



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
BAJÍO

**SECRETARIA DE SALUD
HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD
DEL BAJIO**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y DE
SEGURIDAD RADIOLÓGICA**

**RADIOTERAPIA
ACELERADOR LINEAL
TOMOTHERAPY HDA**



SECRETARÍA DE SALUD
HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD
DEL BAJO

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y DE
SEGURIDAD RADIOLÓGICA

RADIOTERAPIA
ACELERADOR LINEAL
TOMOGRÁFICA Y TERAPEUTICA



HRAE BAJIO

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO I

**PROCEDIMIENTO DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA DEL
ACELERADOR LINEAL**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/PSR/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



MINISTERIO DE SALUD

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO I

PROCEDIMIENTO DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA DEL ACCELERADOR LINEAL

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOPSRV01-18

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

Dr. Juan Luis Hernández Gómez
Director y Responsable Legal

M. en C. Yenny Aída Carrasco Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica



I.- Procedimiento de protección y seguridad radiológica de Tomotherapy TomoHDA

OBJETIVOS

Definir los procedimientos de protección y seguridad radiológica de Tomotherapy TomoHDA.

SIGLAS Y DEFINICIONES GENERALES PARA ESTE MANUAL

SIGLAS

ALARA (As Low As Reasonably Achievable): Principio utilizado para limitar la exposición a la radiación de las personas a niveles tan bajos como sea razonablemente posible.

CNSNS (Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias): Es un órgano descentralizado de la Secretaría de Energía, con funciones asignadas por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, además de responder a compromisos y requerimientos internacionales en las áreas de seguridad nuclear, radiológica y física, así como de salvaguardias.

ESR (Encargado de Seguridad Radiológica): Es el individuo responsable de la implementación y mantenimiento del Programa de Seguridad Radiológica en la instalación. El ESR debe ser reconocido por la CNSNS a través de los trámites correspondientes.

POE (Personal Ocupacionalmente Expuesto): Son empleados del HRAEB que han sido entrenados en los fundamentos de la seguridad radiológica y cuya función laboral requiere trabajar con equipo que emita radiación ionizante. El POE debe ser reconocido por la CNSNS a través de los trámites correspondientes.

DEFINICIONES GENERALES

RADIACIÓN IONIZANTE: Radiación electromagnética tal como los rayos X producidos por el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, manufacturado por *Accuray*, que tiene suficiente energía para remover electrones de átomos o moléculas, es decir, para la creación de iones.



FUENTE DE RADIACIÓN IONIZANTE: Cualquier dispositivo o sustancia que emita radiación ionizante en forma cuantificable. En el caso del equipo *Tomotherapy Tomo HDA* está constituido por un Acelerador Lineal con energía máxima de fotones de 6 MV.

BÚNKER: Estructura que forma la sala de tratamiento destinada a contener el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*. La función principal del búnker es aislar a la Tomoterapia, disminuyendo (siguiendo el principio *ALARA*) la intensidad de la radiación ionizante fuera del mismo, con el objeto de proteger al personal que se encuentre en las zonas aledañas.

DETECTOR DE RADIACIÓN: Equipo utilizado para cuantificar la rapidez de exposición en un campo de radiación ionizante X o gamma. En nuestro caso, un detector de gas, tipo *Geiger-Müller*.

LEVANTAMIENTO DE NIVELES DE RADIACIÓN: Acción de medir la rapidez de exposición con un detector de radiación ionizante tipo *Geiger-Müller*.

RAPIDEZ DE EXPOSICIÓN: Es la unidad de medición típica de muchos detectores tipo *Geiger-Müller* que se puede extrapolar a la razón del equivalente de dosis mediante la equivalencia de $100mR \rightarrow 1 mSv$.

NIVEL DE REGISTRO: El nivel de registro es un valor definido para el equivalente de dosis, por encima del cual la información tiene el interés suficiente desde el punto de vista de la seguridad radiológica, para su registro y conservación. El nivel de registro para el *POE* durante las actividades relacionadas con el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, es $0.1 mSv$ por mes.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN: El nivel de investigación es un valor del equivalente de dosis que se considera suficientemente importante para justificar una investigación de las causas por las que se rebasó. El nivel de investigación para el *POE* durante las actividades relacionadas con el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, es $2 mSv$ por mes.

NIVEL DE INTERVENCIÓN: El nivel de intervención es el valor del equivalente de dosis, que de superarse, indica una situación que requiere tomar medidas correctivas. El nivel de intervención para el *POE* durante las actividades relacionadas con el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, es $3 mSv$ por mes.

EXPEDIENTE DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA: Carpeta que contiene la documentación relacionada con las actividades de protección radiológica.



CALIBRACIÓN DEL HAZ DE RADIACIÓN: Es la certificación mediante un protocolo internacional aprobado (por ejemplo, el protocolo *IAEA TRS_398* o el protocolo *AAPM TG_51* para Aceleradores Lineales convencionales) en el que el Acelerador Lineal se ajusta para que $1 \text{ UM} = 1 \text{ cGy}$.

En el caso especial de la Tomoterapia, el concepto cambia, y de acuerdo con el reporte *TG_148* de la *AAPM*, con la calibración se verifica la constancia de la rapidez de dosis de 850 cGy/min . El empleo de protocolos estandarizados para la determinación de la dosis absorbida asegura que las mediciones tengan trazabilidad hacia una referencia que avala un laboratorio dosimétrico certificado.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: Documento emitido por un prestador de servicios autorizado por la *CNSNS* o por un Laboratorio de Dosimetría Estándar Primario o Secundario (*ININ*, etc.), en el que se asienta el resultado de la calibración realizada al detector de radiación ionizante (medidor de nivel de radiación) o medidor de dosis (cámara de ionización, electrómetro, etc.).

FACTOR DE CALIBRACIÓN: Valor numérico que permite corregir la lectura de un equipo.

MEDIDOR DE DOSIS: Sistema que permite obtener la medición de la radiación ionizante con alto grado de exactitud y precisión. En nuestro caso se trata de cámaras de ionización cuyo principio de funcionamiento se basa en la cuantificación de la ionización de las moléculas de aire (que ocupan el volumen activo del detector) por acción de la radiación ionizante.

INSTALACIÓN: Proceso a través del cual, el fabricante o el distribuidor realiza el montaje de los componentes del equipo en el sitio, para energizarlo y asegurar que opera conforme a lo establecido por el fabricante.

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN: Protocolo que establece el fabricante del equipo, el cual debe ser seguido por el usuario y el personal del distribuidor, para comprobar que el equipo opera a satisfacción y cumple con las especificaciones de fábrica.

COMISIONAMIENTO: Proceso que en los Aceleradores Lineales se realiza posteriormente a las pruebas de aceptación y permite que los físicos médicos comprueben que las distribuciones de dosis medidas corresponden a las calculadas por el sistema de planeación. En un equipo de Tomoterapia, este proceso se realiza simultáneamente a las pruebas de aceptación, pues el equipo es pre-comisionado en fábrica y verificado en sitio.



PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y COMISIONAMIENTO DEL EQUIPO *TOMOTHERAPY TOMO HDA*:

ATP/Com (Acceptance Test Procedures and Commissioning).

En el caso del equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, se rompe con el concepto tradicional de pruebas de aceptación y comisionamiento como procesos separados, proceso usual en los Aceleradores Lineales convencionales, pues el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, es cuidadosamente pre-comisionado en la fábrica antes de ser embarcado a su destino final, el cliente. Una vez instalado, las pruebas de *ATP* y comisionamiento son realizadas para:

- Demostrar funcionalidad y desempeño del sistema.
- Demostrar que el sistema está listo para obtener barridos de imágenes de manera segura y confiable.
- Demostrar que el sistema está listo para los procedimientos de suministrar tratamientos seguros y efectivos.
- Garantizar que las propiedades dosimétricas del sistema sean consistentes con las del pre-comisionamiento en fábrica.
- Demostrar el alineamiento del haz.
- Verificar la constancia de la dosis absorbida en condiciones de referencia y la constancia de la energía del haz.
- Verificación del desempeño normal de los tratamientos con *IMRT*.
- Verificar los mecanismos de los interlocks de seguridad.
- Verificar el sistema de planeación, etc.

DOSÍMETRO PERSONAL: Cristales diseñados para medir dosis absorbida. Existen dos tipos de ellos: termoluminiscentes *TLD* y fotoluminiscentes *OSL* (Optically Stimulated Luminescence). Ambos se excitan cuando la radiación ionizante incide sobre ellos; y se des-excitan emitiendo luz al calentarlos a unos cientos de grados centígrados durante un tiempo prolongado en el caso de los *TLD*'s y al hacer incidir luz visible sobre ellos; en el caso de los *OSL*'s, la cantidad de luz emitida durante el calentamiento es proporcional a la dosis absorbida por el dosímetro.

INTERLOCK: Mecanismo de seguridad que evita que el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, lleve a cabo alguna acción como la emisión de radiación o giro del gantry, en caso de que algún otro subsistema no esté listo: puerta de acceso a la sala de tratamiento abierta o baja temperatura del refrigerante a la salida de la fuente.

EMERGENCIA: Acción y efecto de emerger. Asunto que requiere especial atención y urgencia.



E-STOP (paro de emergencia): Acción que detiene la emisión de radiación ionizante y, el movimiento del gantry y la mesa de tratamiento del equipo *TomoTherapy Tomo HDA*. Sin embargo, no desconecta el suministro de corriente eléctrica.

E-OFF (apagado de emergencia): Acción que detiene la emisión de radiación ionizante y, el movimiento del gantry y la mesa de tratamiento del equipo *TomoTherapy Tomo HDA* mediante la desconexión del suministro de corriente eléctrica.

MODO CLÍNICO: Modo de operación normal del equipo *TomoTherapy Tomo HDA* que se utiliza para tratar pacientes. En el modo clínico se cuenta con todos los interlocks, incluyendo los botones de E-Stop. Algunos procedimientos de servicio pueden requerir operar en modo clínico.

MODO DE SERVICIO: Modo de operación del equipo *TomoTherapy Tomo HDA* que se distingue porque la computadora del ingeniero de servicio está conectada a la consola de operación del equipo. En el modo de servicio, el equipo *TomoTherapy Tomo HDA* puede ser controlado desde la computadora del ingeniero de servicio. El modo de servicio es de uso único y exclusivo de los ingenieros de servicio autorizados por la empresa *Cyber Robotic*.

GANTRY: Es la estructura en forma de anillo giratorio que soporta los componentes de generación de radiación del equipo *TomoTherapy Tomo HDA*.

SISTEMA DE BASE DE DATOS (RACK DE COMPUTADORAS EN PARALELO): Las estaciones de planeación y de operación están enlazadas mediante una rack de computadoras y discos duros que proveen de funciones de procesamiento y almacenamiento de la información (cálculo y almacenamiento de los planes de tratamiento, imágenes de verificación diaria del posicionamiento del paciente con los desplazamientos calculados a partir de ellas, información demográfica de los pacientes, algoritmo y modelo del haz de radiación, esquemas de optimización, etc.).

COMPUTADORA DE SERVICIO: Es la computadora que utiliza el ingeniero de servicio de *Cyber Robotic* para realizar algunas de sus funciones de mantenimiento al equipo *TomoTherapy Tomo HDA*. Esta computadora cuenta con una serie de programas y herramientas que permiten controlar directamente el equipo de Tomoterapia. Cuando la computadora de servicio está conectada al equipo de Tomoterapia, mientras éste se enciende; la Tomoterapia entrará en modo de servicio. La computadora de servicio es de uso único y exclusivo de los ingenieros de servicio autorizados por la empresa *Cyber Robotic*.



ESTACIÓN DE PLANEACIÓN (Planning Station): Es la computadora donde se realiza la planeación del tratamiento de los pacientes en el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*.

ESTACIÓN DE OPERACIÓN (Operating Station): Es la consola de operación del equipo *Tomotherapy Tomo HDA* en modo clínico.

RESPONSABILIDADES

- El *ESR* de la *Tomotherapy* es el responsable del Programa de Seguridad Radiológica.
- El *POE* es responsable de conocer este procedimiento de protección y seguridad radiológica, seguir sus instrucciones y atender lo que solicite el *ESR* en el sentido del aumento de la seguridad radiológica de la instalación.

INSTRUCCIONES

- *HRAEB* ofrecerá tratamientos de radioterapia en sus modalidades de *TomoDirect* y *TomoHelical* con el equipo *Tomotherapy Tomo HDA*, el cual es un equipo generador de radiación ionizante (rayos X de energía máxima de 6 MV).
- No se permitirá la generación de radiación ionizante con este equipo o de algunas de sus partes, si los mismos no se encuentran confinados en una sala (búnker) que cuente con el blindaje adecuado al tipo e intensidad de la radiación ionizante. En el documento titulado: “**Memoria Analítica**” se reportan los espesores calculados para cada una de las barreras que garantizan la integridad radiológica del búnker (sala de tratamiento). Este documento, conjuntamente con el “**Reporte del Levantamiento de Niveles de Radiación**” pueden ser revisados por el *POE* cuando éste lo requiera previa coordinación y solicitud al *ESR* de la instalación.
- El equipo no podrá operar cuando haya personas dentro de la sala de tratamiento, que no sean pacientes debidamente posicionados para su tratamiento, en la mesa de la *Tomoterapia*.
- Este Programa de Seguridad Radiológica se establece en la instalación para asegurar que la exposición del *POE* se mantenga tan baja como sea razonablemente posible (criterio *ALARA*) y bajo los límites establecidos por regulaciones nacionales y/o internacionales. El programa reposa sobre los conceptos *ALARA* de tiempo, distancia y blindaje, y sobre la medición de la exposición a la radiación ionizante.



- La exposición ocupacional anual del *POE* debe ser menor que 20 *mSv* para los efectos estocásticos y menor que 500 *mSv* para los efectos no estocásticos (determinísticos).
- El *POE* que trabajará con el equipo de Tomoterapia debe recibir un entrenamiento adecuado sobre el mismo.
- El *POE* que use el equipo *TomoTherapy HDA* debe seguir los procedimientos documentados para asegurar que las actividades realizadas se desarrollen de forma apropiada y segura. El *POE* debe estar debidamente entrenado en el manejo del equipo, así como de los dispositivos de paro y apagado de emergencia del equipo. Los primeros, E-STOP, están localizados en la consola de tratamiento y en la cubierta frontal del gantry, en ambos lados de la mesa de tratamiento. Los últimos, E-OFF, están ubicados en sala de operación y junto al botón de encendido del equipo en la cubierta lateral del gantry.
- El *POE* recibirá reentrenamiento en materia de seguridad radiológica anualmente. Este reentrenamiento incluye los tópicos de: terminología de seguridad radiológica, protección radiológica, límites de dosis, dosimetría personal, fuentes de radiación y efectos biológicos de la radiación, entre otros. Este requerimiento de entrenamiento adicional puede ser satisfecho en la instalación a través de un curso impartido por el *ESR* y cuyo programa haya sido aprobado y autorizado por la *CNSNS*.
- Las áreas de radiación deben ser marcadas con leyendas y señalamientos adecuados que utilicen el símbolo de radiación con el color requerido por las regulaciones.
- A todo *POE* se le proporcionará un dosímetro personal para registrar su equivalente de dosis ocupacional mensualmente. Este dosímetro se portará en el área frontal del cuello o torso del empleado, sobre la ropa del empleado, durante el trabajo relacionado con el uso del equipo *TomoTherapy HDA*. El dosímetro se reemplazará mensualmente. El *POE* evitará dentro de lo posible, que el dosímetro reciba radiación derivada de actividades no ocupacionales. Por ejemplo, rayos X para diagnóstico médico, equipo de seguridad en los aeropuertos, etc.
- En el evento de una exposición accidental, el *ESR* debe ser notificado para que el reporte pueda ser investigado. La investigación y el informe a la *CNSNS* se efectuará según lo establecido en el documento "XXIV.- Procedimiento pos-accidente (análisis, elaboración del informe y medidas correctivas)".
- Cada mes, el *ESR* recibirá el dosímetro personal del *POE* correspondiente al mes transcurrido y lo reemplazará por otro para la estimación del equivalente de dosis del mes siguiente. Los dosímetros que reciba el *ESR* se enviarán a un prestador de servicios de dosimetría autorizado por la *CNSNS* para su lectura. El *ESR* recibirá un reporte del prestador del servicio de dosimetría con la lectura de cada dosímetro, revisará las lecturas y actualizará el registro del equivalente de dosis del *POE*.



- Si durante la revisión de la dosimetría personal del *POE*, un *POE* registra un equivalente de dosis mayor que 2 *mSv* en un mes, este incidente deberá ser notificado a la *CNSNS* a través de un informe, y el *ESR* iniciará una investigación de la causa. Cualquier acción correctiva que implemente el *ESR* debe ser documentada y mantenida con el informe.
- El *ESR* llevará un formato donde se asienten los equivalentes de dosis registrados por los dosímetros personales. En este formato se registrarán: el nombre del *POE*, el período de medición, y el equivalente de dosis mensual, anual y acumulada del *POE*.
- Cualquier *POE* del sexo femenino que se encuentre embarazada deberá notificar su embarazo al *ESR*. El *ESR* revisará las responsabilidades de la trabajadora, con el fin de que su embrión o feto no se exponga a más de 1 *mSv* durante la extensión del embarazo. Si este límite ha sido excedido al momento de haberse declarado el embarazo, entonces a la trabajadora se le reasignarán otras responsabilidades laborales por el periodo que resta de su embarazo.
- El *POE* tiene el derecho de ver los registros de su equivalente de dosis. Para acceder a estos registros, el *ESR* deberá colocar en un lugar visible del área de radioterapia, una hoja con los registros del equivalente de dosis mensual del *POE*. Adicionalmente, el *POE* será informado anualmente de su equivalente de dosis anual y acumulado en la instalación.
- El *ESR* enviará para calibración, los detectores de radiación anualmente, a un prestador de servicios de calibración autorizado por la *CNSNS*.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El *POE* podrá contactar al *ESR* para resolver cualquier duda que surja en materia de seguridad radiológica con la Tomoterapia.
- El *POE* deberá reportar oportunamente cualquier evento anómalo del que se tenga conocimiento y que pudiera afectar el registro veraz de los dosímetros personales. Por ejemplo, dejar olvidado el dosímetro dentro del área donde exista radiación. Este reporte le permite al *ESR* identificar que una lectura alta del dosímetro es en realidad un problema administrativo y no un problema radiológico real; independientemente de que en ambos casos es necesario tomar acciones correctivas.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, *D. O. F.*, noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.
3. *ICRP* Report No. 60.
4. *ICRP* Report No. 103.
5. *NOM-012-STPS-2012*: Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.
6. *NOM-026-NUCL-2011*: Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes.
7. *NOM-031-NUCL-2011*: Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Declaración de embarazo en formato libre.

ANEXOS

- No aplica.



REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica D. C. F. noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.
3. ICRP Report No. 60
4. ICRP Report No. 103
5. NOM-012-STPS-2012 Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejan fuentes de radiación ionizante
6. NOM-026-NUCL-2011 Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes
7. NOM-081-NUCL-2011 Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Declaración de empresa en formato libre.

ANEXOS

- No aplica.



HARAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO II

**PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y ACEPTACIÓN DEL ACELERADOR
LINEAL TOMOTHERAPY HDA**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/RA/V01-18

REVISADO POR:

**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**

AUTORIZADO POR:

**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HABABE

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO II

PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN Y ACEPTACIÓN DEL ACCELERADOR
LINEAL TOMOTHERAPY HD

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOTHRAPV01-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennifer Aides Carasco Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica



II.- Procedimiento de recepción y aceptación del Acelerador Lineal TomoTherapy HDA.

OBJETIVOS

Establecer los criterios a seguir para que el equipo generador de radiación ionizante sea recibido, verificado y evaluado, con el objeto de poder utilizarlo de manera confiable con pacientes.

RESPONSABILIDADES

El personal especializado de *Accuray* y *Cyber Robotics*, en conjunto con Depto. de Física Médica de la instalación, son los responsables de realizar las pruebas de aceptación y comisionamiento (en adelante *ATP/Com*). Este proceso se apoya en instrucciones internas de trabajo aprobadas en la fábrica. Estas instrucciones le permitirán al fabricante entregar al usuario el sistema completamente comisionado. Las mediciones se realizan en presencia de los representantes designados del sitio donde se llevará a cabo la instalación del sistema, que en este caso es el Depto. de Física Médica de la instalación. Los físicos médicos participan activamente en las mediciones, recolección y toma de datos que se vayan originando. El Depto. de Física Médica es quien en última instancia y basado en la concordancia entre lo que el sistema de planeación arroja como resultado y el resultado de las mediciones de verificación del comisionamiento, aprueban y aceptan el sistema para el uso clínico.

INSTRUCCIONES

Para la recepción del equipo se seguirán las instrucciones que emitan los ingenieros de *Accuray*.

Para las *ATP/Com*, las instrucciones a seguir son las indicadas en los documentos “**HDA Acceptance Test Procedures**”.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

En conformidad con lo que ha establecido la *CNSNS* para realizar los procesos descritos en las definiciones del presente procedimiento, se debe contar con la autorización de la referida entidad para poder realizar cada uno de ellos.



Para realizar las mediciones del haz clínico, debe contarse con el equipo y accesorios que recomienda el distribuidor o el fabricante, y se debe contar con los certificados de calibración respectivos vigentes.

REFERENCIAS

1. "HDA Treatment System Acceptance Test Procedures", document 105920 de *Accuray*.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Customer Acceptance and Approval Form.
- Physics Verification Summary.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN (DIARIA, MENSUAL, SEMESTRAL Y ANUAL) DE ALINEACIÓN DE LA TOMOTERAPIA

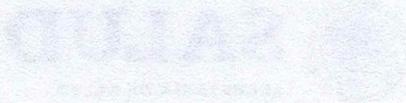
Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/VA/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN (DIARIA, MENSUAL, SEMESTRAL Y ANUAL) DE ALINEACIÓN DE LA TOMOTERAPIA

Clave del procedimiento: HRAB-TOMOTERAPIA-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennys Aída Carrasco Angéles
Especialista de Seguridad Radiológica



III.- Procedimiento de verificación (diaria, mensual, semestral y anual) de alineación de la Tomoterapia

OBJETIVOS

Contar con una descripción de las acciones para asegurar que la Tomoterapia opere correctamente y, contribuir al control de la calidad de los tratamientos *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL*.

RESPONSABILIDADES

El personal operador deberá:

- Realizar diariamente la rutina de encendido y verificación diaria del equipo.
- Notificar inmediatamente al Depto. de Física Médica cualquier problema que se haya detectado en el equipo *Tomotherapy HDA*, y anotar en la bitácora de fallas del Acelerador, las condiciones en que se presentó la falla.

El Depto. de Física Médica deberá:

- Revisar diariamente el reporte de la rutina de encendido y verificación diaria del equipo.
- Revisar diariamente las anotaciones de la bitácora de fallas del Acelerador.
- Programar con oportunidad las rutinas de mantenimiento preventivo que los ingenieros de servicio de *Cyber Robotics* deben realizar al equipo.
- Realizar la verificación periódica de la Tomoterapia.



INSTRUCCIONES

Las actividades que forman los procedimientos del equipo tendrán la siguiente periodicidad.

Diaria Coincidencia del sistema láser rojo (móvil)-verde (fijo).

Mensual Realizar los procedimientos diarios.

Precisión en el posicionamiento del láser rojo respecto al verde.

Precisión en el posicionamiento longitudinal de la mesa de tratamiento (lectura digital/manual).

Horizontalidad de la mesa de tratamiento.

Corrimiento coronal de la mesa de tratamiento a 20 cm (dirección longitudinal) del isocentro virtual.

Corrimiento sagital de la mesa de tratamiento en el isocentro.

Semestral Realizar los procedimientos mensuales.

Precisión en el posicionamiento del ángulo del gantry.

Uniformidad en la velocidad de la mesa.

Constancia en la traslación de la mesa de tratamiento por cada rotación del gantry.



Anual:

Realizar los procedimientos semestrales.

Posición del isocentro virtual respecto al isocentro del gantry.

Alineación isocentro virtual con el eje de rotación del gantry.

Centrado de la fuente en la dirección x.

Coplanaridad del plano central del colimador primario y el plano de rotación de gantry en el isocentro (traslación y rotación).

Centrado de la fuente en la dirección y.

Coplanaridad del plano central del *MLC* y el plano de rotación de gantry en el isocentro (traslación y rotación).

PROCEDIMIENTOS DIARIOS

Al inicializar el sistema láser rojo y verde, éstos deben coincidir dentro de una tolerancia de 1 *mm*.

Registrar datos y resultados en el formato de rutina y verificación diaria.

PROCEDIMIENTOS MENSUALES

- La precisión en el movimiento del láser móvil (rojo) con respecto al estacionario (verde) se debe medir usando un plan predefinido con corrimientos del láser rojo conocidos. Los movimientos del láser rojo deben coincidir con los planeados dentro de 1 *mm*.

- Para evaluar la precisión en el posicionamiento longitudinal de la mesa de tratamiento, desplace la mesa en dirección longitudinal, mida la distancia desplazada a través de la pantalla digital en el gantry y con una cinta métrica. La diferencia entre estas dos lecturas no debe diferir por más de 1 *mm*.



- La horizontalidad de la mesa de tratamiento se realiza mediante un dispositivo de nivel digital. El pitch y roll deben ser menores de 0.5° .
- El movimiento longitudinal de la mesa debe ser perpendicular al plano de tratamiento.

Para evaluar el corrimiento coronal de la mesa de tratamiento:

1. Marque con "+" una placa de agua sólida colocada sobre la mesa de tratamiento donde se intercepten los láseres verdes coronal y sagital.
2. Desplace la mesa longitudinalmente 20 cm y mida la distancia coronal entre la marca y el láser sagital. Esta distancia debe ser menor que 1 mm.

Para evaluar el corrimiento sagital de la mesa de tratamiento:

1. Marque con "+" una placa de agua sólida colocada sobre la mesa donde se intercepten los láseres verdes coronal y sagital.
2. Desplace la mesa longitudinalmente hasta que la marca se encuentre en el isocentro.
3. Mida la distancia sagital entre la marca y el láser coronal. Esta distancia debe ser menor que 5 mm.

Registrar datos y resultados en el formato de verificación mensual.

PROCEDIMIENTOS SEMESTRALES

Para probar la precisión en el posicionamiento del ángulo del gantry:

1. Coloque 2 películas (radiocrómicas) paralelas al plano de rotación sobre la mesa de tratamiento y separe cada una por ± 3 cm del isocentro virtual. Marque las películas cerca de los extremos sobre el láser sagital.
2. Defina un procedimiento de irradiación con un tamaño de campo de 1.0×40 cm² y un pitch de 0.1 para un mínimo de 40 rotaciones. El sinograma de control es diseñado para que las 2 hojas centrales 32 y 33 se abran en las proyecciones centradas en los ángulos 0° , 120° y 240° .
3. Digitalice las películas con el escáner VIDAR.
4. Analice el patrón de estrella resultante con el software proporcionado por el proveedor. Localice los máximos de los perfiles del patrón estrella y una los máximos que correspondan a direcciones suplementarias (0° - 180° , 120° - 300° y 240° - 60°). Mida el ángulo de los máximos correspondientes a 0° , 120° y 240° respecto a la línea vertical definida por las marcas en las películas.



5. Los ángulos medidos en las 2 películas se deberían reproducir con una tolerancia de 1° .

Para probar la uniformidad en la velocidad de la mesa de tratamiento:

1. Coloque una película con 1.5 cm de *build-up* sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85$ cm. Marque la película cerca de los extremos sobre el láser axial.
2. Irradie la película con el gantry en la posición 0° y un tamaño de campo de 2.5×40 cm². Todas las hojas del *MLC* deben estar abiertas.
3. Programe un desplazamiento longitudinal de la mesa de tratamiento de 20 cm para una velocidad de la mesa de 0.3-0.5 mm/s.
4. Digitalice la película con el escáner *VIDAR*.
5. Obtenga el perfil en la dirección del desplazamiento de la mesa de tratamiento tomando como referencia las marcas en la película. La densidad óptica relativa sobre el perfil debe variar por menos del 2%.

Para evaluar la constancia en la traslación de la mesa de tratamiento por cada rotación del gantry:

1. Coloque una película con 1.5 cm de *build-up* sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85$ cm. Marque la película cerca de los extremos sobre el láser axial.
2. Realice una irradiación rotacional del gantry con un tamaño de campo de 1.0×40 cm² y un pitch de 1.0 para 13 rotaciones.
3. Defina un sinograma de control para que todas las hojas se abran durante la mitad de la rotación (270° - 90° o 90° - 270°) en la 2^a, 7^a y 12^a rotación.
4. Digitalice la película con el escáner *VIDAR*.
5. Obtenga el perfil en la dirección del desplazamiento de la mesa de tratamiento tomando como referencia las marcas en la película. La distancia entre los máximos del perfil debe ser de 5 cm con 1 mm de tolerancia.

Registrar datos y resultados en el formato de verificación semestral.



PROCEDIMIENTOS ANUALES

Posicionamiento del isocentro virtual respecto al isocentro del gantry.

1. Coloque una película con 1.5 cm de *build_up* sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85$ cm.
2. Marque los extremos de la película sobre los láseres coronal y axial.
3. Irradie la película con un tamaño de campo de 2.5×40 cm².
4. Digitalice la película con el escáner VIDAR.
5. Obtenga el perfil del campo de radiación longitudinal tomando como referencia las marcas en la película.
6. Determine el centro del perfil, calculando el centro del ancho del pico a la mitad del máximo *FWHM*.
7. El corrimiento axial del centro del perfil longitudinal respecto al láser coronal (marcas en la película) debe ser menor a 1 mm.
8. Obtenga un segundo perfil longitudinal a 20 cm del láser axial (marcas en la película) en la dirección coronal.
9. Calcule el corrimiento axial del centro de este segundo perfil respecto al láser coronal.
10. La diferencia entre los corrimientos medidos en los puntos 7 y 9 debe ser menor a 1 mm. Esta condición equivale a que el ángulo del campo de radiación longitudinal respecto al eje axial debe ser menor de 0.3°.

Alineación del isocentro virtual con el eje de rotación del gantry.

1. Coloque el maniquí "Cheese Phantom" sobre la mesa de tratamiento y haga coincidir su centro con el isocentro virtual.
2. Marque el isocentro virtual con un balín.
3. Escanee el maniquí 20 cm de longitud donde se incluya el balín con el sistema de imagen MVCT.
4. El isocentro virtual debe coincidir con el centro del plano xz de la imagen MVCT con un 1 mm de tolerancia.

Centrado de la fuente en la dirección x.

1. Coloque una película sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85$ cm y un *build-up* de 1.5 cm para registrar el perfil de salida para cada ancho de campo (1.0, 2.5, y 5.0) $\times 40$ cm².
2. Marque los extremos de la película sobre el láser coronal.



3. Irradie la película por un tiempo fijo con todas las hojas pares abiertas. Irradie la misma película, el mismo tiempo, con todas las hojas impares abiertas.
4. Irradie otra película el mismo tiempo que en el paso 3 con todas las hojas abiertas.
5. Digitalice las películas con el escáner *VIDAR*.
6. Obtenga el perfil en la dirección transversal del haz para cada película.
7. Divida el perfil resultante en el paso 3 entre el perfil del paso 4 para obtener un perfil normalizado.
8. Con el propósito de calcular el fuera de foco, divida el perfil normalizado a la mitad. Calcule la señal promedio y la desviación estándar para ambos lados del perfil. Divida el valor promedio menor de la señal entre el valor promedio mayor, y llámele a a este valor que expresa la simetría de la señal absoluta. Para expresar la simetría de la desviación estándar, sume separadamente las desviaciones estándar obtenidas para cada lado a la señal promedio total. Divida la menor de las dos sumas entre la mayor y llámele b a este parámetro. Calcule la siguiente expresión:

$$\% \text{ fuera de foco} = 100\% \left(1 - \frac{a+b}{2} \right)$$

Si la fuente está centrada en el *MLC* en la dirección x , el perfil normalizado debe ser simétrico alrededor de su centro con un máximo de tolerancia del 2% que corresponde a una posición lateral del foco fuera del eje central de 0.34 mm.

Coplanaridad del plano central del colimador primario y el plano de rotación de gantry en el isocentro (traslación y rotación).

1. Coloque una película para cada ancho de campo (1.0, 2.5 y 5.0) \times 40 cm^2 sobre la mesa de tratamiento con un *build_up* de 2 cm y una *SSD* = 85 cm.
2. Marque las películas en los extremos sobre el láser coronal y axial.
3. Posicione la película entre 23 y 25 cm debajo del isocentro virtual.
4. Coloque el gantry a 0° y defina un campo con el *MLC* donde sólo las hojas de un lado del eje central estén abiertas durante la exposición.
5. Irradie la película durante un tiempo fijo.
6. Rote el gantry 180° y exponga la película el mismo tiempo del punto 5, usando el mismo ancho de campo y el patrón de *MLC*.
7. Digitalice la película con el escáner *VIDAR*.



8. Mida 2 perfiles longitudinales cercanos y a la misma distancia del eje central. Determine el centro de cada perfil, calculando el centro del ancho del pico a la mitad del máximo *FWHM*. Calcule el corrimiento del plano central del haz de radiación en la dirección y respecto al plano $y = 0$ en el isocentro, Δy , con la siguiente expresión:

$$\Delta y = (C_1 - C_2) \frac{85}{2d}$$

donde

C_1 y C_2 es el centro de los perfiles 1 (gantry 0°) y 2 (gantry 180°), respectivamente. C_1 y C_2 se miden perpendiculares al láser coronal determinado por las marcas en las películas.

d es la distancia del isocentro a la posición de la película.

Δy debe ser menor que 0.5 mm .

9. Mida varios perfiles longitudinales fuera del eje central para el campo de radiación a 0° .
10. Mida varios perfiles longitudinales fuera del eje central para el campo de radiación a 180° .
11. Una los centros de los perfiles y obtenga una línea para cada campo.
12. Mida el ángulo ϕ_1 respecto al láser coronal, de la línea que corresponde al campo de radiación a 0° .
13. Mida el ángulo ϕ_2 respecto al láser coronal, de la línea que corresponde al campo de radiación a 180° .
14. Calcule el ángulo entre las 2 líneas, ϕ .
15. La desviación angular de las mandíbulas es igual a $\frac{\phi}{2}$, pues una desalineación ocurre por cada una de las dos exposiciones. Este valor debe ser menor que 0.5° .

Centrado de la fuente en la dirección y .

1. Coloque una película sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85 \text{ cm}$. Use una placa de agua sólida de 2 cm como *build-up*.
2. Marque las películas en los extremos sobre el láser coronal y axial.
3. Posicione el gantry a 0° y un tamaño de campo de $2.5 \times 40 \text{ cm}^2$.
4. Irradie la película por un tiempo fijo, tal que las hojas del *MLC* 11-18, 29-36 y 47-54 permanezcan abiertas.



5. Cierre las hojas del paso 4 y abra las hojas 2-9, 20-28, 38-45 y 56-63. Coloque el tamaño de campo $5.0 \times 40 \text{ cm}^2$ y vuelva a irradiar la película el mismo tiempo del paso 4.
6. Digitalice la película con el escáner VIDAR.
7. Obtenga los perfiles longitudinales de ambos campos de radiación, y determine su centro.
8. Mida la distancia perpendicular del centro de cada perfil al láser coronal determinado por las marcas en la película. Esta distancia no debe ser mayor de 0.5 mm .

Coplanaridad del plano central del MLC y el plano de rotación de gantry en el isocentro (traslación y rotación).

1. Coloque una película sobre la mesa de tratamiento a una $SSD = 85 \text{ cm}$ y use placa de agua sólida de 2 cm como *build-up*.
2. Marque las películas en los extremos sobre el láser coronal y axial.
3. Abra las hojas centrales 32 y 33 del MLC, y las hojas 27 y 28 fuera del centro.
4. Posicione el gantry a 0° y un tamaño de campo de $5.0 \times 40 \text{ cm}^2$.
5. Exponga la película a la radiación durante un tiempo definido.
6. Rote el gantry 180° y abra sólo las 27 y 28.
7. Digitalice la película con el escáner VIDAR.
8. Obtenga el perfil transversal sobre el eje central y determine los centros de cada campo.
9. La región central irradiada debe estar centrada entre las dos regiones externas (mida la distancia del centro de estas regiones al centro de la región central en el perfil transversal).
10. Obtenga los perfiles longitudinales de las 2 regiones externas y la central, y determine su centro. Los perfiles longitudinales de las regiones externas deben ser equidistantes del perfil longitudinal sobre el eje central.
11. Mida la distancia del centro de cada perfil externo al láser coronal. La diferencia de estas dos distancias es Δf .
12. Δf se utiliza para calcular la desalineación del MLC. Cabe señalar que el corrimiento en distancia Δf y el ángulo del MLC se magnifican por un factor de 2 si éstos se miden usando el procedimiento de película, pues una desalineación ocurre por cada una de las dos exposiciones. Entonces,
- 13.

$$MLC \text{ offset} = \frac{\Delta f}{2}.$$

14. Obtenga varios perfiles longitudinales de las 2 regiones externas, y determine su centro.
15. Una los centros de los perfiles y obtenga una línea para cada región.



16. Mida el ángulo ϕ_1 respecto al láser coronal, de la línea que corresponde al campo de radiación a 0° .
17. Mida el ángulo ϕ_1 respecto al láser coronal, de la línea que corresponde al campo de radiación a 180° .
18. Calcule el ángulo entre las 2 líneas, ϕ . Las 2 regiones externas deben ser paralelas entre sí.

El *MLC offset* debe ser menor que 1.5 mm en el isocentro y el *twist* del *MLC* $\frac{\phi}{2}$ debe ser menor que 0.5° .

Registrar datos y resultados en el formato de verificación anual.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

Toda anotación en la bitácora de fallas del Acelerador deberá llevar el nombre de quien hace el reporte, su firma, fecha y hora.

Toda medición de la Tomoterapia con equipo propio o ajeno a la institución debe registrarse.

No podrá iniciarse o continuarse ningún tratamiento, en caso de que se presente alguna falla en:

- El control del equipo (indicadores y botones de la consola de control, controles manuales de la mesa y/o pantalla digital en el gantry).
- La mesa de tratamiento.
- El gantry.
- El colimador del cabezal (mandíbulas).
- Sistema de colimación multihojas (*MLC*).
- Sistema de Imagen *MVCT*
- Fallas en el software de control de la Tomoterapia.
- Los sistemas de seguridad.
- El sistema de alineación por láser.

No podrá iniciarse o continuarse con tratamiento alguno hasta no recibir la instrucción correspondiente por el Depto. de Física Médica, en caso de que se presente alguna de las siguientes situaciones:

- Alguno de los focos del sistema de señalización de advertencia de emisión de radiación se encuentre sin encender.
- Se presenten cortes continuos del suministro de alimentación eléctrica al equipo.



REFERENCIAS

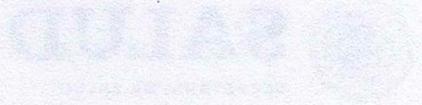
1. QA for helical tomotherapy: Report of the *AAPM* Task Group 148, *Med. Phys.* (37)9, pp. 4817-4853, 2010.
2. Norma Oficial Mexicana *NOM-033-NUCL-1999*. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de teleterapia. Aceleradores Lineales.
3. Guía de Administración del Tratamiento, *Tomotherapy® H™ Series 2.0.x* y *HDA®*, *Accuray*, Estados Unidos de América, 2001-2013.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registros en la bitácora de fallas del Acelerador.
- Registros de la rutina y verificación diaria del equipo.
- Registros de verificación mensual, semestral y anual del equipo.
- Películas de verificación.

ANEXOS

- Formato de registro de rutina y verificación diaria.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.
- Formato de registro de verificación anual.



REFERENCIAS

1. OA for pelvic tomotherapy. Report of the AAPM Task Group 148. Med Phys 37(12): 4817-4858 (2010)
2. Norma Oficial Mexicana NOM-033-NUCL-1999. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de teleterapia. Aceleradores lineales
3. Guía de Administración del Tratamiento Tomoterapia® HT Series 2.0x y HDAG. Acortex, Estados Unidos de América. 2004-2013

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registro en la oficina de fallas del Acelerador
- Registro de la rutina y verificación diaria del equipo
- Registro de verificación mensual, semestral y anual del equipo
- Fichas de verificación

ANEXOS

- Formato de registro de rutina y verificación diaria
- Formato de registro de verificación mensual
- Formato de registro de verificación semestral
- Formato de registro de verificación anual

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN (DIARIA, MENSUAL, SEMESTRAL Y ANUAL) DEL HAZ DE RADIACIÓN

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/CVHR/V01-18

REVISADO POR:

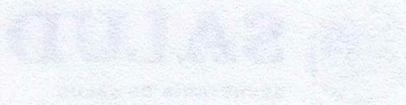
AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRABR

AREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FISICA MEDICA

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION Y VERIFICACION (CIARA, MENSUAL, SEMESTRAL Y ANUAL) DEL HAS DE RADIACION

Clave del procedimiento: HRABR-TOMOC/RVW01-10

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennia Aída Carrasco Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica



IV.- Procedimiento de calibración y verificación (diaria, mensual, semestral y anual) del haz de radiación

OBJETIVOS

Contar con procedimientos que aseguren que los haces de radiación para los tratamientos (haces clínicos) estén debidamente calibrados y verificados.

RESPONSABILIDADES

El Depto. de Física Médica es el responsable directo de llevar a cabo los procedimientos de control de la calidad de los haces clínicos. Para ello se debe contar con el equipo de medición de la radiación necesario y debidamente calibrado que aseguren que las mediciones de los haces de radiación cumplan con las condiciones especificadas en el reporte *TG_148* de la *AAPM*.

El Depto. de Física Médica realizará mediciones de calibración y verificación del haz de radiación de fotones de 6 *MV* periódicamente y después de una reparación del equipo donde se encuentre comprometido el haz de radiación.

El Depto. de Física Médica deberá correr la rutina de calibración sobre el software *SNC* del sistema *TomoDose* una vez al año o después de una reparación del equipo.

INSTRUCCIONES

El diseño único del cabezal de la Tomoterapia resulta en perfiles del haz de radiación especiales. Por ejemplo, la ausencia de filtros aplanadores produce perfiles del haz transversales en forma de cono.

Por otro lado, la Tomoterapia no permite tener un tamaño de campo de $10 \times 10 \text{ cm}^2$ a una *SSD* = 100 *cm*. Sin embargo, un tamaño de campo de $5.0 \times 10 \text{ cm}^2$ se puede conseguir a una *SSD* = 85 *cm*, pues en la dirección longitudinal del haz de radiación, la dimensión máxima del campo es de 5 *cm*. La distancia máxima desde el isocentro hasta la posición más baja de mesa es de 28 *cm* limita la realización de mediciones precisas del porcentaje de dosis a 10 *cm* de profundidad en agua para una configuración *SSD* = 100 *cm*.



Estas características físicas como otras de la Tomoterapia han promovido el surgimiento de grupos de trabajo como el TG_148 de la AAPM para estudiar y proponer metodologías dosimétricas que permitan adaptar los resultados obtenidos con estas tecnologías con los protocolos vigentes para Aceleradores Lineales Convencionales.

PROCEDIMIENTO DIARIO

Constancia de dosis del haz clínico para fotones de 6 MV utilizando el sistema *Tomodose*.

1. Colocar y nivelar el sistema *Tomodose* sobre la mesa de tratamiento.
2. Posicionar el gantry en 0° y abrir el campo a $5.0 \times 40 \text{ cm}^2$.
3. Colocar el sistema *Tomodose* en una configuración *SDD* (Source to Detector Distance) = 85 cm.
4. Alinear la intersección de la cruz central del sistema *Tomodose* con el isocentro virtual en la dirección z.
5. Conectar los cables del sistema *Tomodose*.
6. Irradiar el dispositivo durante 30 s.
7. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
8. Registrar el valor sobre el eje central de los perfiles transversal y longitudinal con el software *SNC* respecto a los perfiles línea base correspondientes.
9. El valor medido no debe diferir $\pm 2\%$ de la línea base.
10. Registrar datos y resultados en el formato de rutina y verificación diaria.

Perfil central transversal y perfil central longitudinal utilizando el sistema *Tomodose*.

11. Colocar y nivelar el sistema *Tomodose* sobre la mesa de tratamiento.
12. Posicionar el gantry en 0° y abrir el campo a $5 \times 40 \text{ cm}^2$.
13. Colocar el sistema *Tomodose* en una configuración *SDD* = 85.
14. Alinear la intersección de la cruz central del sistema *Tomodose* con el isocentro virtual en la dirección z.
15. Conectar los cables del sistema *Tomodose*.
16. Irradiar el dispositivo durante 30 s.
17. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
18. Analizar los perfiles transversal y longitudinal centrales (ancho de campo *FWHM*) con el software *SNC* respecto a los perfiles línea base correspondientes.
19. Los parámetros medidos no deben diferir $\pm 2\%$ de los parámetros de la línea base.
20. Registrar datos y resultados en el formato de rutina y verificación diaria.



PROCEDIMIENTO MENSUAL

Constancia de dosis del haz clínico para fotones de 6 MV utilizando el maniquí de agua que provee *Accuray* y la cámara de ionización A1SL.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento.
2. Posicionar el gantry en 0° y abrir el campo a $5.0 \times 10 \text{ cm}^2$.
3. Colocar la superficie del maniquí a una $SSD = 85 \text{ cm}$.
4. Sujetar la cámara de ionización *Exradin A1SL* con el soporte móvil del riel en el maniquí.
5. Conectar la cámara a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro.
6. Sumergir la cámara de ionización en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
7. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
8. Alinear el centro de la cámara de ionización con el isocentro virtual.
9. Desplazar la cámara a 10 *cm* de profundidad.
10. Realizar los pasos 8 al 14 del procedimiento diario para verificar la constancia de dosis.
11. Siguiendo las indicaciones del reporte técnico TG-148 de la AAPM (formato de registro de constancia de dosis), obtener la rapidez de dosis a 10 *cm* de profundidad en agua en *Gy/min*. Este valor no debe diferir en $\pm 2\%$ del valor de la línea base.
12. Registrar datos y resultados en el formato de verificación mensual.

Constancia de energía (calidad del haz): PDD_{10} para la verificación de la calidad del haz para fotones de 6 MV utilizando el maniquí de agua y las 2 cámaras de ionización A1SL.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85 \text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.
4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.



5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección +z con el isocentro virtual.
8. Abrir el colimador a $2.5 \times 40 \text{ cm}^2$ a una $SSD = 85 \text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la PC donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
11. Programar un barrido en profundidad de la cámara móvil tomando lecturas desde la superficie hasta una profundidad de 22 *cm*. Determinar el valor relativo PDD_{10} . Este valor no debe diferir del PDD_{10} línea base por más del 1%.
12. Registrar datos y resultados en el formato de verificación mensual.

Perfil transversal utilizando el maniquí de agua.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento con el riel orientado transversalmente.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85 \text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.
4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.
5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección +z con el isocentro virtual del sistema y desplazarla a 5 *cm* de profundidad.
8. Abrir el colimador a $2.5 \times 40 \text{ cm}^2$ a una $SSD = 85 \text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la PC donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
11. Programar un barrido transversal de la cámara móvil tomando lecturas entre -25 *cm* a 25 *cm* en la dirección x. Determinar el *FWHM* del perfil. Este valor no debe diferir del *FWHM* del perfil línea base por más del 1%.
12. Repetir los barridos a 10, 15 y 20 *cm* de profundidad.
13. Registrar datos y resultados en el formato de verificación mensual.

Perfil longitudinal (para cada ancho de campo) utilizando el maniquí de agua.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento con el riel orientado longitudinalmente.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85\text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.
4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.
5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección +z con el isocentro virtual del sistema y desplazarla a 5 *cm* de profundidad.
8. Abrir el colimador a $1.0 \times 40\text{ cm}^2$ a una $SSD = 85\text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la PC donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
11. Programar un barrido longitudinal de la cámara móvil tomando lecturas entre -3 *cm* a 3 *cm* en la dirección *y*. Determinar el *FWHM* del perfil. Este valor no debe diferir del *FWHM* del perfil línea base por más del 1%.
12. Repetir los barridos a 10, 15 y 20 *cm* de profundidad.
13. Repetir el procedimiento para los tamaños de campo de (2.5 y 5.0) $\times 40\text{ cm}^2$.
14. Registrar datos y resultados en el formato de verificación mensual.

PROCEDIMIENTO ANUAL

Constancia de energía (calidad del haz): PDD_{10} para la verificación de la calidad del haz. Para fotones de 6 MV utilizando el maniquí de agua y las 2 cámaras de ionización *A1SL*.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento con el riel orientado longitudinalmente.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85\text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.



4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.
5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección +z con el isocentro virtual del sistema.
8. Abrir el colimador a $1.0 \times 40 \text{ cm}^2$ a una $SSD = 85 \text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la *PC* donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
11. Programar un barrido en profundidad de la cámara móvil tomando lecturas desde la superficie hasta una profundidad de 22 *cm*. Determinar el valor relativo PDD_{10} . Este valor no debe diferir del PDD_{10} línea base por más del 1%.
12. Repetir el procedimiento para los tamaños de campo de $(2.5 \text{ y } 5.0) \times 40 \text{ cm}^2$ y para un campo de $5.0 \times 10 \text{ cm}^2$.
13. Registrar datos y resultados en el formato de verificación anual.

Perfil transversal utilizando el maniquí de agua.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento con el riel orientado transversalmente.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85 \text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.
4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.
5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección +z con el isocentro virtual del sistema y desplazarla a 5 *cm* de profundidad.
8. Abrir el colimador a $1.0 \times 40 \text{ cm}^2$ a una $SSD = 85 \text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la *PC* donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.



11. Programar un barrido transversal de la cámara móvil tomando lecturas entre -25 cm a 25 cm en la dirección x . Determinar el *FWHM* del perfil. Este valor no debe diferir del *FWHM* del perfil línea base por más del 1%.
12. Repetir los barridos a 10, 15 y 20 cm de profundidad.
13. Repetir el procedimiento para los tamaños de campo de $(2.5\text{ y }5.0) \times 40\text{ cm}$.
14. Registrar datos y resultados en el formato de verificación anual.

Perfil longitudinal (para cada ancho de campo) utilizando el maniquí de agua.

1. Colocar y nivelar el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento con el riel orientado longitudinalmente.
2. Colocar la superficie del agua a una $SSD = 85\text{ cm}$ y sujetar una de las 2 cámaras de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí.
3. Colocar la otra cámara de ionización *Exradin A1SL* (cámara de referencia **fija**) adyacente al maniquí dentro de su cápsula *build-up*. Esta cámara mide las fluctuaciones en las mediciones y suaviza las curvas generadas.
4. Conectar las 2 cámaras a la unidad de control de movimiento bidireccional y al electrómetro. Conectar la unidad de control de movimiento al sistema de control de movimiento automático.
5. Sumergir la cámara de ionización (**móvil**) en el agua y dejar pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encender el equipo de medición (electrómetro) y realizar un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinear la cámara **móvil** haciendo coincidir su punto efectivo en la dirección $+z$ con el isocentro virtual del sistema y desplazarla a 10 cm de profundidad.
8. Abrir el colimador a $1.0 \times 40\text{ cm}^2$ a una $SSD = 85\text{ cm}$.
9. Conectar el electrómetro a la *PC* donde se graficarán las curvas obtenidas.
10. Medir la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
11. Programar un barrido longitudinal de la cámara móvil tomando lecturas entre -3 cm a 3 cm en la dirección y . Determinar el *FWHM* del perfil. Este valor no debe diferir del *FWHM* del perfil línea base por más del 1%.
12. Repetir los barridos a 10, 15 y 20 cm de profundidad.
13. Repetir el procedimiento para los tamaños de campo de $(2.5\text{ y }5.0) \times 40\text{ cm}$.
14. Registrar datos y resultados en el formato de verificación anual.



Calibración de dosis para un tamaño de campo de $5.0 \times 10 \text{ cm}^2$, tal que la dosis en el punto de máxima ionización d_{max} está dada en cGy/min . Referirse al reporte TG-148 de la AAPM.

1. Coloque y nivele el maniquí de agua sobre la mesa de tratamiento.
2. Posicione la superficie de agua a una $\text{SSD} = 85 \text{ cm}$.
3. Coloque la cámara de ionización *Exradin A1SL* en el soporte móvil del riel en el maniquí de agua.
4. Conecte la cámara a la unidad de control de movimiento y al electrómetro.
5. Sumerja la cámara de ionización en el agua y deje pasar por lo menos 15 minutos antes de registrar alguna medición.
6. Encienda el equipo de medición (electrómetro) y realice un disparo de 1 *min* para comenzar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
7. Alinee el centro de la cámara de ionización con el isocentro virtual.
8. Desplace la cámara a 10 *cm* de profundidad.
9. Mida la presión atmosférica y la temperatura de la sala de tratamiento.
10. Realice al menos 3 disparos de 1 *min* en el voltaje de operación del electrómetro especificado en su certificado de calibración (medición no-correctada). Registre las lecturas y calcule su promedio.
11. Realice al menos 3 disparos de 30 s a la mitad del voltaje de operación del electrómetro especificado en su certificado de calibración para obtener la corrección por recombinación iónica. Registre las lecturas y calcule su promedio.
12. Realice al menos 3 disparos en el voltaje de operación del electrómetro especificado en su certificado de calibración con la polaridad opuesta para obtener la corrección por polaridad. Registre las lecturas y calcule su promedio.
13. Calcule la lectura de la cámara de ionización corregida basado en el reporte TG_148 de la AAPM (formato de calibración de dosis TG_148).
14. Calcule la dosis en agua por unidad de tiempo a la profundidad de 10 *cm*.
15. Calcule la dosis en agua por unidad de tiempo en d_{max} usando el PDD_{10} obtenido en el primer procedimiento anual para un campo de $5.0 \times 10 \text{ cm}^2$. El valor de la rapidez de dosis a d_{max} de profundidad en agua no debe diferir del valor de dosis línea base por más del 1%.
16. Registrar datos y resultados en el formato de verificación anual.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

Toda anotación en la bitácora de dosimetría deberá llevar el nombre de quien hace la prueba o el reporte, su firma, fecha y hora.

Cuando se realicen mediciones con el electrómetro, asegurarse de hacer la selección de escala y de unidades reportadas en el certificado de calibración.

- Seguir el procedimiento del reporte TG-148 de la AAPM para el cálculo de la dosis absorbida en agua.
- Toda medición del haz de radiación con equipo propio o ajeno a la institución debe registrarse en la bitácora de dosimetría.

REFERENCIAS

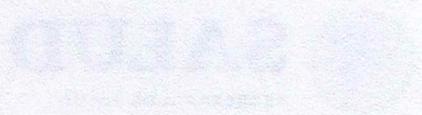
1. QA for helical tomotherapy: Report of the AAPM Task Group 148, Med. Phys. (37)9, pp. 4817-4853, 2010.
2. Norma Oficial Mexicana *NOM-033-NUCL-1999*. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de teleterapia. Aceleradores Lineales.
3. Control de Calidad en Radioterapia, Aspectos Clínicos y Físicos, Publicación Científica 499, OPS, 1986.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registros de constancia de dosis.
- Registros de calibración de dosis.
- Registros de verificación diaria, mensual, semestral y anual.

ANEXOS

- Formato de registro de constancia de dosis.
- Formato de registro de calibración de dosis.
- Formato de registro de rutina y verificación diaria.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

Toda actividad en la biblioteca de documentos deberá llevar el nombre de quien hace la prueba o el reporte, su firma, fecha y hora.

Cuando se realicen mediciones con el electrodos, asegurarse de hacer la selección de escala y de unidades reportadas en el certificado de calibración.

Según el procedimiento del reporte TG-148 de la AAPM para el cálculo de la dosis absorbida en agua.

Toda mención del haz de radiación con equipo propio a efectos de la irradiación debe registrarse en la biblioteca de documentos.

REFERENCIAS

1. QA for Medical Tomotherapy. Report of the AAPM Task Group 148. Med. Phys. (2019), pp. 4817-4853. 2019.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-033-VUCL-1999. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de radioterapia. Administración de Servicios de Salud del Estado.
3. Control de Calidad en Radioterapia. Aspectos Clínicos y Físicos. Producción Científica 489. OPS, 1999.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registros de consistencia de dosis.
- Registros de calibración de dosis.
- Registros de verificación diaria, mensual, semestral y anual.

ANEXOS

- Formato de registro de consistencia de dosis.
- Formato de registro de calibración de dosis.
- Formato de registro de rutina y verificación diaria.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

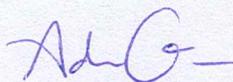
CAPITULO V

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/VT/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO V

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOTV19-18

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

~~Dr. Juan Luis Escobedo Gómez
Director y Representante Legal~~


M. en C. Yennifer Aíles Carrasco Angéles
Especialista en Seguridad Radiológica



V.- Procedimiento de verificación de los tratamientos

OBJETIVOS

Contar con procedimientos que aseguren que el haz de radiación de los tratamientos en las modalidades *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL*, y el sistema de colimación multihojas estén debidamente calibrados y ajustados. Esta condición asegura la concordancia entre la salida de la Tomoterapia con la salida simulada por el sistema de planeación con el fin de garantizar que la ejecución de los tratamientos sea correcta. El sistema de adquisición de imagen *MVCT* también es verificado, pues éste es fundamental para las correcciones en el posicionamiento del paciente.

RESPONSABILIDADES

- El Departamento de Física Médica es el directamente responsable en llevar a cabo los procedimientos de control de calidad de los tratamientos *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL*. Para ello se debe contar con el equipo de medición necesario y debidamente calibrado para asegurar que el haz de radiación de los tratamientos *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL* sea el adecuado para dar tratamiento.
- Previo al primer tratamiento o, cuando el médico radioterapeuta responsable y/o el físico médico lo requieran, se realizará una verificación de lo planeado por el sistema de planeación y lo medido en la Tomoterapia. Este procedimiento requiere la determinación de la dosis absoluta y la distribución de dosis con el sistema "ArcCheck" y cámara de ionización. La dosis absoluta se determinará usando el reporte *TG-148* de la *AAPM*.
- El Depto. de Física Médica deberá correr la rutina de calibración sobre el software *SNC* del sistema *ArcCheck* una vez al año o después de una reparación del equipo.
- El Depto. de Física Médica realizará las verificaciones dosimétricas del haz de fotones de 6 MeV para las modalidades de tratamiento *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL*.



INSTRUCCIONES

La verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta se realizará previo al primer tratamiento del paciente y, cuando el médico radioterapeuta responsable y/o el Depto. de Física Médica lo requieran.

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DE LA DISTRIBUCIÓN DE DOSIS Y DOSIS ABSOLUTA PARA TRATAMIENTOS TOMODIRECT Y TOMOHELICAL.

Al terminar la planeación en el *SPT* (Sistema de Planeación de Tratamientos) y ser aceptada por el médico tratante:

1. Crear un plan de verificación de la planeación de tratamiento del paciente considerando que el sistema "Delta" es el paciente.
2. Grabar el plan de verificación.
3. Aprobar y enviar este plan de verificación a la red de la Tomoterapia y la *PC* con el software *SNC Patient* del *Delta4* para procesar los datos dosimétricos.
4. Colocar y nivelar el sistema "Delta4" sobre la mesa de tratamiento.
5. Introducir la cámara de ionización *A17* dentro del "cavity plug" del sistema "Delta4".
6. Posicionar el sistema "Delta4", alineando la cámara de ionización con el isocentro virtual.
7. Conecte la cámara de ionización al electrómetro y el sistema *Delta4* a la *PC* dedicada.
8. Dar el tratamiento de verificación.
9. Con el software *SNC Patient*, comparar mediante la evaluación *gamma* la correspondencia de la distribución de dosis calculada por el *SPT* con la distribución de dosis medida por el sistema "Delta4".
10. El resultado deberá estar dentro de lo establecido (2% en diferencia de dosis y 2 mm en *DTA*).
11. Lea la dosis absoluta calculada por el *SPT* en el isocentro con el software *SNC Patient*.
12. A partir de las mediciones realizadas con el sistema *Delta4* con cámara de ionización, el electrómetro y el reporte *TG_148* de la *AAPM*, determine la dosis absoluta en el isocentro.
13. La diferencia entre la dosis absoluta calculada por el *SPT* y la medida por el sistema *Delta4* no debe ser mayor que 2%.
14. El plan de tratamiento será aceptado sólo cuando las 2 pruebas sean superadas. De lo contrario, la planeación tendrá que repetirse.
15. Los resultados de ambas pruebas deben reportarse en el formato de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento *TomoDirect* o *TomoHelical*.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

En caso de que algún problema sea detectado en la Tomoterapia, y el operador lo pueda solucionar, los tratamientos se podrán continuar. Si el problema persiste, el operador deberá suspender el tratamiento, notificar la falla al Depto. de Física Médica y realizar el reporte en la bitácora de fallas del Acelerador (anotar las condiciones en que se presentó la falla, con fecha, hora y firma de quien lo reporta). Los tratamientos se reanudarán hasta que el Depto. de Física Médica y/o la empresa *Cyber Robotic* solucionen la falla.

REFERENCIAS

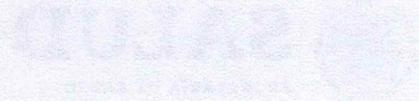
1. QA for helical tomotherapy: Report of the *AAPM* Task Group 148, *Med. Phys.* (37)9, pp. 4817-4853, 2010.
2. Norma Oficial Mexicana *NOM-033-NUCL-1999*. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de teleterapia. Aceleradores Lineales.
3. Control de Calidad en Radioterapia, Aspectos Clínicos y Físicos, Publicación Científica 499, *OPS*, 1986.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registros en la bitácora de fallas del Acelerador.
- Registros de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento *TOMODIRECT* y *TOMOHELICAL*.
- Registros de verificación mensual, semestral y anual.

ANEXOS

- Formato de registro de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento *TOMODIRECT*.
- Formato de registro de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento *TOMOHELICAL*.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.
- Formato de registro de verificación anual.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

En caso de que algún problema sea detectado en la Tomografía y el operador la pueda solucionar, los tratamientos se podrán continuar. Si el problema persiste el operador deberá suspender el tratamiento, notificar la falla al Departamento de Física Médica y realizar el reporte en la bitácora de fallas del Acelerador (mantener las condiciones en sus se prescrito la falla, con fecha, hora y firma de quien lo reportó). Los tratamientos se reanudarán hasta que el Departamento de Física Médica y/o la empresa Cyber-Radiac solucionen la falla.

REFERENCIAS

1. QA for medical linac therapy. Report of the AAPM Task Group 142. Med. Phys. (37):6, pp 4817-4823, 2010.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-033-VIG-1996. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de radioterapia. Acetados por Licitación.
3. Comité de Calidad en Radioterapia. Aspectos Clínicos y Físicos. Publicación Científica 499 OPS, 1998.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registro de las bitácoras de fallas del Acelerador.
- Registro de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento TOMODIRECT y TOMOMÉDICAL.
- Registro de verificación mensual, semestral y anual.

ANEXOS

- Formato de registro de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento TOMODIRECT.
- Formato de registro de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un inicio de tratamiento TOMOMÉDICAL.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.
- Formato de registro de verificación anual.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO VI

**PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN EN CONDICIONES NORMALES DE LA
TOMOTERAPIA**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/OCN/V01-18

REVISADO POR:

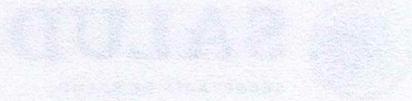
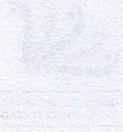
AUTORIZADO POR:



**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**



**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HRAB

AREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FISICA MEDICA

CAPITULO VI

PROCEDIMIENTO DE OPERACION EN CONDICIONES NORMALES DE LA
TOMOGRAFIA

Clave del procedimiento: HRAB-TOMOGRAFIA-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Boscán Gómez
Director y Representante Legal

M. Sc. Yenny Aída Carrasco Angles
Encargada de Seguridad Radiológica



VI.- Procedimiento de operación en condiciones normales de la Tomoterapia

OBJETIVOS

Describir los procedimientos que debe seguir el personal operador de la Tomoterapia para asegurar que el equipo sea confiable durante el tratamiento del paciente.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del *ESR*, físicos médicos y los operadores de la Tomoterapia, que se realicen de manera satisfactoria las pruebas diarias necesarias para garantizar una operación segura del equipo.
- Es responsabilidad del Depto. de Física Médica, que se ejecute el Programa de Control de Calidad del Acelerador Lineal.

A continuación, se mencionan las pruebas que deben ser realizadas diariamente por el personal operador del equipo de Tomoterapia antes del tratamiento del primer paciente, de acuerdo con los documentos "Guía de Administración del Tratamiento" de *Accuray* y el Reporte *TG_148* de la *AAPM*. Esta guía estará disponible en la estación del operador de la Tomoterapia.

INSTRUCCIONES

El personal operador del equipo *TomoTherapy HDA* deberá realizar las siguientes pruebas diarias.

- ✓ Inicialización del equipo (Guía de Administración del Tratamiento).
- ✓ Chequeo de la temperatura del abastecedor de agua en 40 °C (Guía de Administración del Tratamiento).
- ✓ Procedimiento de calentamiento **WARM-UP** (Guía de Administración del Tratamiento).
- ✓ Procedimiento de escaneo en aire **AIR SCAN** (Guía de Administración del Tratamiento).
- ✓ Funcionalidad del interruptor de seguridad de la puerta de acceso a la sala de tratamiento.
- ✓ Funcionalidad del circuito cerrado de *T.V.*
- ✓ Funcionalidad de los interruptores de seguridad y paro de emergencia.
- ✓ Funcionalidad de los señalamientos luminosos.
- ✓ Funcionalidad del sistema de intercomunicación.
- ✓ Alineación de láseres verde/rojo (sección V de este manual).
- ✓ Constancia de dosis/maniquí de agua sólida (sección V de este manual).



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

El personal que realice estas pruebas debe estar debidamente entrenado.

REFERENCIAS

1. Guía de Administración del Tratamiento, *Tomotherapy® H™ Series 2.0.x* y *HDA® Accuray*, Estados Unidos de América, 2001-2013.
2. Norma Oficial Mexicana *NOM-033-NUCL-1999*. Especificaciones técnicas para la operación de unidades de teleterapia. Aceleradores Lineales.
3. QA for helical tomotherapy: Report of the *AAPM Task Group 148*, *Med. Phys.* (37)9, pp. 4817-4853, 2010.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registro de rutina y verificación diaria firmados por el operador de la Tomoterapia y revisado por el Depto. de Física Médica.
- Registros en la bitácora de fallas del Acelerador.

ANEXOS

- Formato de registro de rutina y verificación diaria.
- Formato de registro de constancia de dosis.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO VII

PROCEDIMIENTO PARA LA COLOCACIÓN DE ACCESORIOS

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/CA/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO VII

PROCEDIMIENTO PARA LA COLOCACIÓN DE ACCESORIOS

Clave del procedimiento: HRAEB-TORNOCAIV01-12

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennifer Altes Carrasco Andújar
Encargada de Seguridad Radiológica

VII.- Procedimiento para la colocación de accesorios

OBJETIVOS

Establecer los procedimientos para la colocación de accesorios utilizados en las diferentes técnicas de tratamiento.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del personal operador, conocer los procedimientos de colocación de los accesorios del Acelerador Lineal.

INSTRUCCIONES

Los Aceleradores Lineales de uso clínico convencionales utilizan accesorios en diferentes técnicas de tratamiento (charolas para la colocación de bloques protectores de regiones que no se desean irradiar, cuñas físicas para compensar tejido, conos colimadores del haz de electrones, etc.). Sin embargo, en el caso de los fotones, estos accesorios sólo son utilizados cuando la técnica de tratamiento involucra campos abiertos, es decir, el sistema de *MLC* no tiene ninguna función. En la Tomoterapia, sólo existe la modalidad de tratamiento con fotones. En esta modalidad no se utilizan accesorios debido a la geometría y a la presencia de un sistema de colimación multihojas desde el origen del diseño de la Tomoterapia.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- No aplica.

REFERENCIAS

- No aplica.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- No aplica.

ANEXOS

- No aplica.



VII - Procedimiento para la colocación de accesorios

OBJETIVOS

Elaborar los procedimientos para la colocación de accesorios utilizados en las diferentes técnicas de tratamiento.

RESPONSABILIDADES

La responsabilidad del personal operador, conocer los procedimientos de colocación de los accesorios del Acelerador Lineal.

INSTRUCCIONES

Los Aceleradores Lineales de uso clínico convencionales utilizan accesorios en diferentes técnicas de tratamiento (enfriados para la colocación de placas protectoras de regiones que no se desean irradiar, curvas físicas para controlar tejido, conos colimadores del haz de electrones, etc.). Sin embargo, en el caso de los fotones, estos accesorios solo son utilizados cuando la técnica de tratamiento involucra campos abiertos, de modo, el sistema de MLC no tiene ninguna función. En la Tomoterapia, solo existe la posibilidad de tratamiento con fotones. En esta modalidad no se utilizan accesorios debido a la geometría y a la presencia de un sistema de colimación múltiple desde el origen del diseño de la Tomoterapia.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

No aplica

REFERENCIAS

No aplica

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

No aplica

ANEXOS

No aplica



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO VIII

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DEL PACIENTE

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/TP/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



WASH

AREA DE RADIOLOGIA

DEPARTAMENT D'IDE MEDICA

CARTELL 07/11

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DEL PACIENTE

Clave del procedimiento: 15415-0101/01-15

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

[Handwritten signature]

Dr. Juan Carlos Martínez Gómez
Fisioterapeuta y Rehabilitador Logopeda

Dr. C. Yanyu Sánchez-Camacho
Encargada de Servicios de Radiología



VIII.- Procedimiento para el tratamiento del paciente

OBJETIVOS

En el presente procedimiento se describe el proceso de tratamiento del paciente, desde la etapa de simulación hasta la ejecución de este.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del médico radioterapeuta responsable del paciente, llenar correctamente la hoja de simulación y junto con el personal técnico, participar en la simulación.
- Es responsabilidad del médico radioterapeuta responsable, anotar en la hoja de tratamiento toda la información pertinente relacionada a la terapia con radiaciones ionizantes que se administrará a cada uno de sus pacientes.
- El personal operador de la Tomoterapia debe verificar que la hoja de tratamiento del paciente esté completamente documentada antes del inicio de cada tratamiento. De lo contrario, el personal operador deberá suspender el tratamiento del paciente. El médico radioterapeuta responsable deberá estar presente en la primera sesión de tratamiento para asegurarse que el personal operador aclare sus dudas y siga correctamente las instrucciones de la hoja de tratamiento y el reporte de la planeación realizada por el Depto. de Física Médica.

INSTRUCCIONES

Cada paciente deberá tener su hoja de simulación y tratamiento, y reporte de planeación, con todos los datos necesarios para realizar un tratamiento efectivo.

1.- Proceso de Simulación

La información mínima necesaria que debe aparecer en la hoja de simulación del tratamiento es la siguiente:

- Los datos generales del paciente: nombre, edad, sexo, no. de expediente, domicilio particular, diagnóstico, etc.
- Posicionamiento: supino cabeza hacia el gantry (*HFS*), supino pies hacia el gantry (*FFS*), prono cabeza hacia el gantry (*HFP*) y prono pies hacia el gantry (*FFP*).



- Posición de brazos.
- Accesorios de inmovilización.
- Realizar la simulación con el equipo de TC (Tomografía Computarizada) de la institución.
- Marcar el plano transversal central de la región anatómica a tratarse con tres balines como marcadores fiduciales externos en la simulación.
- La firma del médico radioterapeuta responsable.
- La firma del técnico responsable.

2.- Proceso de planeación

El Departamento de Física Médica:

- Realizará la planeación del tratamiento basado en la simulación por TC.
- Verificará con el médico radioterapeuta, los datos generados por el cálculo del sistema de planeación para determinar el tiempo de tratamiento, movimiento de las hojas (optimización) y cálculo de dosis (técnica de irradiación, dosis total y por sesión, curvas isodósicas, tamaños de campo, angulaciones, profundidades, etc.). Estos datos serán vertidos a la hoja de tratamiento, impresos y enviados por red a la consola de control después de haber sido autorizados por el médico radioterapeuta responsable y el Depto. de Física Médica. Los datos impresos generarán un reporte de la planeación del tratamiento que deberá estar firmado por el médico radioterapeuta responsable y el Depto. de Física Médica.
- Se asegurará que la hoja de tratamiento tenga anotada la información (dosis total y por sesión, tamaños de campo, angulaciones, tiempo de tratamiento, técnica de irradiación, etc.) necesaria y suficiente para que el personal operador pueda dar el tratamiento.

3.- Proceso de tratamiento

La información mínima necesaria que debe aparecer en la hoja de tratamiento es la siguiente:

- Los datos generales del paciente: nombre, edad, sexo, no. de expediente, domicilio particular, diagnóstico, fecha de cada sesión de tratamiento.
- La dosis en cGy del tratamiento completo y por fracción, y el no. de sesiones del tratamiento.
- La firma del médico radioterapeuta responsable.
- La firma de los operadores responsables.
- Anotar todas las observaciones pertinentes en relación con el tratamiento en el espacio designado, y no hacer caso omiso de ellas.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Cualquier duda que se presente en referencia a la información contenida en las hojas de tratamiento y los reportes de planeación del tratamiento deberá ser resuelta con el médico radioterapeuta responsable y el Depto. de Física Médica, respectivamente.

REFERENCIAS

1. NOM-004-SSA3-2012. Del expediente clínico.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Hoja de simulación
- Hoja de tratamiento
- Reporte de la planeación del tratamiento

ANEXOS

- Hoja de simulación.
- Hoja de tratamiento.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

Cualquier duda que se presente en relación a la información contenida en las Hojas de Tratamiento y los reportes de planeación del tratamiento deberá ser resuelta con el médico radioterapeuta responsable y el Departamento de Física Médica, respectivamente.

REFERENCIAS

1. NOM-004-SSA3-2012. Del expediente clínico.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Hoja de evaluación
- Hoja de tratamiento
- Reporte de la planeación del tratamiento

ANEXOS

- Hoja de evaluación
- Hoja de tratamiento



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO IX

**PROCEDIMIENTO PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD
INCORPORADOS A LA TOMOTERAPIA**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/ASS/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIODIAGNÓSTICO

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO IX

PROCEDIMIENTO PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD
INCORPORADOS A LA TOMOTERAPIA

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOTERAPIA-19

AUTORIZADO POR

REVISADO POR


Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Responsable Legal


M. en C. Yennia Alder Contreras Angles
Especialista de Seguridad Radiológica



IX.- Procedimiento para activar de los sistemas de seguridad incorporados a la Tomoterapia

OBJETIVOS

Describir los procedimientos a seguir por el personal operador, para verificar que los sistemas de seguridad incorporados al equipo *TomoTherapy HDA* se encuentren siempre funcionales.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del personal operador del equipo, realizar las pruebas diarias para verificar que los sistemas de paro y apagado de emergencia del equipo *TomoTherapy HDA* se encuentran funcionando en perfectas condiciones.
- Es responsabilidad del Depto. de Física Médica, revisar el reporte generado de estas pruebas.
- Es responsabilidad del *ESR* procurar el bienestar propio, del *POE* y el público en general, vigilando la instalación durante el transcurso normal de su trabajo y durante una emergencia.
-
- Es responsabilidad del *POE*, conocer los mecanismos con los que cuenta el equipo *TomoTherapy HDA* para detener la emisión de radiación, detener el movimiento del gantry y de la mesa de tratamiento, y cortar el suministro de energía eléctrica.
-
- Es responsabilidad del personal operador del equipo, realizar un reporte de la emergencia acontecida al Depto. de Física Médica.



INSTRUCCIONES

El equipo *TomoTherapy HDA* posee 2 sistemas de emergencia clasificados como: paro y apagado. Los botones que ejecutan estas acciones están ubicados en varios lugares de la instalación. En la siguiente tabla describiremos sus ubicaciones, uso y resultados obtenidos con los mismos.

Botón	Localización	Uso	Resultado
<p>Paro de emergencia</p> <p><u>E-STOP</u></p> <p>Modo clínico</p>	<ul style="list-style-type: none"> . Consola de Control . Cubierta frontal del gantry en ambos lados de la mesa de tratamiento (son 2) . Sobre las paredes laterales al equipo (son 2) 	<ul style="list-style-type: none"> . Movimiento del paciente en el tratamiento . Para finalizar un procedimiento QA por conveniencia 	<ul style="list-style-type: none"> . Detiene la radiación . Detiene el gantry . Detiene la mesa de tratamiento
<p>Apagado de emergencia</p> <p><u>E-OFF</u></p> <p>Modo clínico y de servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> . Sala de Control . Cubierta lateral del gantry junto al botón de encendido. 	<ul style="list-style-type: none"> . Comportamiento inesperado de la máquina durante el tratamiento . Cuando fallan los botones de paro de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> . Todo lo anterior . Apaga el suministro de energía eléctrica del equipo

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Oprima el botón E-STOP, de paro de emergencia, para detener la emisión de radiación y, el movimiento del gantry y de la mesa de tratamiento.
- Oprimir el botón E-OFF, de apagado de emergencia, para cortar el suministro de energía eléctrica a todo el sistema *TomoTherapy HDA*.
- El personal operador debe realizar un reporte de la emergencia ocurrida al Depto. de Física Médica.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, *D. O. F.*, noviembre 22 de 1988.
2. Guía de Administración del Tratamiento, *TomoTherapy® H™ Series 2.0.x* y *HDA® Accuray*, Estados Unidos de América, 2001-2013.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Formato de registro rutina y verificación diaria.

ANEXOS

- No aplica.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Oprimir el botón E-STOP, de paro de emergencia, para detener la emisión de radiación y el movimiento del gantry y de la mesa de tratamiento.
- Oprimir el botón E-OFF, de apagado de emergencia, para cortar el suministro de energía eléctrica a todo el sistema TomoTherapy HDA.
- El personal operador debe realizar un reporte de la emergencia ocurrida al Departamento de Física Médica.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D. O. F. noviembre 22 de 1988.
2. Guía de Administración del Tratamiento, TomoTherapy® HDA Series 2.0 - HDA® Acornway, Estados Unidos de América, 2001-2012.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Formatos de registro diarios y verificación diarios.

ANEXOS

- No aplica



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO X

**PROCEDIMIENTO EN SITUACIONES ANORMALES DURANTE EL
TRATAMIENTO DEL PACIENTE**

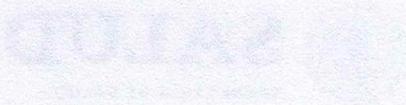
Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/SA/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**

**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HRAB

ÁREA DE RADIODIAGNÓSTICO

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO X

PROCEIMIENTO EN SITUACIONES ANORMALES DURANTE EL TRATAMIENTO DEL PACIENTE

Clave del procedimiento: HRAB-TOMOGRAFIA-15

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y responsable legal

M. en C. Yenny Ariza Carazo Arceles
Encargada de seguridad Radiológica



X.- Procedimiento en situaciones anormales durante el tratamiento de un paciente

OBJETIVOS

Establecer una conducta a seguir en caso de que la unidad *Tomotherapy HDA* tenga un malfuncionamiento durante el tratamiento de un paciente.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del personal operador de la Tomoterapia **NO ABANDONAR** el área de la consola, mantener contacto visual con el paciente y con el interior de la sala de tratamiento mediante el circuito cerrado de T.V., mientras el paciente se encuentre en tratamiento. El personal operador debe verificar además, el correcto funcionamiento de la consola de control, mientras el equipo esté emitiendo radiación.

INSTRUCCIONES

- Si se presenta un problema con el sistema de Tomoterapia durante el tratamiento de un paciente, se deberá detener la irradiación oprimiendo los botones de emergencia o abriendo la puerta de acceso a la sala de tratamiento. Cabe mencionar que cuando se dice “un problema en el funcionamiento” o “un malfuncionamiento” del equipo, se refiere a cualquier desviación del comportamiento habitual de la máquina, cuando ésta ha estado funcionando correctamente. Una vez que se haya detenido la irradiación, deberá proceder a sacar al paciente del gantry y de la sala de tratamiento; y notificar de inmediato al Depto. de Física Médica.
- No se podrán reanudar los tratamientos sin la autorización del Depto. de Física Médica.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Siempre que exista alguna duda por pequeña que sea, por parte del personal operador, en relación al estado o condición que guarda el equipo, los tratamientos deberán suspenderse hasta contactar al Depto. de Física Médica para que se aclare la situación de dicho estado o condición del equipo.



- Queda estrictamente prohibido, tratar de realizar cualquier reparación por parte del personal operador de la unidad de Tomoterapia o por cualquier otro personal no autorizado. Dicha actividad sólo compete a los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*, quienes han sido entrenados específicamente para dicha función.
- Queda estrictamente prohibido, realizar cualquier acción que elimine las señales o avisos de falla para poder continuar con el tratamiento de los pacientes. El tomar acciones que encubran los avisos de falla puede resultar en accidentes muy serios.
- La duda de algún malfuncionamiento del equipo no debe ignorarse bajo ninguna circunstancia, es decir que, ante cualquier duda se deberán suspender los tratamientos de inmediato. La acción contraria podría poner en alto riesgo la seguridad física y radiológica de los pacientes.

REFERENCIAS

- No aplica.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Todas las fallas y reparaciones realizadas al equipo de Tomoterapia quedarán registradas en la bitácora de fallas del Acelerador y en la bitácora de servicios de mantenimiento de *Cyber Robotic*, respectivamente.

ANEXOS

- No aplica.

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XI

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA TOMOTERAPIA

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/MT/V01-18

REVISADO POR:

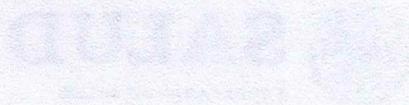
AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

AREA DE RADIOLOGIA

DEPARTAMENTO DE FISICA MEDICA

CAPITULO XI

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA TOMOGRAFIA

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOGRAFIA-13

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

Dr. Juan Luis M. Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennifer A. de la Cruz
Encargada de Seguridad Radiológica



XI.- Procedimiento de mantenimiento de la Tomoterapia

OBJETIVOS

El mantenimiento preventivo o correctivo del equipo *TomoTherapy HDA* será llevado a cabo por los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*, misma que cuenta con licencia de la *CNSNS* para realizar estos servicios de mantenimiento.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del personal operador de la Tomoterapia, dar aviso al Depto. de Física Médica de la instalación, de la existencia de cualquier malfuncionamiento que observe en la unidad, cualquiera que éste sea.
- Es responsabilidad del Depto. de Física Médica notificar a los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic* de las fallas presentadas por el equipo de Tomoterapia.
- Es responsabilidad de los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*, la reparación, reemplazo y/o modificación de los componentes del equipo *TomoTherapy HDA*, que tiendan a resolver problemas en su funcionamiento.
- Es la responsabilidad del Depto. de Física Médica, realizar la calibración y/o verificación de la Tomoterapia después de cualquier reparación, reemplazo y/o modificación de sus componentes.

INSTRUCCIONES

- Una vez que se presente la condición de falla, el personal operador deberá ponerse en contacto de inmediato con el Depto. de Física Médica para recibir instrucciones. El Depto. de Física Médica a su vez, de ser necesario deberá contactar a los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*.
- El personal operador debe recordar que el Depto. de Física Médica es el único que podrá autorizar la reanudación de los tratamientos después de que una falla del equipo haya sido atendida.



- Una parte crucial para evitar accidentes o incidentes, es la participación activa del personal operador del equipo. Este personal es quien tiene mayor contacto con el equipo de Tomoterapia, por lo que puede detectar con mayor sensibilidad cualquier variación en su funcionamiento.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Con la finalidad de poder realizar un mantenimiento adecuado del equipo *Tomotherapy HDA*, deberá llevarse una bitácora de fallas del Acelerador, lo más completa posible.
- Siempre que exista alguna duda por pequeña que sea, en relación al estado o condición que guarda el equipo, los tratamientos deberán suspenderse hasta contactar al Depto. de Física Médica para que se aclare la situación de dicho estado.
- Después de cualquier reparación de la unidad por parte de los ingenieros de servicio, el Depto. de Física Médica será el único que podrá autorizar la reanudación de los tratamientos.
- Queda estrictamente prohibido, tratar de realizar cualquier reparación por parte del personal operador de la Tomoterapia. Dicha actividad sólo les compete a los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*, quienes han sido entrenados para dicha función.
- Queda estrictamente prohibido, realizar cualquier acción que elimine las señales o avisos de falla para poder continuar con el tratamiento de los pacientes. El tomar acciones que encubran los avisos de falla puede resultar en accidentes muy serios.
- La duda de algún malfuncionamiento no deberá ignorarse bajo ninguna circunstancia. Hacer caso omiso de los avisos desplegados por la consola de control, puede poner en alto riesgo la seguridad física y radiológica de los pacientes. Todo aviso de falla indicado por la consola de control tendrá que darse por cierto y deberá ser atendido por el Depto. de Física Médica y/o los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic*.



REFERENCIAS

- No aplica.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic* son los encargados de llevar una bitácora de servicios de mantenimiento donde se registra información técnica referente a las fallas, reparaciones, reemplazo y/o modificaciones de los componentes, realizados al sistema de Tomoterapia.

ANEXOS

- No aplica.



REFERENCIAS

- No aplica.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Los informes de servicio de Cyber Robote con los encendidos de levantar una bitácora de servicios de mantenimiento donde se registra información técnica referente a las fallas, reparaciones, reemplazo y modificaciones de los componentes, realizados al sistema de Tomografía.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XII

**PROCEDIMIENTO SOBRE EL MANEJO Y CUIDADO DEL EQUIPO DE
DOSIMETRÍA Y VERIFICACIÓN DE LA TOMOTERAPIA**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/MCEDV/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**

**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HRAB

ÁREA DE RADIOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XII

PROCEDIMIENTO SOBRE EL MANEJO Y CUIDADO DEL EQUIPO DE
DOSIMETRÍA Y VERIFICACIÓN DE LA TERCERÍA

Clave del procedimiento: HRAB-TOMORCEB001-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Responsante Legal

M. en C. Tannya Aída Carrasco Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica



XII.- Procedimiento sobre el manejo y cuidado del equipo de dosimetría y verificación de la Tomoterapia

OBJETIVOS

Describir las acciones que permitan emplear en forma apropiada el equipo de dosimetría y verificación del Acelerador Lineal.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del Depto. de Física Médica, el resguardo, cuidado y aseguramiento de la correcta operación del equipo de dosimetría y verificación del Acelerador Lineal.
- El Depto. de Física Médica deberá enviar el equipo de dosimetría absoluta a un Laboratorio de Dosimetría Estándar Primario o Secundario para su calibración y, pruebas de reproducibilidad y linealidad, al menos una vez cada 2 años. En caso de alguna reparación de cualquiera de sus componentes (electrómetro y cámara de ionización A17) o inconsistencia en las mediciones registradas, el equipo de dosimetría tendrá que volverse a calibrar y realizarle las pruebas de reproducibilidad y linealidad, sin excepción alguna.
- El Depto. de Física Médica deberá enviar el equipo de dosimetría relativa a un a un prestador de servicios autorizado por la CNSNS, para realizarles las pruebas de reproducibilidad y linealidad, al menos una vez cada 2 años. En caso de alguna reparación de cualquiera de sus componentes (cámaras de ionización A1SL) o inconsistencia en las mediciones registradas, al equipo de dosimetría tendrán que volverle a realizar las pruebas de reproducibilidad y linealidad, sin excepción alguna.



INSTRUCCIONES

Descripción del equipo

Lo que a continuación se anota corresponde al equipo del que dispone el Área de Radioterapia:

- 1 Electrómetro digital, marca *STANDARD IMAGING*, modelo *TomoElectrometer*, con número de serie *L171981*.
- 2 cámaras de ionización de 0.053 cm^3 sumergibles, marca *STANDARD IMAGING*, modelo *Exradin A1SL* y, números de serie *XW171649* y *XW171646*, respectivamente.
- Maniquí de paredes de acrílico para agua, con sistema de movimiento bidireccional.
- Maniquí de agua sólida.
- Maniquí tipo queso "*Cheese Phantom*" de agua sólida con perforaciones para introducir materiales de diferente densidad y cámaras de ionización.
- Software de análisis de datos de dosimetría *TEMS* instalado en una *PC*.
- Sistema de dosimetría "*TomoDose*" para medir perfiles transversales y longitudinales.
- Sistema de dosimetría "*Delta4*" (distribuciones de dosis) con el inserto "*Cavity Plug*" de *SUN NUCLEAR* para medir dosis absoluta en el isocentro.
- Software de análisis de datos de dosimetría *SNC Patient* instalado en una *PC*.
- Escáner para dosimetría de película marca *VIDAR*, modelo *AdvantagePro*, número de serie *363038*.
- Software para análisis de película instalado en una *PC*.



Manejo del equipo

Para el manejo del electrómetro digital conectado a la cámara de ionización.

Conforme a las indicaciones del manual de operación del electrómetro digital en uso, se sigue el procedimiento descrito a continuación:

1. Conectar la extensión a la alimentación eléctrica de CA 110 V.
2. Verificar el tipo de conexión de la cámara de ionización.
3. Conectar el cable de extensión correspondiente a la cámara de ionización y el electrómetro.
4. Encender el electrómetro y sumergir la cámara de ionización en el maniquí de agua al menos 15 *min* antes de realizar una medición con la finalidad de alcanzar el equilibrio termodinámico (equilibrio de presión y temperatura).
5. Seleccionar los parámetros con los que fue calibrado el electrómetro:
 - a. Modo de medición.
 - b. Unidades de medición. Es típico trabajar en C (Coulombs).
 - c. Escala.
6. Al término del proceso 4, hacer la rutina de **ZERO**.
7. Dar un disparo de 1 *min* para realizar el proceso de calentamiento de la cámara de ionización.
8. Realizar una rutina de **ZERO** o un **RESET**.
9. Concluido este proceso se puede iniciar la toma de lecturas para medición del haz de radiación.

Cuando se finalice el uso del electrómetro y la cámara de ionización, éstos deberán guardarse en el lugar reservado para su almacenamiento, en el Depto. de Física Médica.



Para el manejo del sistema de dosimetría “TomoDose”.

- a. Conectar el cable de alimentación
- b. Conectar el cable de datos a la interfaz de la *PC* dedicada.
- c. Nivelar el dispositivo.
- d. Correr el software *SNC* para realizar el análisis dosimétrico.
- e. Evitar que el dispositivo sufra golpes; y el cable de conexión sea presionado o pisado.
- f. Cuando termine de usar el dispositivo, guárdelo en el lugar reservado para su almacenamiento.

Para el manejo del sistema de dosimetría “Delta4” con inserto “Cavity Plug”.

- a. Conectar el cable de alimentación.
- b. Conectar el cable de datos a la interfaz de la *PC* dedicada.
- c. Nivelar el dispositivo con los *LED*'s de nivelación.
- d. Correr el software *SNC Patient* para realizar el análisis dosimétrico.
- e. Evitar que el dispositivo sufra golpes; y el cable de conexión sea presionado o pisado.
- f. Cuando termine de usar el dispositivo, guárdelo en el lugar reservado para su almacenamiento.

Para el manejo del escáner digital *VIDAR*.

Antes de tomar cualquier lectura de la película de tinte radiocrómico expuesta al haz de radiación a medir, se deberá:

- a. Encender el digitalizador.
- b. Posicionar la película correctamente.

El escáner dispone de un sistema de calibración automática, *ADC* (Automatic Digitizer Calibration).

En la envoltura de las películas de verificación expuestas se registrarán las condiciones de la exposición, fecha y tiempo de irradiación. Estas películas de verificación se deben archivar en el Depto. de Física Médica.

La ubicación de resguardo del escáner y las películas de verificación es el Depto. de Física Médica.



Cuidado del equipo

Para la cámara de ionización y electrómetro:

- a. Enviar a calibrar y realizar las pruebas de reproducibilidad y linealidad, el electrómetro y la cámara de ionización utilizados para realizar dosimetría absoluta al menos cada 2 años.
- b. Enviar las cámaras de ionización utilizadas para dosimetría relativa, a realizarles pruebas de reproducibilidad y linealidad al menos cada 2 años.
- c. Verificar el voltaje de la batería interna del electrómetro.

El almacenamiento del electrómetro y de las cámaras de ionización es el Depto. de Física Médica.

Para el sistema “*TomoDose*”:

- Recalibrar el sistema con la rutina de calibración instalada en el software *SNC*, una vez al año o después de una reparación.
- Estar atento a los mensajes de alerta que despliegue el *Software SNC*, durante la operación del dispositivo.

Para el sistema “*Delta4*”:

- Recalibrar el sistema con la rutina de calibración instalada en el software *SNC Patient*, una vez al año o después de una reparación.
- Estar atento a los mensajes de alerta que despliegue el *Software SNC Patient*, durante la operación del dispositivo.

Para el escáner digital *VIDAR*

- a. Se deberán tomar las películas de verificación del haz de radiación con exposiciones entre 0.02 y 8 Gy.
- b. No se deberá tocar con los dedos, la película de verificación.
- c. No se deben hacer lecturas de una película expuesta, si el escáner no ha sido calibrado. En este caso, el escáner posee una rutina de autocalibración.



Para los accesorios

- a. No dejar almacenada agua en el cubo del maniquí.
- b. No dejar conexiones en el controlador del sistema del riel con movimiento.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Todo instrumento de tipo electrónico tiene un manejo especial, desde permitir el tiempo de calentamiento apropiado hasta el cuidado físico del mismo.
- Deberá cuidarse no golpear el instrumento ni someterlo a condiciones fuera de su rango de operación.
- En caso de que el equipo cuente con cables externos, éstos también tienen un manejo especial dado que por ellos viajan señales de control y de diagnóstico. Por lo anterior, es imprescindible evitar que los cables sean presionados y/o pisados.
- Mantener las cámaras de ionización en sus respectivos estuches para protegerlas de golpes y caídas.

REFERENCIAS

1. Manual del usuario para el electrómetro digital.
2. Manual del usuario para las cámaras de ionización *Exradin A17 y A1SL*.
3. Manual del usuario para el controlador del sistema de riel con movimiento.
4. Manual del usuario del escáner digital *VIDAR*.
5. Manual del usuario del sistema *TomoDose*.
6. Manual del usuario del sistema *Delta4*.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Certificado de calibración del electrómetro marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *TomoElectrometer* y no. de serie: *L171981*.
- Certificado de pruebas de reproducibilidad y linealidad de la cámara de ionización marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *Exradin A1SL* y no. de serie: *XW171649*.



- Certificado de pruebas de reproducibilidad y linealidad de la cámara de ionización marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *Exradin A1SL* y no. de serie: *XW171646*.

ANEXOS

- No aplica.



Control de calidad de pruebas de reproducción y fidelidad de la cámara de
ionización marca: STANDARD IMAGING mod. Eximat A12L y no. de
serie: XW771846

AMEXOR
- No aplica



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XIII

**PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO Y CUIDADO DEL DOSÍMETRO
PERSONAL Y DEL MONITOR DE RADIACIÓN PORTÁTIL**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/MCDPMRP/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**

**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



MINISTERIO DE SALUD
REPUBLICA DOMINICANA



HRAB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XIII

PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO Y CUIDADO DEL DOSÍMETRO
PERSONAL Y DEL MONITOR DE RADIACION PORTÁTIL

Clave del procedimiento: HRAB-TOMOMDPMRW-01-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Maseda Gómez
Director y Responsable Legal

M. en C. Yennifer Arístides Carrasco-Angel
Encargado de Seguridad Radiológica



XIII.- Procedimiento para el manejo y cuidado del monitor de radiación portátil y del dosímetro personal

OBJETIVOS

Que el *POE* utilice de forma adecuada el dosímetro personal y el detector de radiación portátil.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del *ESR*, vigilar que los equipos de protección radiológica se encuentren siempre en buen estado de funcionamiento y debidamente calibrados por un prestador de servicios autorizado por la *CNSNS*.
-
- Es responsabilidad del *POE*, cuidar y hacer buen uso del equipo de detección y de su dosímetro personal.

INSTRUCCIONES

Descripción del equipo de vigilancia radiológica.

Lo que a continuación se anota corresponde al equipo de que dispone el Área de Radioterapia:

- Lector con alarma sonora marca: *LUDLUM*; detector tipo *GM* marca: *LUDLUM*, mod. 375 y no. de serie: 328936.

Sobre el manejo y cuidado del detector de radiación portátil.

- El *ESR* deberá enviar a calibrar anualmente el detector de radiación portátil y deberá archivar el certificado de calibración emitido por el prestador del servicio de calibración. El detector de radiación siempre estará disponible para utilizarse en tareas que involucren radiaciones ionizantes.
- El *POE* que utilice el detector de radiación portátil verificará que la vigencia de calibración no haya vencido y que la batería del detector se encuentre en buen estado. El equipo cuenta con un botón de prueba de la batería.
- Antes de acercarse al equipo generador de rayos X, iniciar la lectura por la escala más alta, e ir decreciéndola hasta que la carátula indique la presencia de radiación.



- Con el detector al frente, acercarse al equipo generador de rayos X hasta el lugar donde se requiere conocer la rapidez de exposición (si el equipo cuenta con selección de constante de tiempo, seleccionar la opción "lenta").
- Para tener una lectura real, es necesario multiplicar la lectura indicada en la carátula por el factor de escala y por el factor de calibración del detector.
- Registrar los datos obtenidos, apagar el detector de radiación y almacenarlo en el lugar designado dentro del Depto. de Física Médica. Retirar la batería cuando el detector de radiación deje de usarse por tiempos prolongados.

Sobre el manejo y cuidado del monitor de área.

- El *ESR* deberá enviar a calibrar anualmente el monitor de área y deberá archivar el certificado de calibración emitido por el prestador del servicio de calibración.
- Para el monitor de área, verificar que la luz roja esté funcionando. El monitor debe permanecer dentro de la sala de tratamiento cerca del sistema de Tomoterapia.

Sobre el manejo y cuidado del dosímetro personal.

- El prestador del servicio de dosimetría enviará a la instalación, el lote de dosímetros unos días antes del mes en que se van a utilizar.
- El *ESR* recibirá el lote de dosímetros y verificará la cantidad, su estado físico y el número de identificación de cada uno de ellos.
- En los primeros 5 días laborables de cada mes, el *ESR* distribuirá los nuevos dosímetros al *POE* y a su vez coleccionará los dosímetros que se utilizaron en el mes anterior.
- El dosímetro personal debe usarse en el torso a la altura del tórax o cuello para que la dosis registrada sea representativa para cuerpo total.
- El *ESR* revisará el estado físico de los dosímetros utilizados en el mes anterior y en caso de que estos presenten anomalías, tales como humedad, golpes, quemaduras, etc., pedirá una explicación por escrito al usuario de dicho dosímetro.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Evitar golpear cualquier zona de los detectores de radiación, sobre todo la zona de detección.
- Evitar utilizar la señal audible o utilizarla sólo en caso necesario, pues el sonido podría causar pánico en gente que no tiene conocimiento alguno de las actividades que se realizan.
- Asegúrese de que el detector de radiación haya sido calibrado y su fecha de calibración esté vigente.
- La calibración debe ser realizada por un prestador de servicios autorizado por la CNSNS.
- Verificar que el detector de radiación porte batería en buen estado.
- Verificar la lectura del fondo natural y lectura en cada escala con el detector portátil.
- No guardar el detector portátil cerca de fuentes de radiación.
- Retirar la batería cuando el detector portátil no se utilice por tiempos prolongados.
- Evitar guardar el dosímetro personal cerca de fuentes de radiación.
- Evitar que el dosímetro personal sufra golpes y, se exponga a la humedad y a temperaturas altas, pues estas circunstancias podrían alterar la lectura del dosímetro, indicando una dosis falsa.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., Noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.
3. Manual del detector portátil marca *LUDLUM*, mod. 328936..



DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Certificado detector tipo *GM* marca: *LUDLUM*, mod. 375 y no. de serie: 328936.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XIV

**PROCEDIMIENTO DE INTEGRACIÓN DEL EXPEDIENTE DE SEGURIDAD
RADIOLÓGICA**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/IESR/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**

**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HRABE

AREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FISICA MEDICA

CAPITULO XIV

PROCEDIMIENTO DE INTEGRACION DEL EXPEDIENTE DE SEGURIDAD
RADIOLÓGICA

Clave del procedimiento: HRABE-TOMORSE/VI/1-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Mequedo Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yohánis Ailes Carazo Angéles
Encargado de Seguridad Radiológica



XIV.- Procedimiento de integración del Expediente de Seguridad Radiológica

OBJETIVOS

Indicar la forma de integrar el Expediente de Seguridad Radiológica, así como su contenido.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del *ESR* mantener actualizado y salvaguardar el Expediente de Seguridad Radiológica.

INSTRUCCIONES

- El expediente deberá contener los registros y documentación relacionada con la seguridad radiológica de la instalación:
 1. Licencia de operación del equipo *TomoTherapy HDA* para uso clínico.
 2. Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.
 3. Bitácora de fallas del Acelerador.
 4. Bitácora de dosimetría.
 5. Bitácora del *POE*.
 6. Bitácora de los tratamientos.
 7. Bitácora de servicios de mantenimiento.
- El expediente estará en poder del *ESR*, quien lo tendrá disponible en caso de alguna inspección o auditoría, interna o por la *CNSNS*.
- El expediente deberá ser actualizado permanentemente.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El Expediente de Seguridad Radiológica debe ser actualizado tan pronto como sea posible con el fin de que éste se encuentre disponible en una inspección o auditoría interna, o de la *CNSNS*.



REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., Noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- El Expediente de Seguridad Radiológica.

ANEXOS

- No aplica.

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XV

PROCEDIMIENTO DE CONTROL RADIOLÓGICO Y MÉDICO DEL POE

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/CRMP/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:


M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica


Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XV

PROCEDIMIENTO DE CONTROL RADIOLÓGICO Y MÉDICO DEL PDE

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMORPMBV15

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

Dr. Juan Luis Mosqueda Sáenz
Director y Responsable Legal

M. en C. Yvonne Arde Carasco Anguila
Encargada de Seguridad Radiológica



XV.- Procedimiento de control radiológico y médico del POE

OBJETIVOS

Describir los procedimientos internos para mantener un control radiológico y médico del personal ocupacionalmente expuesto que trabaja con el equipo *Tomotherapy HDA*.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del *ESR*:

- 1.- Mantener el expediente del personal ocupacionalmente expuesto actualizado.
- 2.- Vigilar el cumplimiento de los procedimientos descritos en este manual.
- 3.- Dar cumplimiento a las recomendaciones de la *CNSNS*.
- 4.- Vigilar que se cumpla con el Reglamento General de Seguridad Radiológica y las normas relacionadas en vigor.
- 5.- Si se rebasan los niveles de referencia por algún *POE*, es obligación del *ESR* revisar los procedimientos de trabajo del *POE* en cuestión y proponer acciones que tiendan a reducir el equivalente de dosis de este *POE*.

Es responsabilidad del *POE*:

- 1.- Atender las indicaciones generadas por el *ESR* relativas a los procedimientos de control radiológico y médico en la instalación.
- 2.- Portar su dosímetro personal dentro de la instalación.
- 3.- Realizar el cambio de su dosímetro personal los primeros 5 días hábiles de cada mes y dejarlo en la instalación al ausentarse por vacaciones, incapacidad u otro tipo de permiso, si alguno de éstos incluye los primeros 5 días del mes.
- 4.- Cuidar el dosímetro evitando que éste sufra golpes y quemaduras, o se exponga a la humedad y a temperaturas altas.



INSTRUCCIONES

Sobre el control radiológico, el HRAEB proporcionará un dosímetro al personal que haya sido autorizado por la CNSNS como *POE*.

- El personal al que se le asigne dosímetro personal firmará un resguardo y quedará como único responsable de su cuidado. La función del dosímetro personal es medir el equivalente de dosis mensual del *POE*.
- En caso de extravío del dosímetro, el *POE* deberá reportarlo al *ESR* y solicitar su reposición por escrito con visto bueno de su jefe inmediato. En el reporte se deberá incluir la fecha en la que se extravió y la actividad que estaba siendo realizada por el *POE* en ese período.
- El dosímetro personal será reemplazado mensualmente. El dosímetro es intransferible. Este dosímetro se portará en el área del torso, sobre la ropa del empleado, durante el transcurso del trabajo relacionado con el uso del equipo *TomoTherapy HDA*.
- El *ESR* enviará cada mes los dosímetros personales al prestador del servicio de dosimetría para su lectura, y archivará los reportes de dosimetría en el expediente del *POE*. El expediente debe estar siempre actualizado y disponible para consulta interna y de la *CNSNS*.
- El equivalente de dosis mensual del *POE* debe registrarse en el formato de registro de dosis mensual.
- La lectura mensual del dosímetro se dará a conocer al *POE*. Una copia de los resultados de la dosimetría personal mensual se enviará a la *CNSNS*.
- El *ESR* llevará un registro del equivalente de dosis acumulado por el *POE*, mientras éste se encuentre laborando en el HRAEB.
- Si en un mes, algún *POE* registrara un equivalente de dosis superior a 2 *mSv*, se le solicitará que describa su rutina de trabajo en el período a analizar. Se estudiarán las causas y si procede se establecerán mecanismos correctivos. Si la situación se repite en otro mes, se procederá a cambiar las condiciones de la rutina del *POE*, con el fin de asegurar que en lo subsecuente ningún *POE* reciba niveles de dosis similares.



- Cada año calendario se le dará al *POE* una constancia de dosis individual con el equivalente de dosis del año transcurrido y el acumulado de los años anteriores.
- Niveles de referencia internos.

20 *mSv* / año.

Nivel de Registro: 0.1 *mSv/mes*.

Nivel de Investigación: 2.0 *mSv/mes*.

Nivel de Intervención: 3 *mSv/mes*.

Cantidades que garantizan no rebasar el límite del equivalente de dosis anual de 20 *mSv/año*.

Sobre el control médico.

- Para un individuo de nuevo ingreso, se le solicitarán los siguientes estudios de laboratorio: biometría hemática y química sanguínea.
- El *POE* deberá someterse como mínimo una vez por año a la toma de muestras biológicas para los estudios de biometría hemática y química sanguínea, y a los estudios médicos que sean necesarios como parte de la vigilancia médica.
- Los resultados de biometría hemática y química sanguínea deberán analizarse por un médico titulado, quien deberá contar con conocimientos en protección radiológica, radiobiología y medicina de las radiaciones. El examen y el certificado médico deberán anexarse al expediente correspondiente.
- Con el objeto de detectar la aparición de efectos no deseables en la salud del personal, se deben practicar exámenes médicos previos a su contratación, así como exámenes periódicos ulteriores, siendo la frecuencia de éstos de un año.
- El expediente del *POE* debe contener una historia clínica que considere los puntos indicados en la NOM-026-NUCL-1999.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El *POE* no deberá laborar en su jornada diaria sin portar su dosímetro personal.
- Evitar portar el dosímetro cuando no se labore y evitar exponerlo a la radiación en situaciones que no estén relacionadas con la actividad laboral. Por ejemplo, la exposición del dosímetro en equipos de rayos X de diagnóstico o de los aeropuertos cuando el *POE* viaje.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.
3. *ICRP* Report No. 60.
4. NOM-012-STPS-2012: Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.
5. NOM-026-NUCL-2011: Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes.
6. NOM-031-NUCL-2011: Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Reporte del equivalente de dosis mensual del *POE*.
- Bitácora del *POE*.

ANEXOS

- Formato de dosis mensual del *POE*.

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XVI

PROCEDIMIENTO PARA EL REENTRENAMIENTO DEL POE

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/RP/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XVI

PROCEDIMIENTO PARA EL REENTRENAMIENTO DEL POE

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMORP/01-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Responsables Legales

M. en C. Yennifer Aroca Casaco Argente
Encargada de Seguridad Radiológica



XVI.- Procedimiento para el reentrenamiento del POE

OBJETIVOS

- Que el *POE* refresque los conocimientos básicos de seguridad radiológica aplicables al riesgo radiológico por el uso de radiaciones ionizantes en la instalación donde trabaja.
- Que el *POE* conozca el Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del titular de una autorización, permiso o licencia expedido por la *CNSNS*, que su personal posea los niveles adecuados de calificación y entrenamiento para realizar una actividad o práctica con equipos generadores de radiación ionizante.
- Es responsabilidad del *ESR*, impartir un curso de reentrenamiento anual, aprobado por la *CNSNS*, al *POE* de su instalación que sea adecuado al nivel de riesgo del uso del equipo generador de radiaciones ionizantes.
- El *POE* deberá acreditar el curso de reentrenamiento anual impartido por el *ESR* y demostrar conocimientos suficientes sobre los conceptos básicos de radiación ionizante y su interacción con la materia, principios de detección de la misma, efectos biológicos, dosis absorbida, límites de dosis, factores de protección (tiempo, distancia y blindaje), el concepto *ALARA* y otros tópicos del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.

INSTRUCCIONES

- El curso anual de reentrenamiento debe ser impartido por el *ESR*.
- El curso anual debe ser adecuado al nivel de riesgo del equipo generador de radiaciones ionizantes de la instalación.
- Se evaluarán los conocimientos adquiridos por el *POE* con un examen escrito al final del curso y con la realización de prácticas sobre la utilización correcta de los dispositivos de medición de la radiación ionizante entre otras.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El contenido del curso de reentrenamiento debe ajustarse al nivel de riesgo de la instalación basado principalmente en el Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica de la misma.

REFERENCIAS

1. NOM-031-NUCL-2011: Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Curso de reentrenamiento.
- Exámenes escritos sobre el curso de reentrenamiento del POE.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XVII

**PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LOS
PROCEDIMIENTOS DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD
RADIOLÓGICA**

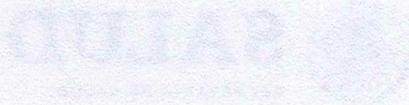
Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/ERA/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XVII

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LOS
PROCEDIMIENTOS DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD
RADIOLÓGICA

Clave del procedimiento: HRAEB-TORONRAV-13

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Miquelena Gómez
Director y Responsable Legal

M. en C. Yohana Añez Carazo Arceles
Encargada de Seguridad Radiológica



XVII.- Procedimiento de elaboración, revisión y aprobación de los procedimientos del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica

OBJETIVOS

Conocer los canales administrativos para la elaboración, revisión y aprobación de los procedimientos del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.

RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del Grupo de Seguridad Radiológica de la instalación: Representante Legal, el *ESR* y el *POE*, colaborar y contribuir en el mejoramiento del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica de la instalación.
- El personal involucrado debe contar con la preparación profesional y autorización correspondiente de la *CNSNS*.

INSTRUCCIONES

Representante Legal.

1. En coordinación con el *ESR*, el Representante Legal debe colaborar en la preparación inicial del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.
2. Aprobar el manual de inicio y, los cambios y adecuaciones realizados en sus revisiones.

Encargado de Seguridad Radiológica.

1. Elaborar el manual y obtener la aprobación correspondiente del Representante Legal.
2. Enviar el manual a la *CNSNS* para su aprobación.
3. Programar y coordinar con el Representante Legal y con el *POE*, revisiones del manual.
4. Solicitar al Representante Legal, la aprobación de los cambios y adecuaciones realizados al manual, producto de las revisiones.



5. Establecer los cambios y adecuaciones realizados al manual que fueron aprobados por el Representante Legal.
6. Informar al *POE*, del establecimiento de esos cambios y adecuaciones.
7. Mantener una copia del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica en la sala de control de la Tomoterapia.

Personal Ocupacionalmente Expuesto.

1. Colaborar en coordinación con el *ESR*, para la preparación inicial del manual.
2. Proponer al *ESR*, los cambios y adecuaciones que considere pertinentes al manual, en sus revisiones.
3. Tener conocimiento de los cambios y adecuaciones realizados al manual en sus revisiones.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- La actualización de Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica es un mecanismo para mantener el control radiológico y médico del *POE* y de las actividades relacionadas con las radiaciones ionizantes, con el objeto de minimizar cualquiera de sus efectos en situaciones normales o de emergencia.

REFERENCIAS

- No aplica.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica modificado.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XVIII

PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ZONAS

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/CZ/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XVII

PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACION DE ZONAS

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOC2-V01-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Responsable Legal

M. en C. Yennifer Aída Carrasco Angiles
Encargada de Seguridad Radiológica



XVIII.- Procedimiento para la clasificación de zonas

OBJETIVOS

Conocer las definiciones que permitan clasificar las zonas que colindan con el búnker donde se encuentra instalado el equipo *TomoTherapy HDA*.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del *ESR*, estudiar las características de las zonas que colindan con el búnker, para determinar su clasificación.

INSTRUCCIONES

ZONAS CONTROLADAS: Son las áreas de la instalación que colindan con el búnker donde la exposición del *POE* a la radiación está controlada. El acceso a estas áreas está permitido únicamente para los miembros del *POE*, es decir, que estas áreas son de acceso restringido.

ZONAS NO CONTROLADAS: Son áreas de la instalación que colindan con el búnker, pero de tránsito libre para el público en general.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- La correcta clasificación de las zonas que colindan con la sala de tratamiento coadyuvará al cumplimiento de los límites de dosis para el *POE* y el público en general.

REFERENCIAS

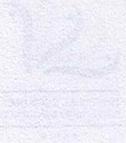
1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F, Noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- No aplica.

ANEXOS

- No aplica.



XVIII - Procedimiento para la clasificación de zonas

OBJETIVOS

Conocer las definiciones que permiten clasificar las zonas que colindan con el bunker donde se encuentra instalado el equipo Tomotherapy HDA

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del EBR estudiar las características de las zonas que colindan con el bunker para determinar su clasificación

INSTRUCCIONES

ZONAS CONTROLADAS: Son las áreas de la instalación que colindan con el bunker donde la exposición del FOE a la radiación está controlada. El acceso a estas áreas está permitido únicamente para los miembros del FOE, es decir, que estas áreas son de acceso restringido

ZONAS NO CONTROLADAS: Son áreas de la instalación que colindan con el bunker pero de tránsito libre para el público en general

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

La correcta clasificación de las zonas que colindan con la sala de tratamiento contribuye al cumplimiento de los límites de dosis para el FOE y el público en general

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F. Noviembre 22 de 1985.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación. Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

No aplica

ANEXOS

No aplica

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

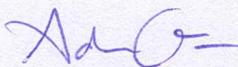
CAPITULO XIX

PROCEDIMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE NIVELES DE RADIACIÓN

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/LNR/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



IRAE

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XIX

PROCEDIMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE NIVELES DE RADIACION

Clave del procedimiento: IRAB-TORNIV-13

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

Dr. Yennifer Aída Carrasco Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica



XIX.- Procedimiento para el levantamiento de niveles de radiación

OBJETIVOS

Establecer el procedimiento para levantar y registrar los niveles de radiación en la vecindad del búnker donde se encuentra instalado el equipo *TomoTherapy HDA*.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del *ESR* y el Depto. de Física Médica de la instalación realizar el levantamiento de niveles de radiación cada año según el siguiente procedimiento.

INSTRUCCIONES

- Seleccionar un tratamiento típico para irradiar un maniquí de agua equivalente.
-
- Medir los niveles de radiación alrededor del búnker (detector de radiación portátil) durante la irradiación del maniquí.
-
- Registrar las mediciones obtenidas en el formato para el levantamiento de niveles de radiación.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Verificar previo a las mediciones, que el detector de radiación portátil opere correctamente y asegurarse de que la batería cumpla con las condiciones de operación del equipo.
- Verificar previo a las mediciones, que el detector de radiación portátil esté calibrado y su fecha de calibración se encuentre vigente.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.
3. NOM-012-STPS-2012: Condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejen fuentes de radiación ionizante.



DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Registro de levantamiento de niveles de radiación.

ANEXOS

- Formato para el levantamiento de niveles de radiación.

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XX

**PROCEDIMIENTO DE ACCESO SEGURO A LA ZONA CONTROLADA Y
ACCESO A LA ZONA NO CONTROLADA**

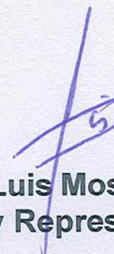
Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/ASZC/V01-18

REVISADO POR:

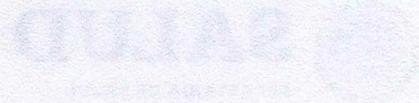
AUTORIZADO POR:



**M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica**



**Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal**



HRAEB

AREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FISICA MEDICA

CAPITULO XX

PROCEDIMIENTO DE ACCESO SEGURO A LA ZONA CONTROLADA Y
ACCESO A LA ZONA NO CONTROLADA

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMOIIA52XV01-18

AUTORIZADO POR

REVISADO POR


Dr. Juan Luis Masqueda Gómez
Director y Representante Legal


Dr. Yonara Aída Carrión Angéles
Encargada de Seguridad Radiológica

XX.- Procedimiento de acceso seguro a la zona controlada

OBJETIVOS

Establecer la delimitación de las zonas controladas con la finalidad de controlar el acceso a ellas.

RESPONSABILIDADES

- *Es responsabilidad del ESR, determinar los límites de las zonas controladas.*

INSTRUCCIONES

Para delimitar las zonas controladas de la instalación, el *ESR* deberá:

- Colocar el logotipo internacional para indicar la presencia de radiaciones ionizantes.
- Colocar leyendas que adviertan del peligro que representan estas zonas.
- Colocar leyendas que prohíban el ingreso de personas no autorizadas.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El Grupo de Seguridad Radiológica de la instalación deberá cumplir y hacer que se cumplan los señalamientos de las zonas controladas.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- No aplica.

ANEXOS

- No aplica.



XX.- Procedimiento de acceso seguro a la Zona No Controlada

OBJETIVOS

Establecer la delimitación de las zonas no controladas

RESPONSABILIDADES

- ***Es responsabilidad del ESR, determinar los límites de las zonas no controladas.***

INSTRUCCIONES

Para delimitar las zonas no controladas de la instalación, el *ESR* deberá:

- Hablar con el personal con respecto a las Zonas no Controladas
- Las Zonas no controladas se marcan en color azul en el croquis anexo

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- El Grupo de Seguridad Radiológica de la instalación deberá cumplir y hacer que se cumplan los señalamientos de las zonas no controladas.

REFERENCIAS

3. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., noviembre 22 de 1988.
4. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- No aplica.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XXI

PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD FÍSICA EN LA ZONA CONTROLADA

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/SFZC/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRAEB

ÁREA DE RADIOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XXI

PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD FÍSICA EN LA ZONA CONTROLADA

Clave del procedimiento: HRAEB-TOMO I SECCIÓN 11-13

AUTORIZADO POR

REVISADO POR

Dr. Juan Luis Alvarado Gómez
Director y Representante Legal

M. en C. Yennifer Aída Carasco Ágiles
Encargada de Seguridad Radiológica

XXI.- Procedimiento de seguridad física en la zona controlada

OBJETIVOS

Garantizar que el Acelerador Lineal se encuentre bajo resguardo seguro.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Grupo de Seguridad Radiológica mantener bajo resguardo seguro al Acelerador Lineal.

INSTRUCCIONES

En el caso de un Acelerador Lineal para uso clínico como la Tomoterapia, la seguridad física es cumplida por defecto, pues las dimensiones y el peso del equipo impiden la acción de un robo.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- No aplica.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F., Noviembre 22 de 1988.
2. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- No aplica.

ANEXOS

- No aplica.



1977-Programa de estudios de posgrado en ciencias exactas

OBJETIVOS

El programa de estudios tiene como finalidad preparar a los estudiantes en el campo de las ciencias exactas, para que puedan desempeñarse en el sector público y privado.

REQUISITOS DE ADMISIÓN

El postulante debe haber cursado y aprobado los cursos de ingreso al nivel de licenciatura en el área de las ciencias exactas.

REQUISITOS

El estudiante debe haber cursado y aprobado los cursos de ingreso al nivel de licenciatura en el área de las ciencias exactas, para poder inscribirse en el programa de estudios de posgrado.

REQUISITOS DE ADMISIÓN Y EXTERIORES

No aplica

REQUISITOS

1. Examen de ingreso al programa de licenciatura en el área de las ciencias exactas.
2. Examen de ingreso al programa de posgrado en el área de las ciencias exactas.

REQUISITOS Y REQUISITOS EXTERIORES

No aplica

REQUISITOS

No aplica

HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

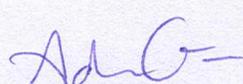
CAPITULO XXII

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES Y AUDITORÍAS INTERNAS

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/IAI/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:



M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica



Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



MINISTERIO DE SALUD
DOMINICANA



HRABD

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XXII

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES Y AUDITORÍAS INTERNAS

Clave del procedimiento - HRABD-TOMORAYV01-18

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Rodríguez Gómez
Director y Representante Legal

M. Sc. Yennifer Arce Carasco-Angelis
Encargada de Seguridad Radiológica



XXII.- Procedimiento de inspecciones y auditorías internas

OBJETIVOS

Establecer la periodicidad y los elementos necesarios que deberán cubrir las inspecciones y las auditorías internas con el objeto de supervisar que los registros que forman parte del Programa de Garantía de Calidad en materia de Seguridad Radiológica se realicen y cumplan como lo marcan las normas oficiales nacionales y/o internacionales.

RESPONSABILIDADES

EI HRAEB:

1. Deberá contar con los registros de dictámenes por inspecciones y auditorías internas.
2. Establecerá un programa de inspecciones y auditorías internas que se llevará a cabo al menos una vez al año. Este programa será realizado por el *ESR* y el Representante Legal.
3. Recibirá al inspector o auditor en su domicilio, en la oficina del *ESR*.
4. Estará obligado a corregir inmediatamente las anomalías encontradas durante la inspección o auditoría interna una vez que reciba el dictamen.
5. Una inspección y auditoría consistirá en la revisión del Expediente de Seguridad Radiológica.
6. El Expediente de Seguridad Radiológica debe contener los registros de la instalación: pruebas de aceptación y comisionamiento, registros de la calibración y verificación del Acelerador Lineal, registros de las fallas del Acelerador, registros de los servicios de mantenimiento, expediente radiológico del *POE*, certificados de calibración del equipo detector de radiación y dosimetría, etc.

El Inspector o Auditor:

1. Deberá tener cuidado de cubrir todos los puntos propuestos en el programa de inspecciones y auditorías.
2. Deberá portar el dosímetro personal durante la estancia en las zonas controladas.
3. Elaborar y entregar el dictamen al Representante Legal y al *ESR*, sobre las anomalías encontradas después de realizar la inspección o auditoría.



INSTRUCCIONES

El ESR deberá realizar registros relacionados con la seguridad radiológica de la instalación y actualizarlos para control interno y como evidencia documental cuando sean requeridas por la CNSNS.

Los elementos motivo de inspección o auditoría interna son los siguientes:

AUDITORÍAS:

Evaluación de los registros, documentos, programas y procedimientos relacionados con la seguridad radiológica, de acuerdo a lo establecido en la autorización, permiso o licencia correspondiente, y en el Reglamento General de Seguridad Radiológica.
Del Acelerador Lineal.

- ✓ Licencia de Operación.
- ✓ Registros de fallas del Acelerador Lineal.
- ✓ Registros de calibración y verificación periódica (diaria, mensual, semestral y anual) del Acelerador Lineal.
- ✓

Del mantenimiento del Acelerador Lineal.

- ✓ Hojas de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos

Del personal ocupacionalmente expuesto.

- ✓ Currículum Vitae.
- ✓ Dosimetría personal: registros mensuales y constancias anuales.
- ✓ Control médico anual: examen y certificado médico.
- ✓ Oficios de altas y bajas del POE, ESR y Representante Legal.
- ✓ Constancias de los cursos de reentrenamiento anual del POE, en seguridad radiológica.

Del paciente.

- ✓ Expediente del paciente.
- ✓ Registros de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un tratamiento de *TomoDirect*.
- ✓ Registros de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un tratamiento de *TomoHelical*.



Del equipo de dosimetría y detectores de radiación ionizante.

- ✓ Marca, modelo y no. de serie.
- ✓ Manual del usuario.
- ✓ Certificados de calibración {anual/detectores de radiación (detector de radiación portátil y monitores de área) y bianual/equipo de dosimetría absoluta (electrómetro y cámara de ionización A17)}.
- ✓ Certificados de pruebas de reproducibilidad y linealidad (bianual/cámaras de ionización para dosimetría relativa).

De los Programas de Seguridad Radiológica.

- ✓ Permisos y/o autorizaciones expedidas por la CNSNS.
- ✓ Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica (última revisión).
- ✓ Programa de Control de Calidad de la Tomoterapia (alineación, haz de radiación y tratamientos).
- ✓ Curso de Reentrenamiento en Seguridad Radiológica del POE.
- ✓ Prontuario de Emergencia: nombres y teléfonos del Representante Legal, ESR y CNSNS.
- ✓ Informes Anuales de las Actividades Relevantes en Materia de Seguridad Radiológica.
- ✓ Dictámenes de las inspecciones y auditorías internas o de la CNSNS.
- ✓ Respuesta a los dictámenes de inspección o auditoría interna o de la CNSNS.
- ✓ Oficios de la CNSNS dirigidos al HRAEB.
- ✓ Respuesta del HRAEB a los oficios recibidos de la CNSNS.
- ✓ Otros.

INSPECCIONES:

Evaluación de las condiciones de seguridad física y radiológica de una instalación radiactiva en sus programas, equipos y en la aplicación de los procedimientos de operación, administrativos y de emergencia, además de las siguientes condiciones:

- ✓ Que el POE conozca plenamente el contenido del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.
- ✓ Registros relacionados con el Programa de Control de Calidad de la Tomoterapia (alineación, haz de radiación y tratamientos).
- ✓ Señalamientos y leyendas utilizados en la instalación.
- ✓ Condiciones físicas y de operación, del equipo de dosimetría y de los detectores de radiación.
- ✓ Todo lo relacionado con el POE.
- ✓ Otros.



RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Mantener el Expediente de Seguridad Radiológica actualizado permanentemente.
- Los registros se deberán archivar en carpetas durante un período determinado.

REFERENCIAS

- Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O F., noviembre 22 de 1988.
- Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Dictámenes de las inspecciones y auditorías.
- Respuesta a los dictámenes de inspección y auditoría.

ANEXOS

- No aplica.



HRAEB

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPITULO XXIII

**PROCEDIMIENTO POS-ACCIDENTE (ANÁLISIS, ELABORACIÓN DEL
INFORME Y MEDIDAS CORRECTIVAS)**

Clave del procedimiento HRAEB-TOMO/PA/V01-18

REVISADO POR:

AUTORIZADO POR:

M. en C. Yennira Aidee Carrasco Ángeles
Encargado de Seguridad Radiológica

Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Director y Representante Legal



HRABD

ÁREA DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA MÉDICA

CAPÍTULO XXIII

PROCEDIMIENTO POS-ACCIDENTE (ANÁLISIS, ELABORACIÓN DEL INFORME Y MEDIDAS CORRECTIVAS)

Clave del procedimiento: HRABD-TOMOPRANV1-12

AUTORIZADO POR:

REVISADO POR:

Dr. Juan Luis Mosquera Gómez
Director y responsable legal

M. en C. Yenny Aída García Aragón
Encargada de Seguridad Radiológica



XXIII.- Procedimiento pos-accidente (análisis, elaboración del informe y medidas correctivas).

OBJETIVOS

- Conocer las actividades que han de ponerse en práctica, cuando se ha perdido el control físico del equipo generador de radiación ionizante.
- Conocer los procedimientos que deben llevarse a cabo, cuando se ha degradado el control administrativo para el manejo seguro del Acelerador Lineal.
- Proteger al *POE* y al público en general de cualquier probable mal uso o accidente que involucre al sistema de Tomoterapia.

RESPONSABILIDADES

Estos procedimientos tienen la finalidad, por una parte, de evitar los riesgos por el uso del sistema de Tomoterapia y por otra, de minimizar los efectos producidos por una situación de emergencia. La responsabilidad de estos procedimientos recae totalmente en el Grupo de Protección Radiológica de la instalación. Cada uno de sus integrantes tiene la obligación profesional y moral de aportar de acuerdo a su función, toda su dedicación y participación para evitar que una situación de emergencia llegue a producirse. Una vez que el Grupo de Seguridad Radiológica garantice la seguridad radiológica de la instalación, dejará que el grupo de protección civil ponga en marcha sus procedimientos para controlar el resto de los factores presentes en el accidente.

Riesgos radiológicos que pudieran presentarse por accidentes en la instalación.

El objetivo principal de la seguridad radiológica es prevenir la ocurrencia de los efectos determinísticos y limitar la probabilidad de incidencia de los efectos estocásticos hasta valores que objetivamente se consideran aceptables.

Se definen como:

Efectos Determinísticos: Aquéllos que se producen a partir de una dosis umbral y aumentan en severidad con el incremento de la dosis. Para dosis altas recibidas en un tiempo corto, el efecto se agudiza.

Efectos Estocásticos: Aquéllos que aparentemente no tienen una dosis umbral a partir de la que se manifiestan, su probabilidad de ocurrencia es independiente de la severidad del daño provocado, pero su frecuencia se considera una función que es directamente proporcional a la dosis.



Este tipo de efecto es probabilístico, es decir, un aumento en la dosis conduce a un aumento en la frecuencia con la que aparece el efecto en un grupo de personas, pero no se puede determinar que una dosis dada produzca con seguridad un efecto en una persona específica.

Clasificación de los accidentes.

Accidentes provocados por error humano:

- ✓ Incendio.
- ✓ Explosión.
- ✓ Exposición del *POE* a niveles de radiación mayores que el permisible.
- ✓ Sobreirradiación al paciente.

Accidentes provocados por fallas del Acelerador:

- ✓ Fallas probables del equipo.

Accidentes provocados por causas naturales:

- ✓ Inundación.
- ✓ Sismo.

INSTRUCCIONES

En caso de una **SITUACIÓN DE EMERGENCIA**, el Grupo de Seguridad Radiológica deberá detener la emisión de radiación y el movimiento del equipo *Tomotherapy HDA*, apagando el suministro de energía eléctrica al **OPRIMIR EL BOTÓN** para apagado de emergencia **E-OFF**. Esta acción garantiza la seguridad radiológica de la instalación.

Incendio.

Las causas que podrían desencadenar un incendio son: un corto circuito en la instalación eléctrica de la sala de tratamiento y/o un corto circuito en los cables conductores del equipo. Si un incendio de esta naturaleza llegara a ocurrir, el Grupo de Seguridad Radiológica deberá apagar el suministro de energía eléctrica al sistema de Tomoterapia (botón E-OFF). El incendio podría propagarse por la presencia de líquidos volátiles y sustancias inflamables, por lo que éstos, no podrán almacenarse ni definitiva ni transitoriamente en la sala de tratamiento y/o cuarto de control.



Explosión.

Una explosión podría derivarse por la presencia de líquidos volátiles y sustancias inflamables durante un incendio. Por lo anterior, estas sustancias no podrán almacenarse ni definitiva ni transitoriamente en la sala de tratamiento y/o cuarto de control.

El riesgo radiológico queda subsanado con la interrupción de la energía eléctrica al sistema de Tomoterapia (botón E-OFF).

Exposición del POE a niveles de radiación mayores al límite establecido.

El riesgo que existe de sobreirradiarse con el sistema de Tomoterapia es mínimo para el personal ocupacionalmente expuesto.

Las probables causas de una sobreirradiación del POE pueden ser:

- ✓ Falta de una revisión de los monitores de área.
- ✓ Falta de un interruptor en la puerta de entrada a la sala de tratamiento.
- ✓ Falta de un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado de la Tomoterapia.
- ✓ Explosión que produzca daños al blindaje de la sala de tratamiento, mientras el Acelerador Lineal esté operando.

Las realizaciones de las pruebas de verificación diaria del Acelerador Lineal, así como la calendarización de los servicios de mantenimiento preventivo y la atención de las fallas mediante los servicios de mantenimiento correctivo, minimizarán este riesgo.

Sobreirradiación del paciente.

El riesgo que existe de sobreirradiarse con el sistema de Tomoterapia es mínimo para el POE, no así para el paciente.

Las probables causas de una sobreirradiación del PACIENTE pueden ser debido a:

- ✓ Falta de un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado de la Tomoterapia.
- ✓ Una mala o nula calibración y verificación del Acelerador Lineal.
- ✓ Prescripción de dosis incorrecta.
- ✓ Datos médicos con errores.
- ✓ Datos físicos con errores.
- ✓ Mala simulación del tratamiento.
- ✓ Mala planeación del tratamiento.
- ✓ Hoja de tratamiento incompleta.
- ✓ Mala colocación del paciente.



- ✓ Que los tiempos de irradiación desplegados en la estación del operador no coincidan con los registrados en la hoja de tratamiento.
- ✓ Que el personal operador no mantenga vigilada la consola de control y al paciente durante su tratamiento.

Para reducir los riesgos antes mencionados:

- ✓ El médico radioterapeuta responsable del paciente deberá estar presente en su primera sesión de tratamiento, con el fin de verificar su colocación.
- ✓ Si la hoja de tratamiento contiene información incompleta o no es clara para el personal operador, éste deberá suspender el tratamiento del paciente.
- ✓ Verificar antes y al terminar la sesión, que los tiempos de irradiación desplegados en la estación del operador coincidan con los registrados en la hoja de tratamiento.
- ✓ El paciente debe permanecer en la sala de tratamiento sólo durante su sesión de tratamiento.
- ✓ El personal operador de la Tomoterapia deberá permanecer frente a la consola de control durante todo el tiempo que dure el tratamiento. Además, los operadores deberán vigilar en todo momento mediante el circuito cerrado de T.V., que el paciente no se mueva durante el tratamiento, con la finalidad de evitar la irradiación innecesaria de regiones ajenas a la región blanco.
- ✓ En caso de que la Tomoterapia no funcione correctamente, es primordial interrumpir el tratamiento y sacar al paciente de la sala de tratamiento. Luego, seguir las indicaciones del Manual de Operación del equipo TomoTherapy HDA, mismo que será instalado en la estación del operador.
- ✓ El Manual de Seguridad Radiológica deberá estar en un lugar visible de la sala de control.
- ✓ El Depto. de Física Médica deberá realizar periódicamente los procedimientos de calibración y verificación del Acelerador Lineal.
- ✓ Los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic* deberán ofrecer los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo *TomoTherapy HDA* del HRAEB.

Fallas probables del equipo.

Las fallas probables del equipo no constituyen un accidente grave, ya que cualquier falla por pequeña que ésta sea, activará un interlock que impide que el equipo libere radiación ionizante.



Inundación.

En el caso de una inundación, los cables y circuitos del equipo podrían mojarse y sufrir daños que afecten el buen funcionamiento del equipo. Además, las partes mecánicas podrían presentar el proceso de oxidación, mismo que también afectaría el funcionamiento del Acelerador Lineal.

Si una inundación ocurriera, el Depto. de Física Médica solicitará a los ingenieros de servicio de *Cyber Robotic* que proporcionen el mantenimiento correctivo que sea necesario al equipo *TomoTherapy HDA*. Luego, el Depto. de Física Médica deberá realizar las pruebas de control de calidad que sean necesarias antes de autorizar la reanudación de los tratamientos.

Sismo.

La probabilidad de que el equipo colapse en un sismo dependerá de su intensidad. En caso de que un sismo cause la caída del equipo, existe el riesgo de fractura del gantry. Esta circunstancia, sin embargo, no provocaría ningún riesgo radiológico cuando el suministro de energía eléctrica al sistema de Tomoterapia es interrumpido (botón E-OFF).

En cualquiera de los casos estudiados en este capítulo, deberá informarse lo ocurrido a la CNSNS.

ANÁLISIS, ELABORACIÓN DEL INFORME Y MEDIDAS CORRECTIVAS POS-ACCIDENTE.

Una vez que el accidente haya sido controlado, el Representante Legal y el *ESR*:

- Establecerán contacto con el *POE* involucrado en el accidente para solicitarle un reporte por escrito donde se describan los hechos.
- Analizarán la información del reporte del accidente para determinar las causas probables de éste.
- Realizarán una investigación meticulosa del accidente y, determinarán su magnitud y las causas específicas que dieron lugar a éste.

NOTIFICACIÓN DE LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE AL *ESR*, AL REPRESENTANTE LEGAL Y A LA *CNSNS* POR EL GRUPO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA.

Los accidentes que ocurran en la instalación deberán reportarse de inmediato al *ESR* y al Representante Legal por el Grupo de Seguridad Radiológica involucrado antes de que el riesgo sea mayor, quienes a su vez aplicarán acciones para mitigar el evento e informarán a la *CNSNS*. En caso de no encontrarse ni el Permisionario ni el Encargado de Seguridad Radiológica, el Grupo de Seguridad Radiológica involucrado en el accidente, notificará de inmediato a la *CNSNS*.

El Grupo de Seguridad Radiológica notificará también del accidente, si fuera necesario, a otras organizaciones como: Protección Civil del HRAEB, Bomberos, Cruz Roja y/o Policía.

El control del accidente debe ser una estrategia bien planeada aplicando la experiencia y el concepto *ALARA*.

El desarrollo de los procedimientos de emergencia debe realizarse con el equipo y accesorios de protección radiológica que el *ESR* juzgue conveniente.

Los procedimientos deberán actualizarse cuando existan cambios de nombres y/o teléfonos del *ESR*, del Representante Legal y de la *CNSNS*.

El *POE* debe estar capacitado para saber cómo actuar en caso de un accidente radiológico. En la sala de control deberá colocarse un prontuario con las instrucciones para casos de emergencia, las que deberán ser legibles y fácil de entender.



EN CASO DE EMERGENCIA NOTIFICAR A:

NOMBRE	TELÉFONO
<p>DR. JUAN LUIS MOSQUEDA GÓMEZ Director y Representante Legal Boulevard Milenio No.130, San Carlos la Roncha, León Guanajuato C.P. 37660.</p>	<p>OFICINA: (477) 267 2000 Ext:1652</p>
<p>M. en C. YENNIRA AIDEE CARRASCO ANGELES Encargado de Seguridad Radiológica. Boulevard Milenio No.130, San Carlos la Roncha, León Guanajuato C.P. 37660.</p>	<p>CEL: 222 3836975</p>
<p>Fis. LEONOR LÓPEZ ORTIZ Auxiliar de Encargado de Seguridad Radiológica Boulevard Milenio No.130, San Carlos la Roncha, León Guanajuato C.P. 37660.</p>	<p>CEL: 477 727 4901</p>
<p>CNSNS Dr. Barragán No. 779, Col. Narvarte, Del. Benito Juárez</p>	<p>Conmutador 50 95 32 00 01 800 111 31 68, las 24 horas todos los días del año. Fax: 50 95 32 95</p>



SI ES NECESARIO LLAMAR A:

ORGANIZACIÓN	TELÉFONO
Bomberos	477 180 95 19
Cruz Roja	477 776 1300
Policía	066

INFORME DE LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE A LA CNSNS POR EL GRUPO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA.

1. El Representante Legal, el *ESR* o el *POE* deberá poner de inmediato en conocimiento de la *CNSNS*, todo accidente independientemente de los avisos que deban darse a otras dependencias.
2. La institución deberá entregar a la *CNSNS* en las siguientes 24 horas un informe por escrito del accidente, que deberá contener lo siguiente:
 - ✓ Descripción, marca, modelo y número de serie del Acelerador Lineal involucrado.
 - ✓ Descripción del accidente ocurrido.
 - ✓ Causas probables del mismo.
 - ✓ Acciones inmediatas que se tomaron y *POE* que intervino.
 - ✓ Datos del público en general involucrado en el accidente, tales como: nombre, domicilio, teléfono, sexo, fecha de nacimiento, ocupación, número de filiación del *IMSS*, *ISSSTE* u otro servicio médico, y su relación con el *HRAEB*.
 - ✓ La firma del Representante Legal y del *ESR* al margen de cada una de sus hojas y al calce de la última.
3. En los siguientes 15 días hábiles a la entrega de este informe, se entregará por escrito a la *CNSNS*, un informe detallado que contenga:
 - ✓ Descripción, marca, modelo y número de serie del Acelerador Lineal involucrado.
 - ✓ Descripción del accidente ocurrido, magnitud del mismo y causas específicas que lo motivaron.



- ✓ Acciones que se tomaron para el manejo del accidente y *POE* que las desarrolló.
- ✓ Medidas que se han tomado para evitar que el accidente se repita.
- ✓ Estimación del equivalente de dosis absorbida por el *POE* que intervino.
- ✓ Estimación del equivalente de dosis absorbida por miembros del público en general que resultaron expuestos por causa del accidente.
- ✓ Datos del público en general involucrado en el accidente: nombre, domicilio, teléfono, sexo, fecha de nacimiento, ocupación, número de afiliación del *IMSS*, *ISSSTE* u otro servicio de salud, y su relación con la institución.
- ✓ La firma del Representante Legal y del *ESR* al margen de cada una de sus hojas y al calce de la última.

4. Anexar en su caso, copia del acta levantada ante el ministerio público por motivo del accidente.

El *ESR* informará al *POE* que intervino, sobre los resultados de la investigación.

El Representante Legal proporcionará a la *CNSNS*, información adicional que se le requiera en relación con al accidente acontecido.

MEDIDAS CORRECTIVAS IMPLEMENTADAS DESPUÉS DEL ACCIDENTE.

Las medidas correctivas implementadas después del accidente serán diseñadas por el Representante Legal y el *ESR* con base en las características del accidente. Estas medidas tienen por objeto evitar que un accidente como el acontecido se repita en la instalación. La experiencia dejada por un evento como éste, debe servir al Grupo de Seguridad Radiológica como enseñanza de la importancia de conocer el Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.

RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS

- Ser ordenado y meticuloso al realizar las actividades del trabajo relacionadas con radiaciones ionizantes, favorecen un ambiente con menores riesgos y accidentes.
- Mantener la calma ante una situación de emergencia.
- Estar familiarizado con los diferentes riesgos radiológicos por accidentes que pudieran ocurrir en el área de trabajo.
- El Grupo de Seguridad Radiológica de la instalación deberá estar capacitado para identificar y resolver los eventos señalados.
- No arriesgarse innecesariamente.



- Utilizar los tres principios básicos de la protección radiológica: blindaje, tiempo y distancia para minimizar el equivalente de dosis absorbida por exposición a la radiación.
- El Grupo de Seguridad Radiológica de la instalación será el único que podrá intervenir operativamente en una emergencia relacionada con el sistema de Tomoterapia.
- En caso de ocurrir una irradiación por accidente, el *ESR* deberá gestionar la estimación del equivalente de dosis absorbida para el *POE* que intervino en la contingencia y para el público en general involucrado.

REFERENCIAS

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica, D.O.F, noviembre 22 de 1988.
2. Guía de Administración del Tratamiento, *Tomotherapy® H™ Series 2.0.x* y *HDA® 5.0.x*, *Accuray*, Estados Unidos de América, 2001-2013.
3. Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad, Viena, 2011.

DOCUMENTOS Y REGISTROS GENERADOS

- Reporte del accidente del *POE* al Representante Legal y al *ESR*.
- Informe del accidente del Representante Legal y *ESR* a la *CNSNS*.

ANEXOS

- No aplica.



ANEXOS

TOMOTHERAPY HDA

HRAEB



- Formato de registro de rutina y verificación diaria.
- Formato de registro de verificación mensual.
- Formato de registro de verificación semestral.
- Formato de registro de verificación anual.
- Formato de registro de constancia de dosis.
- Formato de registro de calibración de dosis.
- Formato de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un tratamiento de *TOMODIRECT*.
- Formato de verificación de la distribución de dosis y dosis absoluta previo a un tratamiento de *TOMOHELICAL*.
- Hoja de simulación.
- Hoja de tratamiento.
- Formato de dosis mensual del *POE*.
- Formato para el levantamiento de niveles de radiación alrededor del búnker.
- Copia de certificado de calibración del detector de radiación portátil *GM* marca: *LUDLUM*, mod: 375 y no. de serie: 328936;
- Copia del certificado de calibración del electrómetro marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *TomoElectrometer* y no. de serie: L171981
- Copia del certificado de calibración de la cámara de ionización marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *Exradin A1SL* y no. de serie: XW171649.
- Copia del certificado de calibración de la cámara de ionización marca: *STANDARD IMAGING*, mod: *Exradin A1SL* y no. de serie: XW171646.