalmente 180 grados y exponga el otro lado, nuevamente con la emulsión hacia abajo (tiene ahora dos imágenes latentes sobre ambos lados de la película).

Coloque la película expuesta debajo del carton opaco, cubriendo solo la mitad de la película.

Encienda la luz de seguridad y espere dos minutos.

Procese la película en total oscuridad, al introducirla en el procesador, los lados largos deben estar paralelos con los bordes de la bandeja.

Lea en el densitómetro el lado no expuesto a la luz de seguridad, el paso que tenga una densidad cercana a 1.4 DO

Lea el mismo paso en el lado expuesto a la luz de seguridad.

Para determinar la densidad del velo, reste la densidad del paso no expuesto de la densidad del paso expuesto, como lo indica la ecuación

### **METODO B**

En el cuarto oscuro asegúrese de que el filtro de la luz de seguridad es el especificado por el fabricante de la película y que no este rajado o con agujeros resultantes de la expansión y contracción, por el calor. Anotar el tipo de filtro, revise que la potencia del bombillo sea el indicado por el fabricante y mida la distancia entre el filtro y la mesa de trabajo y la bandeja de la procesadora.

Cargue una caseta 8 x 10 y expóngala a rayos-x a una DFP de 40 pulgadas con 40 Kvp y 3 mAs (para producir una DO aproximada de 1.00)

Lleve la caseta al cuarto oscuro y apague todas las luces (iluminación general y luz de seguridad). Espere 5 minutos o hasta que se adapte a la oscuridad. Encienda la luz de seguridad.

Coloque la caseta sobre la mesa de trabajo, descargue la película y cubrala con el carton opaco. Cubra la mitad derecha de la película con el cartón. Ahora del lado izquierdo cubra 4/5 partes de la película, espere 1 minuto y mueva hacia abajo, espere otro minuto y así sucesivamente hasta que alcance las 2/5 partes, no exponga la última franja de la película.

Coloque la película en el negatoscopio y con el densitómetro registre las densidades de acuerdo al tiempo total de exposición en cada recuadro. Mida también la densidad promedio de la mitad derecha. Esta es la densidad Velo+ Base.

El velo para la película mamográfica no debe ser mayor de 0.02 DO. Si el velo es mayor, debe determinarse la fuente del velo y corregirse. Aunque este criterio parezca estricto, es fácil

de cumplir, si los filtros de seguridad son apropiados y si la potencia de los bombillos y distancia son los recomendados por el fabricante de las películas.

Para películas utilizadas en odontología y radiología convencional el velo no debe ser mayor de 0.05.

### **TÍTULO III DEL TITULAR DE SERVICIOS TECNICOS DE CONTROL DE CALIDAD**

#### **CAPITULO I DEL PERMISO**

##### **REQUISITOS PARA OBTENER PERMISO**

Art. 76. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, interesada en obtener Permiso de Servicios Tecnicos para realizar pruebas de control de calidad a equipos de Rayos X debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Presentar solicitud dirigida a la Autoridad Reguladora (Dirección General de Salud),
- b) La solicitud contendrá nombre completo del solicitante, edad, profesión, domicilio y nacionalidad; en el caso que el solicitante tuviere conocido por, se tendrá que establecerlo, debiendo hacer mención de los datos que le corresponden en su Documento Unico de Identidad; si actúa por sí, por mandato o en calidad de Representante Legal, siendo necesario presentar el documento respectivo que lo acredita como tal, en copia certificada por Notario.  
En el caso de ser persona extranjera, deberá presentar el permiso vigente de extranjero residente en nuestro país, extendido por el Ministerio de Gobernación, además de su Pasaporte vigente,
- c) Las personas jurídicas harán la solicitud a través de su representante legal, quien deberá acreditar su personería y la existencia de su representada,
- d) Indicar la práctica o actividad para la cual solicita el permiso,
- e) Señalar lugar para ofr notificaciones, teléfono, fax o correo electrónico,
- f) Lugar y fecha,
- g) Firma del solicitante

Además debe proporcionar la información y documentación siguiente:

- a) Manual de protección y seguridad radiológica,
- b) Procedimientos de las pruebas de control de calidad, el cual como mínimo debe contener las pruebas y los parámetros de aceptación descritos en el presente Procedimiento,
- c) Designación del responsable de protección radiológica, así como la nómina de los trabajadores ocupacionalmente expuestos que participarán en las pruebas,
- d) Se incluirá para estos trabajadores, los cuales deben ser mayores de edad, los datos personales siguientes:
  - I. Documento Unico de Identidad,
  - II. Constancia de haber recibido y aprobado un curso de control de calidad en una institución reconocida,
  - III. Curriculum vitae,
  - IV. Dosis de Radiación recibida hasta la fecha,
  - V. Profesión u oficio,
  - VI. Cargo que desempeña,
  - VII. Teléfono.
- e) Descripción detallada de los equipos e instrumentos que utilizará en el servicio que va

- a prestar,
- f) En el caso que el solicitante prevea tener instalaciones de seguridad especiales para la ejecución de los trabajos, se requerirá de los Permisos respectivos.

La Autoridad Reguladora realizara un examen de suficiencia teorico y práctico al personal tecnico, previo a otorgar la autorizacion correspondiente y para su renovacion.

Para realizar pruebas de control de calidad a equipos de Rayos X, como minimo deben poseer la siguiente instrumentacion:

- a) Instrumentacion para verificar el Funcionamiento electromecanico;
- b) Dispositivos para comprobacion de la exactitud de los selectores de control de Radiación, como medidores de Kilo voltaje, mili amperaje y tiempo;
- c) Cámaras de ionización y electrometros para medir la dosis;
- d) Maniquies de resolución espacial, para medir la calidad de imagen;
- e) Monitores portátiles de Radiación para realizar mediciones en las áreas de trabajo;
- f) Dosímetros personales.

## **CAPITULO II OBLIGACIONES, RESPONSABILIDADES Y PROHIBICIONES**

### **OBLIGACIONES DEL TITULAR**

Art. 77. El Titular de servicios tecnicos de control de calidad tendra las obligaciones siguientes:

Realizar pruebas de control de calidad de acuerdo a los parámetros establecidos en el presente procedimiento.

Presentar al usuario o interesado los resultados de las pruebas realizadas conteniendo como mínimo : resultados de las mediciones, pruebas mismas basandose en el procedimiento utilizado, placas radiográficas, analisis matemático y estadistico de los resultados de cada prueba según corresponda, especificaciones técnicas del equipo, rangos de aceptación y la fecha de realizacion de las pruebas.

### **RESPONSABILIDAD DEL TITULAR**

Art. 78.- El Titular de servicios tecnicos de control de calidad será el responsable directo por la seguridad radiologica de los trabajadores; y deberá cumplir con lo establecido en el Permiso respectivo y con los requisitos aplicables que establece el Reglamento Especial de Proteccion y Seguridad Radiologica; asi como hacer todo lo pertinente para garantizar la proteccion de la vida, la salud y el medio ambiente.

### **PROHIBICIONES DEL TITULAR**

Art. 79. Se prohíbe que el El Titular de servicios tecnicos de control de calidad realice los siguientes actividades:

- (g) Inspecciones,
- (h) Auditorias,
- (i) Evaluaciones y dictámenes de seguridad,
- (j) Informes de seguridad,
- (k) Dar como aceptado o no un equipo,

(l) Extender acreditaciones o certificaciones de ningun tipo.

## **SANCIONES**

Art. 80. El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente norma será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Código de Salud y en el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica.

## **TITULO IV DISPOSICIONES FINALES**

### **ANEXOS**

Art. 81. Forman parte de esta norma los anexos siguientes:

- Anexo I. Figuras de Imágenes sobre las pruebas
- AnexoII. Ecuaciones y ejemplos
- AnexoIII. Tablas y cuadros

### **REVISION Y ACTUALIZACION**

Art. 82.- La presente Norma y sus Anexos podrán ser revisados y actualizados cada dos años a de acuerdo a la pertinencia de la misma.

### **VIGENCIA**

Art. 82. El presente Acuerdo entrará en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.-

COMUNIQUESE. (Rubricado por el señor Presidente de la República), El Señor Ministro de Salud Pública y Asistencia Social, (f) Maza B.

DIOS UNION LIBERTAD

DR. JOSE GUILLERMO MAZA BRIZUELA  
MINISTRO.