

## Análisis de radiaciones ionizantes sobre el personal de tecnología en imagen de una Unidad Radiológica

Joshelyn Tamara Cedeño Arteaga<sup>1</sup>; Liliam Iris Escariz Borrego<sup>2\*</sup>;  
Katuska Mederos Mollineda<sup>3</sup>; Linda Alisson Haghgou Cedeño<sup>4</sup>;  
Víctor Modesto Chávez Guerra<sup>5</sup>; José Daniel Pérez Escariz<sup>6</sup>

(Recibido: enero 11, Aceptado: abril 18, 2022)

<https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol6iss10.2022pp33-44p>

### Resumen

La presente investigación busca identificar, caracterizar y evaluar el riesgo higiénico asociado a la exposición de radiaciones ionizantes en una Unidad Radiológica del Ecuador. Para evaluar el riesgo de higiene asociado a las radiaciones ionizantes se utilizaron datos provenientes de dosímetros personales Polimaster PM1610, los cuales arrojaron que en los últimos 12 meses los trabajadores no exceden las dosis efectiva límite de 1,66 mSv. Sin embargo, luego de aplicar cuestionario 17 de condiciones medioambientales mediante la NTP 330, se realizó la valoración global de riesgos asociados a la exposición de radiaciones ionizantes, encontrando deficiencias que representan un alto nivel de riesgo a la exposición a estas radiaciones, y que requieren un tratamiento prioritario. Por todo esto finalmente se mencionan una serie de medidas que ayudarán a fortalecer la política de prevención de riesgos laborales en la unidad radiológica.

**Palabras Clave:** ionizante; prevención; radiaciones.

## Analysis of ionizing radiation on imaging technology personnel of the radiological unit

### Abstract

This research seeks to identify, characterize and evaluate the hygiene risk associated with exposure to ionizing radiation in the Ecuadorian Radiological Unit. To assess the hygiene risk associated with ionizing radiation, data from personal dosimeters Polimaster PM1610 were used, which showed that in the last 12 months workers do not exceed the effective dose limit of 1.66 mSv, however after applying questionnaire 17 of environmental conditions through the NTP 330, the overall assessment of risks associated with exposure to ionizing radiation was performed, finding deficiencies that represent a high level of risk to exposure to these radiations, and require priority treatment. Finally, a series of measures are mentioned that will help to strengthen the occupational risk prevention policy in the radiological unit.

**Keywords:** ionizing radiation; prevention; radiation.

<sup>1</sup> Magíster en Prevención de Riesgos Laborales. Ecuador. Email: tamytarteaga@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9390-5420>

<sup>2</sup> Especialista en Primer Grado en Ginecoobstetricia. Docente Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Ecuador. Email: lilyescariz@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7782-9800>

<sup>3</sup> Especialista en Primer Grado en Pediatría. Docente Universidad Estatal de Milagro. Ecuador. Email: jkbmederos11@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4980-7035>

<sup>4</sup> Estudiante de octavo semestre de la carrera de Medicina. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí". Ecuador. Email: e1313859744@live.uleam.edu.ec

<sup>5</sup> Especialista en Imagenología. Médico Tratante Hospital Oncológico SOLCA Manabí. Ecuador. Email: chavezguerravictor@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3438-7701>

<sup>6</sup> Doctor en Medicina. Médico autónomo. España. Email: jdscariz93@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8005-9971>

\*Autor por correspondencia.

## INTRODUCCIÓN

Los trabajadores de las unidades radiológicas expuestos a todo tipo de riesgos, en particular a radiaciones ionizantes. Por ello, uno de los principales objetivos de la protección radiológica es disminuir la exposición de los trabajadores a radiaciones ionizantes por motivos laborales.

La radiación ionizante está compuesta de partículas, incluidos fotones, que hacen que los electrones se desprendan de los átomos y moléculas (1). Las radiaciones ionizantes pueden provenir de dos orígenes diferentes: materiales radiactivos, aparatos generadores de radiaciones ionizantes y aceleradores lineales. La energía liberada por la radiación ionizante al atravesar las células vivas conduce a la formación de iones y radicales libres que destruyen las células.

Los dispositivos para el registro y la medición de la radiación ionizante se establecen en los fenómenos de interacción de la radiación con los elementos. Los dispositivos de medición consiguen clasificarse tal como detectores de radiación o en función de su funcionalidad; Dosímetro (2). Los detectores radioactivos, se

trata de instrumentos de lectura inmediata, que suelen ser portátiles y muestran la potencia de radiación, es decir, la dosis por unidad de tiempo (2). Los dosímetros, son radiómetros que miden las dosis acumuladas de radiación durante un ciclo de tiempo y se manejan comúnmente para calcular las cantidades recibidas por los trabajadores o en áreas donde existe riesgo de radiación (2). Dosis absorbida, es la cantidad de energía (D) que la radiación emite a la sustancia irradiada por unidad de masa. La unidad de medida en el sistema internacional es el gris (Gr), que corresponde a 100 radianes en notación decimal. Y la dosis equivalente, es un orden de magnitud que tiene en cuenta la energía por unidad de masa y considera el daño biológico. Es el producto de la dosis absorbida (D) y el factor de ponderación de la radiación WR (ver Tabla 1). La unidad de medida es el sievert (Sv), que es 100 rem en el sistema cegesimal. Los límites de dosis actuales son para el año oficial y difieren entre los trabajadores, aprendices o estudiantes expuestos y el público en general, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Límites de dosis Radiaciones Ionizantes (RD 783/2001)

Dosis efectiva	Personas profesionalmente expuestas	Trabajadores	100 mSv/5 años oficiales consecutivos (máximo: 50 mSv/ cualquier año oficial)
		Aprendices y estudiantes (16-18 años)	6 mSv/año oficial
	Personas profesionalmente no expuestas	Público, aprendices y estudiantes (<16 años)	1 mSv/año oficial
Dosis equivalente	Personas profesionalmente expuestas	<i>Trabajadores</i>	
		Cristalino	150 mSv/año oficial
		Piel	500 mSv/año oficial
		Manos, antebrazos, pies y tobillos	500 mSv/año oficial
		<i>Aprendices y estudiantes (16-18 años)</i>	
		Cristalino	50 mSv/año oficial
		Piel	150 mSv/año oficial
		Manos, antebrazos, pies y tobillos	150 mSv/año oficial
		<i>Público, aprendices y estudiantes (&lt; 16 años)</i>	
Personas profesionalmente no expuestas	Cristalino	15 mSv/año oficial	
	Piel	50 mSv/año oficial	
Casos especiales	Embarazadas (feto)	Debe ser improbable superar	1 mSv/embarazo
	Lactantes	No debe haber riesgo de contaminación radiactiva del cuerpo	
Exposiciones especialmente autorizadas	Categorías de exposición profesional A únicamente: en casos excepcionales, las autoridades competentes podrán aprobar exposiciones individuales que superen los valores límite especificados, siempre que estén limitadas en el tiempo y en determinadas zonas.		

Fuente: NTP 614 Radiaciones ionizantes: normas de protección

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes están contenidas principalmente en el RD 783/2001 y se basan en el principio de que su uso debe estar plenamente justificado en relación con los servicios que prestan y, por tanto, deben seguirse. Estas medidas tienen en cuenta los siguientes aspectos: evaluación preliminar de las condiciones de trabajo para determinar el tipo y grado de riesgo de radiación y garantizar el uso del principio de optimización; clasificación de puestos de trabajo en diferentes áreas, teniendo en cuenta la evaluación de las dosis anuales esperadas, el riesgo de propagación de la contaminación y la probabilidad y grado de impactos potenciales; división de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones laborales; aplicación de normas, medidas de seguimiento y control para las diferentes áreas y categorías de trabajadores expuestos, incluyendo el seguimiento individual, si es necesario; y vigilancia de la salud.

Teniendo en cuenta la obligación del empresario de velar por la salud y seguridad de sus empleados de acuerdo con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos profesionales, el presente trabajo, tiene como objetivo estudiar el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en el desarrollo de actividades de trabajo. La empresa interesada en base al RD 783/2001 mediante el cual se aprueba el decreto sobre la protección de la salud frente a las radiaciones ionizantes y se realiza una valoración para identificar los factores de riesgo presentes en los lugares de trabajo de este departamento de radiología, y en base a las consecuencias proponer medidas preventivas o medidas correctivas para reducir o eliminar riesgos (3).

La presente investigación, pertenece a las especialidades preventivas de Higiene Industrial, que se basa en el estudio del riesgo higiénico de exposición a radiaciones ionizantes. Una de las causas principales por el cual se lleva a cabo la presente investigación,

se debe al desarrollo de cáncer de tiroides en un trabajador de la Unidad Radiológica estudiada, por lo que se busca establecer si los trabajadores están expuestos a dosis no permisibles de radiación; de allí radica la importancia del presente trabajo, tomando en cuenta que las radiaciones ionizantes pueden resultar perjudicial para la salud de los trabajadores, si no se emplean las diferentes medidas de protección sanitarias. De acuerdo a lo establecido en el Art. 9 del Real Decreto 783/2001 (Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes), acerca del límite de la dosis para los trabajadores expuestos, el personal debe llevar un control sobre las dosis de radiación recibidas, las cuales no deberán superar los 100 mSv, durante todo un período de cinco años oficiales consecutivos, si la dosis efectiva supera el límite anteriormente descrito, pueden presentarse problemas para la salud del personal colaborador. Las radiaciones ionizantes son controladas con dosímetros personales y dosímetros de áreas en las que se miden las dosis efectivas acumuladas. Tomando en consideración lo anterior expuesto, es importante mencionar que el presente estudio permitirá identificar los factores de riesgos existentes, evaluarlos y en base a los resultados obtenidos, proponer medidas preventivas que permitan eliminar o reducir los riesgos detectados, lo que generaría un alto valor agregado al Instituto Radiológico, ya que a la presente fecha no se han realizado estudios similares, aun cuando dicha unidad radiológica apenas cumple los requisitos mínimos requeridos en lo que concierne a la prevención de riesgos laborales.

#### **METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en el estudio tiene por finalidad evaluar las radiaciones ionizantes sobre el personal de tecnología en imagen de una Unidad Radiológica del Ecuador. Se busca aplicar un método que permita a la dirección de la Unidad Radiológica conocer los riesgos, la probabilidad de

ocurrencia y las consecuencias que pueden surgir en relación con los distintos puestos de trabajo de la empresa, por lo que se lleva a cabo en una escala de niveles según cuatro posibilidades. En este sentido, se determina el nivel de riesgo, el nivel de probabilidad y el nivel de consecuencias.

Por tanto, en el presente estudio se utilizó el método simplificado NTP-330, el cual toma en cuenta el nivel de probabilidad en función del grado de deficiencia y la frecuencia o grado de exposición a la misma. El nivel de riesgo se determinó en función del nivel de probabilidad y el nivel de consecuencias, que se puede expresar como:  $NR = NP \times NC$ . Para una mejor comprensión, los niveles utilizados en el estudio se describen a continuación.

*Nivel de Deficiencia (ND).* El grado de deficiencia se denomina ND y se refiere al grado de relación esperada que existe entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con un posible accidente laboral (4).

*Nivel de Exposición (NE).* El nivel de exposición se puede utilizar para estimar la frecuencia con la que un empleado está expuesto a riesgos en el lugar de trabajo. Esto tiene en cuenta el tiempo que los empleados pasan en el lugar de trabajo o cuando trabajan con dispositivos o máquinas para completar sus tareas. Los valores numéricos asignados a la exposición son más bajos que los valores de déficit porque en una situación de riesgo controlado, una alta exposición a ese riesgo no debería causar el mismo deterioro que un alto déficit con baja exposición (4).

*Nivel de Probabilidad (NP).* El nivel de probabilidad es directamente proporcional al producto de la ausencia de medidas preventivas y el grado de exposición al riesgo, como se muestra a continuación:  $NP = ND \times NE$  (4).

*Nivel de Consecuencia (NC).* El nivel de consecuencia tiene en cuenta cuatro niveles al determinar su tamaño. Es importante definirlos de la manera más objetiva posible. Para determinar las consecuencias se establece una escala numérica muy superior

a la escala de probabilidad, ya que el factor de consecuencia siempre debe tener más peso en la valoración (4).

*Nivel de Riesgo y de Intervención.* Una vez que se determina el nivel de riesgo, es más fácil saber cuál es el nivel de intervención. Los niveles de riesgo se obtienen multiplicando el nivel de consecuencias por el nivel de probabilidad. Esta clasificación facilita la localización del nivel de riesgo identificado en base a los resultados obtenidos en función del nivel de probabilidad y niveles de consecuencias.

### **Cuestionario 17, Radiaciones Ionizantes**

El uso de fuentes radiactivas (radionúclidos) o generadores de radiación ionizante (rayos X, acelerador de partículas, etc.) es cada vez más común, además de todas las actividades, aplicaciones clásicas para el diagnóstico o tratamiento médico de determinadas enfermedades, investigación o la energía nuclear (5).

La protección contra las radiaciones ionizantes está regulada por normas específicas, que incluyen en las directivas europeas y que España lo ha implementado en su legislación, en la máxima competencia para el seguimiento y control de todo tipo de radiaciones ionizantes a través del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) (6).

El cuestionario 17 de radiaciones ionizantes, fue de utilidad en la determinación de las deficiencias presentadas a nivel de condiciones medioambientales en el lugar de trabajo.

### **Medición de índices de radiación**

Para evaluar los índices de radiación, se utilizaron datos arrojados por los dosímetros personales, los cuales miden la dosis efectiva al que se exponen los trabajadores en las áreas de rayos x, mamografía digital y tomografía computarizada. El dispositivo de lectura se trata de un dosímetro personal de rayos x y gamma, Polimaster modelo PM1610 (7).

Para contrastar los valores obtenidos de

los dosímetros personales, se tomaron en consideración los valores mostrados en la Tabla 1, que expone los límites de dosis de radiaciones ionizantes establecidos en el RD 783/2001.

## RESULTADOS

En la Unidad Radiológica estudiada el horario de trabajo es de 7:00 am a 11:00 pm. Los servicios prestados por el centro radiológico se realizan los 7 días a la semana, cuya colaboración es prestada por el siguiente personal calificado. A continuación, se muestra en la Tabla 2 los puestos de trabajo de la unidad.

Tabla 2. Puestos de trabajo de la Unidad Radiológica

Área	Puesto de Trabajo	Nro. de trab.
Dirección de Unidad Radiológica	Jefe de Unidad Radiológica	1
Administrativa	Secretaria	3
Rayos X	Tecnólogo en imagen	4
Mamografía Digital	Tecnólogo en imagen	2
Diagnóstico por imagen	Especialista en imagenología	1
Tomografía computarizada	Tecnólogo en imagen	2
Total, personal de Unidad Radiológica		13

El jefe de la Unidad Radiológica es responsable de la planificación, organización y control del servicio de la unidad radiológica, así como de diversas actividades administrativas. Las secretarías se encargan de los trámites administrativos de todo el personal, así como del servicio, además sirve de soporte en la gestión de insumos, equipos y mobiliario, entre otros. El especialista en imagenología, es el encargado de interpretar diversos exámenes radiológicos con el fin de brindar al paciente un diagnóstico oportuno.

Los tecnólogos en imagen realizan exámenes de radiología e imágenes de rutina y especializados con excelente calidad de diagnóstico utilizando pautas, estándares de protección contra la radiación, instrucciones de cuidado y procedimientos establecidos

para ayudar de manera efectiva a los médicos a hacer un diagnóstico para cada paciente y brindar un servicio al cliente eficaz, eficiente y cálido. Además, elaboran informes estadísticos de pacientes tratados y materiales utilizados, desarrollan películas radiográficas, controlan el suministro de contrastes y otros materiales (alcohol, jeringas, algodón, agujas y otros) para las bandejas asignadas a cada habitación, garantizan la realización del mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos radiológicos. Además, llevan a cabo el proceso de digitalización, impresión y registro de estudios de imagen (optimizando recursos utilizando material según fecha de caducidad).

En este estudio se evaluaron únicamente a los tecnólogos en imagen, ya que son los que más contacto tienen con los equipos y pacientes de la unidad radiológica. De igual forma siendo estos, los que en mayor parte realizan posturas forzadas, debido a la naturaleza de la función que deben ejercer en sus actividades cotidianas, para ello se evaluará el puesto de trabajo para el área de rayos x, mamografía digital y tomografía computarizada.

1. Las actividades realizadas por el tecnólogo en imagen del área de rayos X, son las siguientes: realizar estudios radiológicos y de imágenes convencionales con una calidad de diagnóstico superior utilizando pautas, estándares de protección radiológica, instrucciones de cuidado y procedimientos establecidos para ayudar de manera efectiva a los médicos a hacer un diagnóstico para cada paciente y brindarle al usuario una atención cálida, eficiente y efectiva. También realiza el procesamiento manual o automático de las radiografías generadas a partir de diversos exámenes realizados en el servicio, aplicando estándares y procedimientos efectivamente establecidos por un especialista para la lectura, análisis y

diagnóstico correcto en pro de ayudar al paciente en su tratamiento. (2)

2. En cuanto a las actividades realizadas por el tecnólogo en imagen del área de mamografía digital, durante una mamografía, la tecnóloga en imagen coloca el pecho de la paciente en una máquina de mamografía. El seno se coloca sobre una plataforma especial y se comprime con una espátula de plástico transparente.

El tecnólogo en imagen, solicita al paciente que cambie de posición durante el proceso de obtención de imágenes. Vistas típicas de arriba hacia abajo y de lado a lado. El proceso se repite para el otro seno. Se requiere compresión incluso durante la síntesis para minimizar el movimiento que estropea la imagen. Durante la detección temprana por tomo síntesis, se obtienen o generan imágenes bidimensionales a partir de imágenes tridimensionales.

El tecnólogo en imagen, solicita al paciente que debe mantener la calma y le pide que contenga la respiración durante unos segundos mientras se toma la radiografía para reducir la posibilidad de que se vea borroso. El técnico va detrás de una pared o en una habitación contigua para activar la máquina de rayos X. Después de completar el examen, es posible que se le pida que espere mientras el técnico determina que ha recibido todas las imágenes requeridas. El proceso del examen dura unos 30 minutos.

3. En el área de Tomografía computarizada, el tecnólogo en imagen realiza las siguientes actividades. El tecnólogo en imagen, como primer paso coloca sobre la mesa de tomografía computarizada, al paciente generalmente boca arriba. Se pueden usar correas y almohadas para mantener una postura correcta y

mantener la calma durante el examen. Si se usa un medio de contraste, puede tomarse por vía oral, administrarse por vía intravenosa (IV) o, en casos raros, administrarse a través de un enema, según el tipo de examen. Informa al paciente sobre la necesidad de utilizar un medio de contraste y los riesgos asociados a su administración, informa sobre los riesgos de su uso, solicita un formulario de consentimiento firmado e interpreta los resultados del estudio.

Posteriormente, la base se mueve a través del equipo de tomografía con la finalidad de localizar la posición inicial correcta de escaneo. Luego, la mesa se mueve lentamente por el dispositivo. Dependiendo del tipo de tomografía computarizada, el dispositivo puede realizar varias pasadas. Durante la realización del estudio, existe la posibilidad que el tecnólogo le pida al paciente contener la respiración. Cualquier movimiento, incluida la respiración y el movimiento corporal, puede provocar artefactos en la imagen. Esta pérdida de calidad de imagen es similar a desenfocar una fotografía de un sujeto en movimiento.

Después de completar el examen, el tecnólogo en imagen solicita al paciente que espere mientras el compañero, verifica que las imágenes sean de alta calidad, suficiente para una interpretación precisa. Una tomografía computarizada de la cabeza generalmente toma 10 minutos.

Para determinar el nivel de riesgo de exposición a radiaciones ionizantes, al cual están expuestos los trabajadores de la Unidad Radiológica, es importante, realizar una evaluación de las condiciones medioambientales referentes a radiaciones ionizantes en el lugar de trabajo, con la finalidad de determinar el nivel de deficiencia (8).



## Evaluación de riesgos asociados a la exposición de radiaciones ionizantes Área de Rayos X

Tabla 3. Condiciones medioambientales en la Unidad Radiológica, Área de Rayos X.

Condiciones medioambientales			
17. Radiaciones ionizantes	Personas Afectadas: 4	Fecha: 18/05/2021	
Ítems		Si	No
1. Alguna de las tecnologías empleadas puede estar clasificada como instalación radiactiva por superar los umbrales legalmente establecidos.		x	
2. Se dispone de la autorización de funcionamiento de la instalación radiactiva extendida por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).		x	
3. Hay una persona que ejerce las funciones de Supervisor de la instalación radiactiva oficialmente acreditado.			x
4. Tiene y están puestos al día los diarios de operaciones de los equipos y las actas de revisión técnica periódica de los mismos.			x
5. Se cumplen los principios para minimizar las exposiciones (alejamiento del foco, reducción del tiempo y de personas, uso de protecciones, etc.).			x
6. Se conocen los niveles de radiación habitualmente existentes.		x	
7. Se realizan mensualmente los controles dosimétricos personales de los trabajadores de clase A.		x	
8. Está regulado y correctamente señalizado el acceso a las zonas de exposición a radiaciones.		x	
9. Existe y se cumple un programa para la correcta gestión global de todos los residuos radiactivos generados.			x
10. Existen y son conocidas las normas de actuación en casos de emergencia.			x
11. Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas de forma segura.		x	
12. Se realizan reconocimientos médicos específicos y periódicos a los trabajadores expuestos, en las condiciones que indica la legislación vigente.			x

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario 17 NTP-330.

La NTP-330 menciona que al responder de forma negativa a más del 50% de los ítems identificados como deficientes por el cuestionario aplicado, y los cuales para el presente corresponden a los ítems del 3 al 12, la valoración global resulta en muy deficiente, por ello luego de aplicar el cuestionario 17 de radiaciones ionizantes al área de rayos x, se alcanzó como resultado, una valoración global muy deficiente, puesto que se obtuvieron 6 resultados deficientes correspondiendo a un porcentaje del 60%,

este resultado merece un tratamiento prioritario puesto que la exposición a altas dosis de radiación ionizante puede causar enfermedades que ocurren comúnmente cuando las personas reciben dosis pequeñas pero repetitivas de radiación ionizante. Luego de obtener el nivel de deficiencia en el lugar de trabajo, se procede a verificar el nivel de riesgo a exposición de radiaciones ionizantes, mediante la matriz de riesgos establecida por la NTP-330.

Tabla 4. Evaluación y Valoración del Riesgo. Tecnólogo en imagen del Área de Rayos X.

Puesto de Trabajo: Tecnólogo en imagen del Área de Rayos X.							
Riesgo detectado	Ubicación	ND	NE	NP	NC	NR	Actuación
Exposición a radiaciones ionizantes	Área de rayos x	10	3	30	60	1800	I

Fuente: Elaboración propia.

En el Área de Rayos X, se han identificado factores de riesgo importantes que determinan con mayor precisión la ocurrencia

de errores. Las medidas existentes para prevenir riesgos son ineficaces por ello el valor obtenido en el nivel de deficiencia es de 10.

El nivel de exposición del tecnólogo en imagen resulta en un valor de 3, lo cual indica que se expone frecuentemente al riesgo detectado. Tomando en consideración lo anterior descrito, la probabilidad de exposición a radiaciones ionizantes es muy alta, por lo que normalmente ocurre con frecuencia. Las consecuencias de la alta

exposición a radiaciones ionizantes pueden resultar muy grave, incluso con lesiones que pueden ser irreparables. Finalmente, el nivel de riesgo resulta en 1800, lo que significa que se presenta una situación crítica que requiere con urgencia corregir y adoptar medidas de control.

### Área de Mamografía Digital

**Tabla 5.** Condiciones medioambientales en Unidad Radiológica, Área de Mamografía Digital

Condiciones medioambientales			
17. Radiaciones ionizantes	Personas Afectadas: 2	Fecha: 18/05/2021	
Ítems		Si	No
1. Alguna de las tecnologías empleadas puede estar clasificada como instalación radiactiva por superar los umbrales legalmente establecidos.		x	
2. Se dispone de la autorización de funcionamiento de la instalación radiactiva extendida por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).		x	
3. Hay una persona que ejerce las funciones de Supervisor de la instalación radiactiva oficialmente acreditado.			x
4. Tiene y están puestos al día los diarios de operaciones de los equipos y las actas de revisión técnica periódica de los mismos.			x
5. Se cumplen los principios para minimizar las exposiciones (alejamiento del foco, reducción del tiempo y de personas, uso de protecciones, etc.).		x	
6. Se conocen los niveles de radiación habitualmente existentes.			x
7. Se realizan mensualmente los controles dosimétricos personales de los trabajadores de clase A.		x	
8. Está regulado y correctamente señalizado el acceso a las zonas de exposición a radiaciones.			x
9. Existe y se cumple un programa para la correcta gestión global de todos los residuos radiactivos generados.			x
10. Existen y son conocidas las normas de actuación en casos de emergencia.			x
11. Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas de forma segura.		x	
12. Se realizan reconocimientos médicos específicos y periódicos a los trabajadores expuestos, en las condiciones que indica la legislación vigente.			x

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario 17 NTP-330.

Como se expuso anteriormente, la NTP-330 menciona que al responder de forma negativa a más del 50% de los ítems identificados como deficientes por el cuestionario aplicado, y los cuales para el presente corresponden a los ítems del 3 al 12, la valoración global resulta en muy deficiente, por ello luego de aplicar el cuestionario 17 de radiaciones ionizantes al área de mamografía digital, se alcanzó como resultado, una valoración global muy deficiente, puesto que se obtuvieron 7 ítems deficientes correspondiendo a un porcentaje del 70%, este resultado merece un tratamiento

prioritario puesto que la exposición a altas dosis de radiación ionizante puede causar enfermedades que ocurren comúnmente cuando las personas reciben dosis pequeñas pero repetitivas de radiación ionizante, aun cuando el tecnólogo en imagen, cumplen los principios para minimizar las exposiciones. (9) Luego de obtener el nivel de deficiencia en el lugar de trabajo, se procede a verificar el nivel de riesgo a exposición de radiaciones ionizantes, mediante la matriz de riesgos establecida por la NTP-330.



Tabla 6. Evaluación y Valoración del Riesgo. Tecnólogo en imagen del Área de Mamografía Digital.

Puesto de Trabajo: Tecnólogo en imagen del Área de Mamografía Digital							
Riesgo detectado	Ubicación	ND	NE	NP	NC	NR	Actuación
Exposición a radiaciones ionizantes	Área de rayos x	10	3	30	60	1800	I

Fuente: Elaboración propia.

En el Área de Mamografía Digital, se han identificado factores de riesgo importantes que determinan con mayor precisión la ocurrencia de errores. Las medidas existentes para prevenir riesgos son ineficaces por ello

el valor obtenido en el nivel de deficiencia es de 10. El nivel de exposición del tecnólogo en imagen para el área de mamografía digital, resulta en un valor de 3, lo cual indica que se expone frecuentemente al riesgo detectado.

### Área de Tomografía Computarizada

Tabla 7. Condiciones medioambientales en Unidad Radiológica, Área de Tomografía Computarizada.

Condiciones medioambientales				
17. Radiaciones ionizantes		Personas Afectadas: 2		Fecha: 18/05/2021
Ítems			Si	No
1.	Alguna de las tecnologías empleadas puede estar clasificada como instalación radiactiva por superar los umbrales legalmente establecidos.		x	
2.	Se dispone de la autorización de funcionamiento de la instalación radiactiva extendida por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).		x	
3.	Hay una persona que ejerce las funciones de Supervisor de la instalación radiactiva oficialmente acreditado.			x
4.	Tiene y están puestos al día los diarios de operaciones de los equipos y las actas de revisión técnica periódica de los mismos.			x
5.	Se cumplen los principios para minimizar las exposiciones (alejamiento del foco, reducción del tiempo y de personas, uso de protecciones, etc.).		x	
6.	Se conocen los niveles de radiación habitualmente existentes.		x	
7.	Se realizan mensualmente los controles dosimétricos personales de los trabajadores de clase A.		x	
8.	Está regulado y correctamente señalizado el acceso a las zonas de exposición a radiaciones.			x
9.	Existe y se cumple un programa para la correcta gestión global de todos los residuos radiactivos generados.			x
10.	Existen y son conocidas las normas de actuación en casos de emergencia.			x
11.	Todos los trabajadores expuestos reciben formación adecuada a sus responsabilidades, que les permita desarrollar sus tareas de forma segura.		x	
12.	Se realizan reconocimientos médicos específicos y periódicos a los trabajadores expuestos, en las condiciones que indica la legislación vigente.			x

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario 17 NTP-330

Como se ha venido mencionando, la NTP-330 determina que al responder de forma negativa a más del 50% de los ítems identificados como deficientes por el cuestionario aplicado, y los cuales para el presente corresponden a los ítems del 3 al 12, la valoración global resulta en muy deficiente, por ello luego de aplicar el cuestionario 17 de radiaciones ionizantes al área de tomografía computarizada, se alcanzó como resultado, una valoración global muy deficiente, puesto que se obtuvieron 6 ítems deficientes correspondiendo a un

porcentaje del 60%, este resultado merece un tratamiento prioritario puesto que la exposición a altas dosis de radiación ionizante puede causar enfermedades que ocurren comúnmente cuando las personas reciben dosis pequeñas pero repetitivas de radiación ionizante.

Luego de obtener el nivel de deficiencia en el lugar de trabajo, se procede a verificar el nivel de riesgo a exposición de radiaciones ionizantes, mediante la matriz de riesgos establecida por la NTP-330.

Tabla 8. Evaluación y Valoración del Riesgo. Tecnólogo en imagen del Área de Tomografía Computarizada.

Puesto de Trabajo: Tecnólogo en imagen del Área de Mamografía Digital							Actuación
Riesgo detectado	Ubicación	ND	NE	NP	NC	NR	
Exposición a radiaciones ionizantes	Área de Tomografía Computarizada	10	3	30	60	1800	I

Fuente: Elaboración propia.

En el Área de Mamografía Digital, se han identificado factores de riesgo importantes que determinan con mayor precisión la ocurrencia de errores. Las medidas existentes para prevenir riesgos son ineficaces por ello el valor obtenido en el nivel de deficiencia es de 10. El nivel de exposición del tecnólogo en imagen para el área de mamografía digital, resulta en un valor de 3, lo cual indica que se expone frecuentemente al riesgo detectado. El nivel de riesgo resulta en 1800, lo que significa que se presenta una situación crítica que requiere con urgencia corregir y adoptar medidas de control.

#### Medición de índices de radiación

Tras consultar el plan de protección radiológica disponible en la Unidad Radiológica, se accede a los datos de lectura mensuales del dosímetro en las áreas de Rayos X, Mamografía Digital y Tomografía computarizada. Los tecnólogos en imagen poseen cada uno un dosímetro personal, los cuales miden la dosis efectiva a la cual se exponen los trabajadores en las áreas anteriormente mencionadas, se trata de un dosímetro personal de rayos x y gamma, Polimaster modelo PM1610. Al realizar la descarga de los datos almacenados al pc, se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de dosis efectiva para las Áreas de Rayos X, Mamografía Digital y Tomografía Computarizada

Año	Mes	Lectura dosis efectiva por área		
		Rayos X	Mamografía Digital	Tomografía Computarizada
2020	Junio	0,15 mSv	<0,1 mSv	0,12 mSv
	Julio	0,11 mSv	<0,1 mSv	0,10 mSv
	Agosto	0,10 mSv	<0,1 mSv	0,11 mSv
	Septiembre	0,10 mSv	<0,1 mSv	0,12 mSv
	Octubre	<0,1 mSv	<0,1 mSv	0,10 mSv
	Noviembre	0,10 mSv	<0,1 mSv	0,12 mSv
	Diciembre	0,10 mSv	<0,1 mSv	0,10 mSv
	2021	Enero	<0,1 mSv	<0,1 mSv
Febrero		0,10 mSv	<0,1 mSv	0,10 mSv
Marzo		0,11 mSv	<0,1 mSv	<0,1 mSv
Abril		0,11 mSv	<0,1 mSv	<0,1 mSv
Mayo		0,12 mSv	<0,1 mSv	<0,1 mSv

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como puede observarse en la Tabla 9, para ningún mes se supera la dosis efectiva de 1,66 mSv, establecido en el Art. 9 del Real Decreto 783/2001 (Reglamento Sobre Protección Sanitaria Contra las Radiaciones Ionizantes), (10) acerca del límite de la dosis

para los trabajadores expuestos, el personal debe llevar un control sobre las dosis de radiación recibidas, las cuales no deberán superar los 100 mSv, durante todo un período de cinco años oficiales consecutivos.

### Planificación de la actividad preventiva

El proceso de prevención no termina con la identificación y evaluación de riesgos, es necesario comenzar a planificar las medidas preventivas adecuadas, corregir y controlar las desviaciones identificadas, así como eliminar o reducir la exposición a los riesgos, mejorando así la protección de la salud y seguridad de los trabajadores (4). La necesidad de planificar las medidas preventivas se establece de acuerdo con el artículo 8 del Real Decreto 39/1997:

Si la evaluación identifica situaciones de riesgo, el empleador deberá planificar las medidas preventivas para eliminar o controlar y reducir estos riesgos de acuerdo con el orden de prioridad, en función de su tamaño y el número de empleados en riesgo (3). Teniendo en cuenta estas consideraciones, se describen las medidas preventivas enumeradas en la Tabla 10, para cada riesgo y actividad, así como las personas responsables, el costo y el momento de su implementación.

Tabla 10. Planificación de la actividad preventiva a partir de la evaluación de riesgos relacionados a la exposición de radiaciones ionizantes

Descripción del riesgo	Puesto afectado	Acción Preventiva	Prioridad	Fecha: Desde/ Hasta	Responsable	Costo
Exposición a radiaciones ionizantes		Denominar a un trabajador que haga la función de supervisor de la instalación radioactiva acreditado correctamente.	Alta	01/06/21 al 07/06/21	Jefe de Unidad Radiológica	3.000 €
	Áreas: Rayos X, Mamografía Digital y Tomografía Computarizada	Elaborar diarios y actas de revisión técnica periódica de los equipos de imagenología.	Alta	14/06/21 al 18/06/21	Jefe de Unidad Radiológica	500 €
		Colocar la debida señalización y clasificación de los lugares de trabajo en función del riesgo cumpliendo con la legislación laboral.	Alta	18/06/21 al 22/06/21	Jefe de Unidad Radiológica	1.000 €
		Elaborar y llevar a cabo un programa de gestión de residuos radioactivos	Alta	24/06/21 al 30/06/21	Jefe de Unidad Radiológica	5.000 €
		Realizar programa práctico de formación e información sobre riesgos relacionados a exposición de radiaciones ionizantes	Alta	30/06/21 al 07/06/21	Jefe de Unidad Radiológica	3.000 €
					Total	12.500 €

### CONCLUSIONES

Al evaluar los riesgos asociados a exposición de radiaciones ionizantes, se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos, de manera cualitativa se realizó una valoración global del riesgo mediante el sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes NTP-330, usando el cuestionario 17, (Radiaciones Ionizantes) dirigido a las condiciones medioambientales. De forma cuantitativa y utilizando el historial de lecturas para dosis efectiva medidos por los dosímetros personales Polimaster modelo PM1610. En los últimos 12 meses, se observó que no se supera la dosis

efectiva de 1,66 mSv para los trabajadores evaluados, cumpliendo lo establecido en el Art. 9 del Real Decreto 783/2001 (Reglamento Sobre Protección Sanitaria Contra las Radiaciones Ionizantes), acerca del límite de la dosis para los trabajadores expuestos. Sin embargo, de manera global se obtuvo una valoración deficiente de las condiciones medioambientales en el área de rayos x, mamografía digital y tomografía computarizada, por tanto, las falencias encontradas requieren un tratamiento prioritario.

Entre las deficiencias encontradas, se tienen que; no existe una persona acreditada que

ejerza las funciones específicas de supervisar las instalaciones radiactivas, no existen diarios de operaciones de los equipos y actas de revisión técnica periódica de los mismos. Algunas áreas definidas como zonas de exposición a radiaciones no están correctamente señalizadas, no existe un programa para la correcta gestión global de todos los residuos radiactivos generados, no existen normas de actuación en caso de emergencia, y no se realizan reconocimientos médicos específicos, periódicos a los trabajadores expuestos, en las condiciones que indica la legislación vigente. Luego de valorar los riesgos ergonómicos y de exposición a radiaciones ionizantes en los tecnólogos de imagen en la Unidad de Radiología, se proponen una serie de medidas preventivas.

Aun cuando la presente investigación tiene ciertas limitaciones, esta puede servir de base para futuros trabajos de investigación destinados a mejorar las condiciones laborales del personal que realiza funciones en unidades de radiología, adicionalmente permite mostrar a la empresa una serie de medidas preventivas las cuales resultarían satisfactorias de asumir en vista del bajo costo, y alta importancia para mejorar la política de prevención de riesgos laborales

#### REFERENCIAS

1. Ortega X., Jorba J. *Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos I, Volumen 1*. Barcelona: Ediciones UPC; 1994.
2. Pacual A, Gadea E. NTP 614: *Radiaciones ionizantes: normas de protección*. Madrid: INSHT; 2001.
3. Siles N. *Evaluación de riesgos. Planificación de actividad preventiva en la empresa*. Vigo: Ideas Propias Editorial S.L; 2005.
4. Bestratén M., Pareja F. *Nota Técnica Preventiva 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*. Barcelona: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España; 1995.
5. Cherry R. *Capítulo 48 Radiaciones ionizantes*. Madrid: INSHT; 2012.
6. Contreras S., Cienfuegos S. *Guía para la aplicación de ISO 45001:2018*. Madrid: AENOR ediciones; 2018.
7. OIT. *Material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 2018.
8. Bakerjian. *Personal sanitario: profesionales de la salud*. Kenilworth: Merck Sharp & Dohme Corp., una subsidiaria de Merck & Co.; 2018.
9. OMS. *Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2010.
10. Organización Internacional del Trabajo. *Seguridad y Salud en el centro del futuro del trabajo*. Primera ed. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 2019.