



FACULTAD DE INGENIERÍA

LICENCIATURA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA E INSTRUMENTACIÓN

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL  
DEPARTAMENTO DE IMAGENOLÓGÍA DEL HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA  
OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA E INSTRUMENTACIÓN  
EN LA UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

AUTORA:

KIMBERLY YAZMÍN AIZPURÚA MIRANDA

C.I.P 8-993-1259

DIRECTOR DE TESIS:

INGENIERO JESÚS TAPIA

ASESOR DE TESIS:

MGTR. ALFREDO LESCHER

SEDE CENTRAL, CIUDAD DE PANAMÁ, 2026.

## **DEDICATORIA**

Primeramente, agradezco, a Dios, por ser mi guía constante, por llenarme de sabiduría, fortaleza y luz en cada paso de este camino.

Dedico este trabajo con amor, honra y profunda gratitud a mi madre, Claribel Miranda, mujer valiente y ejemplar, cuyo apoyo incondicional y amor inmenso han sido el pilar de mi vida. Gracias por tus sacrificios, por enseñarme a luchar por mis sueños y por estar siempre conmigo, en cada meta, en cada paso, en cada desafío.

A mi padre de crianza, Romualdo Ávila, gracias por tu dedicación, tu ejemplo silencioso de compromiso y tu presencia constante. Eres parte esencial de lo que soy hoy. A mi padre biológico, Gilberto Aizpurúa, gracias por tu parte en mi historia y por el valor que aportas a mi vida.

Con especial cariño, dedico este logro a mis abuelos paternos, Gilberto Aizpurúa e Indalecia Guzmán, y a mis abuelos maternos, Marta Romero y Cristóbal Miranda, cuyas enseñanzas, oraciones, historias y amor han marcado profundamente mi caminar.

A mis tíos, gracias por su afecto, consejos y por ser parte de este círculo familiar que me sostiene. A mis hermanos, Gilberto Aizpurúa y Scarlett Serrano, gracias por su compañía, apoyo y por compartir conmigo esta etapa de la vida.

A mi pareja, José Castillo, gracias por tu paciencia, tus palabras de aliento y por estar presente cuando más lo necesité.

A mis profesores, especialmente a los ingenieros Jesús Tapia y Alfredo Lescher, mi sincero agradecimiento por su orientación y dedicación durante esta tesis. Gracias por creer en mí y por sus valiosos aportes a lo largo de este proceso.

Finalmente, dedico este logro a todos los que, de una u otra forma, han sido parte de esta travesía. Cada gesto de apoyo, cada palabra de ánimo y cada momento compartido han sido esenciales para que hoy pueda escribir estas palabras con orgullo y gratitud. Este triunfo no es solo mío, es también de todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Con profundo respeto y gratitud, deseo reconocer a todas las personas e instituciones que, de distintas maneras, hicieron posible la realización de este trabajo.

A Dios, por concederme la fortaleza, claridad y paciencia necesarias para culminar esta etapa con determinación y esperanza.

A mi familia, cuya presencia constante fue mi principal motivación: gracias por cada gesto de amor, por cada palabra de aliento y por confiar siempre en mis capacidades.

A los ingenieros Jesús Tapia y Alfredo Lescher, por su valiosa orientación académica, por su tiempo y disposición para guiarme con profesionalismo y compromiso. Sus aportes fueron clave para el desarrollo de esta tesis.

Agradezco, sinceramente, al personal técnico del hospital, quienes me brindaron la oportunidad de aplicar encuestas y facilitaron el acceso a información esencial. Su colaboración fue fundamental y dejó una huella silenciosa, pero significativa, en este proyecto.

Gracias, también, a todas las personas, que aportaron ideas, comentarios y sugerencias durante este proceso. Cada intercambio, cada conversación y cada punto de vista sumó a la construcción de este trabajo.

Este logro es el reflejo de un esfuerzo colectivo, y a todos los que formaron parte de él, les extiendo mi más sincero agradecimiento.

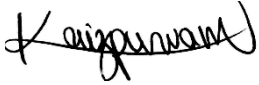


UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Kimberly Yazmín Aizpurúa Miranda con cédula de identidad personal número, 8-993-1259, estudiante graduando del programa/carrera de Ingeniería Biomédica e Instrumentación declaro bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Tesis es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exonero a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Como constancia, firmo la presente declaración el día 12 del mes de diciembre del año 2025.

Firma del estudiante:  Cédula: 8-993-1259.

## RESUMEN

La presente tesis, titulada “Propuesta de un Programa de Protección Radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano” (Universidad Latina de Panamá, 2025), tuvo como propósito diseñar una propuesta técnica y normativa que permita fortalecer la seguridad radiológica del personal ocupacionalmente expuesto, pacientes y público, que accede al servicio. El objetivo central fue elaborar un programa estructurado y conforme a la normativa nacional vigente, en concordancia con el Decreto Ejecutivo N.º770 de 2010, la Resolución N.º27 de 1995, la Resolución N.º8 de 1996 y demás lineamientos aplicables.

La metodología empleada consistió en un estudio descriptivo-propositivo, sustentado en la revisión documental de normas nacionales vigentes, el análisis de la situación actual del servicio y la elaboración de un manual compuesto por trece capítulos. Adicionalmente, se desarrolló un proceso de validación mediante juicio de expertos, con la participación de quince Oficiales de Protección Radiológica, quienes evaluaron la claridad, pertinencia técnica y aplicabilidad del programa a través de escalas de valoración y el coeficiente de V de Aiken.

Los resultados de la validación evidenciaron una alta aceptación del contenido, con promedios entre 4 y 5 en la mayoría de los capítulos y una desviación estándar baja, lo que demuestra consistencia en la percepción de los expertos. Los capítulos con menor puntuación fueron ajustados siguiendo sus sugerencias, mejorando la precisión técnica, la redacción y la aplicabilidad práctica del manual. Entre los productos finales destacan: la definición de responsabilidades del titular, EPR y POE; la estandarización de procedimientos para incidentes, vigilancia radiológica y dosimetría personal; la estructura del plan de capacitación; y la incorporación de un glosario para fortalecer la comprensión del documento.

La tesis logró cumplir el objetivo general y los específicos planteados, logrando diseñar un programa integral, técnicamente fundamentado y viable para su implementación en el Departamento de Imagenología. La propuesta generada contribuye a mejorar la seguridad radiológica, estandarizar procesos internos y

fortalecer las bases para el funcionamiento futuro de un sistema de protección radiológica conforme a la normativa panameña.

---

**Palabras clave:** Protección radiológica, dosimetría personal, vigilancia radiológica, imagenología, seguridad radiológica, normativa panameña.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
DECLARACIÓN JURADA .....	4
RESUMEN .....	5
CAPÍTULO I .....	10
1.1 Antecedentes del problema de investigación .....	11
1.2 Planteamiento del problema .....	15
1.3 Justificación del proyecto .....	16
1.4 Objetivo .....	18
1.5 Alcance y límite de la investigación.....	18
1.6 Línea de investigación (a la que pertenece el estudio) .....	19
CAPÍTULO II .....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes de la investigación .....	21
2.2 Bases teóricas que sustentan la investigación.....	24
2.2.1 Normativas vigentes aplicables a la protección radiológica en Panamá ...	24
2.2.2 Radiación ionizante .....	30
2.2.3 Exposición a radiación ionizante .....	31
2.2.4 Efectos de la exposición a la radiación ionizante .....	32
2.2.5 Dosis .....	33
2.2.6 Tipos de dosis .....	34
2.2.7 Dosimetría y medición.....	35
2.2.8 Efectos de la exposición .....	37
2.2.9 Programa de Protección Radiológica .....	38
2.2.10 Principios básicos de protección radiológica.....	39
2.2.11 Medidas de Protección Radiológica .....	40
2.2.12 Equipo de Protección Personal .....	41
2.2.13 Sistema de vigilancia epidemiológica.....	42
2.2.14 Sistemas de seguridad en el trabajo .....	43
2.2.15 Clasificación de las zonas .....	44
2.2.16 Coordinación y seguimiento de los mantenimientos de equipos generadores de radiación ionizante .....	46

2.3 Variable .....	46
2.4 Cuadro de variables .....	50
2.5 Glosario de términos .....	51
CAPÍTULO III .....	53
MARCO METODOLÓGICO .....	53
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	54
3.2 Población .....	56
3.3 Descripción del instrumento de recolección de datos .....	57
3.4 Procedimiento de la investigación.....	65
CAPÍTULO IV .....	71
ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	71
4.1 Análisis de los resultados.....	72
4.2 Discusión de los resultados .....	88
CAPÍTULO V .....	92
PLAN DE GESTIÓN O PROPUESTA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	92
5.1 Introducción de la propuesta .....	93
5.2 Justificación de la propuesta .....	93
5.3 Objetivo general de la propuesta .....	93
5.4 Objetivos específicos: .....	93
5.5 Metas a alcanzar.....	94
5.6 Beneficios de la propuesta.....	95
5.7 Cronograma de actividades .....	95
5.8 Presupuesto estimado .....	96
5.9 Diseño de la propuesta .....	96
CAPÍTULO VI .....	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	105
CONCLUSIONES .....	106
RECOMENDACIONES .....	108
BIBLIOGRAFÍA .....	110
ANEXO 1. PROPUESTA DE MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA EL DEPARTAMENTO DE IMAGENOLÓGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL NICOLÁS A. SOLANO .....	121
ANEXO 2. Formulario de validación para la lista de cotejo (Instrumento 2).....	179

ANEXO 3. Formulario de validación para encuesta (Instrumento 1).....	183
ANEXO 4. Observaciones.....	187
ANEXO 5. Organigrama actual del departamento.....	188
ANEXO 6. Formulario para el uso correcto del dosímetro personal.....	189
ANEXO 7. Formulario para el uso correcto del dosímetro personal.....	190
ANEXO 8. Formulario para el uso correcto de dosis efectiva .....	191
ANEXO 9. Carta de profesor de español .....	192
ANEXO 10. Formulario de entrega de proyecto final de graduación.....	196

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dosímetro de película .....	36
Figura 2: Dosímetro termoluminiscente.....	36
Figura 3: Dosímetro personal de anillo.....	37
Figura 4: Fases del procedimiento metodológico de la investigación.....	65
Figura 5: Beneficios que brinda la propuesta .....	95
Figura 6: Secuencia metodológica para la elaboración y validación de la propuesta del Programa de Protección Radiológica .....	96
Figura 7: Versión inicial de la encuesta (Antes).....	100
Figura 8: Versión modificada de la encuesta (Después) .....	101
Figura 9: Grieta en pared	
Figura 10: Vidrio plomado roto .....	187
Figura 11: Organigrama actual del Departamento de Imagenología. ....	188

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de equipos generadores de radiación ionizante.....	27
Tabla 2. Límites de dosis según categoría de exposición. ....	34
Tabla 3. Clasificación de las zonas.....	44
Tabla 4. Actividades por realizar.....	95
Tabla 5. Estimado del presupuesto a utilizar .....	96
Tabla 6. Cumplimiento de los objetivos de la propuesta.....	99
Tabla 7. Resultados de validación por parte de los OPR. ....	103

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

## **1.1 Antecedentes del problema de investigación**

El campo de la medicina ha experimentado un desarrollo sin precedentes. Los avances tecnológicos, cada vez más innovadores, han supuesto importantes beneficios para la salud global, facilitando diagnósticos y tratamientos clínicos. No obstante, estos mismos avances implican riesgos inherentes, como se observa en aquellos procedimientos que emplean radiación ionizante. (Dartnell, 2011)

De acuerdo con, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la radiación ionizante se define como la energía liberada en forma de partículas y ondas electromagnéticas a partir de los átomos. Entre los procedimientos que utilizan este tipo de energía se encuentran los rayos X, las tomografías computarizadas y las fluoroscopias. La justificación para exponer a los pacientes a esta radiación se basa en que los beneficios clínicos superan los posibles riesgos. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

El uso de equipos, que emiten radiación ionizante es indispensable en la práctica médica. Según la OMS, se realizan a nivel mundial más de 3600 millones de exámenes radiológicos con fines diagnósticos, y los tratamientos de radioterapia superan los 7.5 millones. ( Organización Mundial de la Salud, 2012).

La Comisión Internacional de Protección Radiológica señala que estos números han aumentado a causa de la saturación hospitalaria derivada de la pandemia de Covid-19 y sus manifestaciones. Esta elevada exposición supone riesgos significativos tanto para los pacientes como para el personal ocupacionalmente expuesto, pudiendo provocar enfermedades e incluso mortalidad. (Guo, 2020)

La radiactividad es un fenómeno natural, y las fuentes naturales de radiación forman parte intrínseca del medio ambiente. Tanto la radiación como los materiales radiactivos ofrecen aplicaciones de gran utilidad, que van desde la generación de electricidad hasta su uso en medicina, industria y agricultura. Sin embargo, los riesgos que estas aplicaciones pueden representar para trabajadores, la población y el entorno deben ser evaluados y, en su caso, controlados. Por ello, actividades como el uso médico de la radiación, la explotación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte y la gestión de desechos radiactivos deben regirse por

estrictas normas de seguridad. Aunque, la regulación es una responsabilidad que compete a cada país, los riesgos asociados pueden trascender fronteras, haciendo necesaria la cooperación internacional para compartir experiencias, mejorar la capacidad de control, prevenir accidentes, responder ante emergencias y mitigar daños. Todos están obligados a actuar con diligencia y a cumplir tanto sus compromisos nacionales como internacionales, apoyándose en normas globales que también favorecen el comercio y el intercambio internacional. Así se consolida un régimen mundial de seguridad nuclear en constante perfeccionamiento, donde las directrices del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), juegan un papel fundamental en la evaluación del desempeño de las partes contratantes. (International Atomic Energy Agency, s.f.)

Las directrices de seguridad del OIEA se fundamentan en su estatuto, el cual le confiere la facultad de establecer normativas en consulta, y de ser necesario, en colaboración con organismos de las Naciones Unidas y otras entidades especializadas, con el fin de, proteger la salud y minimizar los riesgos para la vida y la propiedad. Con miras a salvaguardar tanto a las personas como al medio ambiente frente a los efectos nocivos de la radiación ionizante, estas normas definen principios esenciales de seguridad, establecen requisitos y proponen medidas para controlar la exposición de la población y la liberación de materiales radiactivos.

Asimismo, buscan reducir la probabilidad de incidentes que puedan desencadenar pérdidas de control en reactores nucleares, reacciones en cadena o cualquier otra fuente de radiación, y mitigar sus consecuencias en caso de ocurrencia. Dichas normas se aplican a instalaciones y actividades con riesgos radiológicos, incluyendo plantas nucleares, el uso y transporte de fuentes radiactivas, y la gestión de desechos. Las medidas de seguridad tecnológica y física, que deben implementarse de forma integrada para no comprometerse mutuamente, tienen como objetivo común la protección de la vida, la salud y el entorno. En conjunto, estas directrices reflejan un consenso internacional sobre lo que se considera un alto nivel de seguridad frente a la radiación ionizante.

Es importante destacar que, la probabilidad de sufrir efectos adversos por la exposición a radiación depende de factores como la cantidad, la duración y la frecuencia de esta, entre otros. Por ello, aunque aproximadamente el 20% de la población se expone a radiación con fines médicos. Los pacientes, que reciben exposiciones puntuales, tienen un riesgo menor en comparación con el personal sanitario, quien se expone de forma recurrente. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Organizaciones como la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud, y la Comisión Europea, entre otras, promueven la implementación de programas de protección radiológica basados en estándares internacionales. Estos programas buscan establecer y asegurar el cumplimiento de normativas destinadas a proteger la integridad de las personas, abarcando actividades de evaluación, gestión y comunicación de riesgos. Como resultado, numerosos países han adoptado leyes y regulaciones para salvaguardar a sus trabajadores; por ejemplo: En el ámbito nacional, Panamá ha fortalecido su marco regulatorio mediante resoluciones y decretos emitidos por el Ministerio de Salud (MINSAL). Las normativas aplicables principales son:

- El Decreto Ejecutivo N.º 1194 de 1992, que originalmente regulaba la protección radiológica en Panamá, fue derogado por el Decreto Ejecutivo N.º 770 del 16 de agosto de 2010, publicado en la Gaceta Oficial N.º 26,600-A. Decreto Ejecutivo N.º 770 de 16 de agosto de 2010: adopta actualmente el Reglamento vigente en materia de protección radiológica en la República de Panamá. (Ministerio de Salud - Ricardo Martinelli - Presidente de la República, 2010)
- El Decreto Ejecutivo N.º 122 del 15 de abril de 2016 –que modifica el artículo 12 del Decreto Ejecutivo N.º 770 de 16 de agosto de 2010 que adopta el reglamento de protección radiológica. (Ministro de Salud - Francisco Javier Terrientes, 2016)
- Resolución N.º 8 del 11 de julio de 1996: Por la cual se aprueba el reglamento N.º 100 de notificación, registro y licenciamiento de materiales radiactivos,

aparatos o equipos que generan radiación ionizante. (Director General de Salud - Jorge Montalván, 1996)

- Resolución N.º0025 de 11 de enero de 2017 – Que reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante. (Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona de Mosca - Directora General de Salud Pública, 2017)
- Resolución N.º 0026 de 11 de enero de 2017 – Que reglamenta la categorización del personal de protección radiológica. (Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona de Mosca - Directora General de Salud Pública, 2017)
- Resolución N.º27 de 24 de octubre de 1995 por medio de la cual se adoptan las normas básicas de protección radiológica No.110. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalván, 1995)
- Resolución N.º 69 del 23 de julio de 1998: Por la cual se aprueba el reglamento para la planificación, preparación y respuesta a situaciones de emergencias radiológicas. (Ministerio de Salud, 1998)
- Resolución N.º 0408 del 4 de mayo de 2012: que regula la prestación del servicio de dosimetría y condiciones de la autorización. (Ministerio de Salud. Director General de Salud Pública - Eduardo Lucas Mora, 2012)
- Resolución N.º 3142 del 16 de octubre de 2017: Que reglamenta los requisitos de capacitación del personal ocupacionalmente expuesto (POE) a radiaciones ionizantes. (Ministerio de Salud, 2017)

La integración de estos marcos regulatorios evidencia una evolución constante en la protección radiológica, basada en el conocimiento científico y la experiencia acumulada en el manejo de radiaciones ionizantes. La adopción de estos estándares y normativas es crucial para minimizar los riesgos en ambientes hospitalarios y garantizar la seguridad del personal médico y la comunidad en general. En este contexto, la implementación de un programa de protección radiológica en los hospitales públicos y privados, se presenta como una necesidad imperiosa para asegurar un sistema de seguridad robusto y actualizado, acorde con los lineamientos internacionales y las normativas vigentes en Panamá.

## 1.2 Planteamiento del problema

El Hospital Nicolás A. Solano es un hospital público de tercer nivel de atención perteneciente al Ministerio de Salud, ubicado en la provincia de Panamá Oeste. Este centro hospitalario funciona como hospital de referencia regional, atendiendo pacientes provenientes principalmente de los distritos de La Chorrera, Arraiján, Capira y áreas aledañas.

La provincia de Panamá Oeste, presenta uno de los mayores crecimientos demográficos del país, con una población superior a los 650,000 habitantes, concentrándose gran parte de esta en los distritos de Arraiján y La Chorrera. Debido a esta alta densidad poblacional, el Hospital Nicolás A. Solano constituye el principal centro hospitalario público de atención especializada para la región, recibiendo diariamente una elevada demanda de servicios médicos. (Minerpa, 2025)

El hospital brinda servicios de consulta externa, hospitalización, urgencias, cirugía, laboratorio clínico e imagenología médica. Como consecuencia del incremento poblacional y del aumento en la atención de pacientes, la demanda de estudios diagnósticos por imágenes ha aumentado progresivamente, lo que conlleva una mayor utilización de equipos emisores de radiación ionizante. El departamento de imagenología cuenta con equipos generadores de radiación ionizante destinados al diagnóstico médico, entre los que se incluyen equipos de radiografía convencional, tomógrafo computarizado, equipo de fluoroscopia y sistema de mamografía.

A pesar de que, el hospital aplica algunas medidas de seguridad, se evidencia la ausencia de un programa integral de protección radiológica que garantice el cumplimiento sistemático de la normativa nacional vigente. Esta situación puede favorecer exposiciones innecesarias a la radiación ionizante, incrementando el riesgo tanto para el personal ocupacionalmente expuesto como para los pacientes sometidos a estudios diagnósticos. (World Health Organization, 2019)

La necesidad de desarrollar un programa de protección radiológica se torna imprescindible para optimizar la seguridad en un entorno donde la tecnología y la atención médica convergen. Dicho programa no solo debe contemplar la actualización y capacitación constante del personal, sino también la implementación

de protocolos de emergencia y medidas preventivas que garanticen la minimización de dosis de radiación. La consolidación de un sistema de protección riguroso es, por tanto, un requisito indispensable para asegurar el bienestar de la comunidad hospitalaria y para cumplir de manera eficaz con los lineamientos y normativas vigentes en el país. (Ver anexo 4) (World Health Organization, 2019)

¿Es posible plantear un programa de protección radiológica para el Hospital Nicolás A. Solano que cumpla con las normativas vigentes en el marco legal panameño?  
¿Cuál es el estado actual de las medidas de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano?

Esta investigación, plantea un plan de seguridad radiológica para el hospital con el fin de cumplir dicho marco regulatorio.

### **1.3 Justificación del proyecto**

La protección radiológica es un aspecto esencial en el ámbito hospitalario, ya que la exposición a radiaciones ionizantes representa un riesgo significativo tanto para el personal de salud y la comunidad en general. (Agency, International Atomic Energy, s.f.)

En este contexto, un programa de protección radiológica en el Hospital Nicolás A. Solano es una necesidad prioritaria para minimizar los efectos adversos de la radiación y garantizar el cumplimiento de normativas nacionales de seguridad radiológica. (Ver anexo 5) (Ministerio de Salud de Panamá, 2014)

El impacto social de esta propuesta es evidente, dado que la exposición prolongada a radiaciones ionizantes puede generar efectos nocivos en la salud, incluyendo enfermedades ocupacionales y riesgos genéticos a largo plazo. (Consejo de Seguridad Nuclear, s.f.)

La adopción de medidas de protección radiológica no solo mejora las condiciones laborales del personal médico, sino que también fortalece la seguridad del paciente

y promueve la confianza en los servicios hospitalarios (International Commission on Radiological Protection, 2007)

A nivel normativo, la implementación de un programa de protección radiológica en el hospital permite cumplir con regulaciones establecidas por el Ministerio de Salud (MINSAs), contribuyendo a la equidad en la atención médica y a la reducción de desigualdades en el acceso a servicios de salud seguros. (Ministerio de Salud de Panamá, 2014)

Desde una perspectiva académica, esta investigación aporta un enfoque novedoso al aplicar y adaptar lineamientos de protección radiológica a un contexto hospitalario específico en Panamá. Si bien existen estudios sobre seguridad radiológica, aún hay vacíos en la práctica de estos protocolos en hospitales del país, por lo que este estudio ofrece una contribución significativa al conocimiento en la materia. Además, la integración de normativas vigentes en un marco de evaluación hospitalaria proporciona una base de referencia para futuras investigaciones y permite fortalecer la formación de profesionales en el área de la radioprotección. (Ministerio de Salud de Panamá, 2010)

Metodológicamente, el estudio se basa en un enfoque mixto que combina herramientas cualitativas y cuantitativas para evaluar la efectividad de las medidas de protección radiológica en el Hospital Nicolás A. Solano. La utilización de análisis de riesgos, revisión documental de normativas y evaluación del cumplimiento de protocolos permite garantizar un alto nivel de validez y confiabilidad en los resultados obtenidos. La elección de esta metodología facilita una comprensión integral del problema y establece una base científica para el desarrollo de mejoras en la seguridad radiológica hospitalaria. (Ministerio de Salud de Panamá, 2014)

En síntesis, la relevancia social, la contribución académica y la rigurosidad metodológica de esta investigación justifican la necesidad de desarrollar un programa de protección radiológica en el Hospital Nicolás A. Solano. Esto no solo fortalecerá la seguridad en el manejo de radiaciones ionizantes, sino que también contribuirá al bienestar del personal de salud y los pacientes, promoviendo un entorno hospitalario más seguro y confiable.

## **1.4 Objetivo**

### **Objetivo General**

Proponer un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los elementos que conforman un programa de protección radiológica.
- Diagnosticar el cumplimiento de los requisitos de un programa de protección radiológica.
- Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.
- Validar la propuesta mediante juicio de 15 expertos en el área de protección radiológica (oficiales de Protección Radiológica).

## **1.5 Alcance y límite de la investigación**

Esta investigación se enfocará en evaluar y proponer un programa de protección radiológica en el área de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano durante el primer cuatrimestre de 2025. La población de estudio estará conformada por el personal de salud, que trabaja en esta área, incluyendo radiólogos, técnicos radiólogos y otros profesionales expuestos a radiaciones ionizantes en sus actividades diarias. Se analizarán variables como el cumplimiento de normativas de seguridad radiológica, el nivel de exposición ocupacional, la implementación de protocolos de protección y la percepción del personal sobre las medidas existentes.

El estudio se desarrollará exclusivamente dentro del hospital, considerando sus condiciones específicas de infraestructura, equipamiento y procedimientos actuales en protección radiológica. Se empleará un enfoque metodológico mixto que

permitirá evaluar tanto los aspectos cuantitativos relacionados con la exposición a la radiación como los aspectos cualitativos sobre el nivel de conocimiento y percepción del personal respecto a las medidas de seguridad. El análisis de los datos permitirá formular recomendaciones basadas en normativas nacionales vigentes e internacionales con el objetivo de fortalecer la seguridad radiológica en el hospital.

Sin embargo, esta investigación presenta ciertos límites. En primer lugar, los resultados obtenidos serán específicos para el Hospital Nicolás A. Solano y no podrán generalizarse a otros hospitales o centros de salud con condiciones distintas. Además, el estudio se centrará únicamente en el área de Imagenología, por lo que no se evaluarán otras áreas del hospital. A nivel metodológico, la investigación dependerá del acceso a datos sobre exposición a la radiación y cumplimiento de protocolos, lo que podría verse limitado por restricciones en la disponibilidad de información o confidencialidad de los registros.

Asimismo, la investigación estará sujeta a restricciones de tiempo, ya que se llevará a cabo en un período de cuatro meses, lo que limitará la posibilidad de evaluar cambios a largo plazo en la implementación de las medidas de protección. También se reconoce que factores externos, como cambios en la normativa o en la administración del hospital, podrían influir en la aplicación de las recomendaciones propuestas.

### **1.6 Línea de investigación (a la que pertenece el estudio)**

El estudio presentado pertenece a la línea de investigación en ciencias de la salud y en el área de Clínica y Biomédica, específicamente en el tema de Ingeniería clínica y gestión de la tecnología médica, titulada: Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Antecedentes de la investigación**

La investigación titulada " Implementação de un programa de protección radiológica no sector de hemodinâmica de un hospital universitário", realizada por Patricia López Barbosa en el año 2017, tuvo como objetivo desarrollar herramientas para mejorar la aplicación de normas de protección radiológica en un sector de hemodinámica. Se realizó un estudio observacional en el Hospital Universitario de la Universidad Federal de São Paulo entre 2012 y 2017, registrando la frecuencia de uso de dispositivos de protección radiológica por parte de médicos y personal de enfermería e implementando estrategias de mejora, como un programa de capacitación, la creación de un Comité Sectorial de Protección Radiológica (CSPR) y el desarrollo de un sistema de notificación y monitoreo de procedimientos con altas dosis de radiación. Se analizaron 183 procedimientos en 2013.

Por consiguiente, incluye cateterismos diagnósticos (71%), angioplastias ad hoc (18%) y angioplastias electivas (11%), observando un aumento en el uso de dosímetros por parte de médicos (50% de los procedimientos) y enfermería (95%), así como un incremento en el uso de gafas de plomo. No se reportaron efectos adversos en pacientes. En conclusión, la implementación del programa de capacitación y la creación del CSPR resultaron en una mayor adherencia a las medidas de protección radiológica, optimizando la seguridad de los profesionales expuestos a radiación en el sector de hemodinámica. (Barbosa, 2017)

Así mismo, la investigación realizada por Jesús Alexander Valero Andrade, en el 2022, titulada "Implementación de protección radiológica para el personal ocupacionalmente expuesto y usuarios del servicio de radiología del C.D.I 'Capitán de Navío Manuel Ponte Rodríguez', Urbanización Portuario II", tuvo como objetivo implementar medidas de protección radiológica en el área de rayos X del centro de diagnóstico para reducir los riesgos de exposición a la radiación ionizante y garantizar la seguridad del personal y los usuarios. Se utilizó un enfoque cualitativo con una metodología de investigación-acción participativa, implementando técnicas de observación participativa, conversatorios interactivos y encuestas dirigidas a evaluar el grado de conocimiento sobre la protección radiológica y las condiciones

del área de radiología. El diseño de la investigación fue cualitativo de acción participativa, basado en la interacción con la comunidad y el personal del centro de salud. Los métodos empleados incluyeron el análisis de las condiciones del área de radiología, gestión de recursos y dotación de insumos para mejorar la seguridad radiológica.

Los resultados evidenciaron una falta de conocimiento y de equipos de protección adecuados, lo que incrementa el riesgo de exposición a la radiación. A través de esta investigación se logró sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la protección radiológica y se generaron recomendaciones para optimizar la seguridad en el área de rayos X. (Andrade, 2022)

En otro orden de ideas, la investigación de Siti Amira Othman en el año 2023, titulada "Effectiveness Management of Radiation Protection Programme: A Short Review", tiene como objetivo evaluar la eficacia de los programas de protección radiológica en la reducción de dosis de radiación y riesgos asociados para trabajadores y pacientes. Se destaca la importancia de la justificación en el uso de la radiación, la optimización de dosis y la necesidad de regulaciones nacionales para garantizar la seguridad radiológica. La metodología utilizada es una revisión bibliográfica sobre la gestión y aplicación de programas de protección radiológica en el ámbito médico e industrial.

Por lo tanto, se empleó un diseño cualitativo basado en el análisis de estudios previos y normativas internacionales sobre seguridad radiológica. Los métodos utilizados incluyen la revisión sistemática de literatura académica, regulaciones nacionales y estándares de seguridad. La investigación concluye que, si bien la radiación ionizante tiene grandes beneficios en la medicina, la exposición innecesaria sigue siendo un problema, lo que hace imprescindible la implementación de estrategias de capacitación, monitoreo y auditoría en los programas de protección radiológica. Se resalta la necesidad de fortalecer la formación de oficiales de protección radiológica y de mejorar las prácticas de seguridad en hospitales y centros de diagnóstico para minimizar los riesgos tanto para el personal como para los pacientes. (Othman, 2023)

La investigación titulada, "Implementación de un programa de protección radiológica en los laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante en la Escuela Politécnica Nacional", realizada por Sandra Vásquez y William Villacis en el año 2019, tiene como objetivo establecer un programa de protección radiológica en los laboratorios de la Escuela Politécnica Nacional, que operan con equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante, garantizando la seguridad del personal y el cumplimiento de normativas vigentes.

Para ello, se realizó un diagnóstico inicial de las condiciones actuales de los laboratorios, identificando áreas críticas y evaluando los niveles de exposición a la radiación. Se implementó un diseño de investigación descriptivo, empleando métodos como inspecciones in situ, mediciones de radiación y entrevistas al personal involucrado. Entre las conclusiones, se destaca la necesidad de actualizar los procedimientos operativos, capacitar al personal en medidas de seguridad radiológica y dotar a los laboratorios de equipos de protección adecuados para minimizar los riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante. (Villiacis, 2019)

Por último, la investigación de Denise Sahyun Levy, titulada "Informatizada e unificada dos programas de proteção radiológica: monitoriamente das radicaes ionizantes e su optimización", realizada en el año 2015, tiene como objetivo informatizar y unificar los programas de protección radiológica en Brasil, facilitando el monitoreo y optimización de la exposición a radiaciones ionizantes en instalaciones radiactivas. Se basa en la aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para mejorar la disseminación del conocimiento y la gestión de la protección radiológica. La metodología empleada incluye un análisis de normativas nacionales e internacionales, revisión bibliográfica, desarrollo de modelos de informatización y auditoría de programas de monitoreo. Se implementó un diseño cualitativo con enfoque en la interconexión de información dispersa en distintas publicaciones.

Los métodos utilizados incluyen auditorías sistemáticas, análisis probabilístico de exposiciones potenciales mediante árboles de fallas y evaluación de escenarios de

riesgo. La investigación concluye, que la informatización y estandarización de los programas de protección radiológica permiten mejorar la seguridad, reducir costos y facilitar el acceso a información clave en el área, contribuyendo significativamente a la optimización de los procedimientos de monitoreo y a la mitigación de riesgos en instalaciones radiactivas. (Levy, 2015)

## **2.2 Bases teóricas que sustentan la investigación**

### **2.2.1 Normativas vigentes aplicables a la protección radiológica en Panamá**

En materia de protección radiológica, Panamá se rige tanto por normativas internacionales emitidas por organismos especializados, como por disposiciones nacionales, que adaptan dichas directrices al marco legal del país.

#### **A nivel internacional**

Las normas más reconocidas son las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes (Safety Series N.º 110), emitidas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud, Organización Internacional del Trabajo y otros entes de Naciones Unidas.

Estas normas establecen los principios fundamentales de protección radiológica, entre ellos el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), la justificación de las exposiciones, la optimización de las dosis y la limitación de estas. (Agency, International Atomic Energy, s.f.)

#### **A nivel nacional**

Panamá adopta y adapta estos lineamientos a través de diferentes resoluciones y decretos ejecutivos legales emitidos por el Departamento de Salud Radiológica en

el Ministerio de Salud (Ministerio de Salud, 2012-2025). A continuación, se detallan las principales normativas aplicables:

- El Decreto Ejecutivo N.º 1194 de 1992, que originalmente regulaba la protección radiológica en Panamá, fue derogado por el Decreto Ejecutivo N.º 770 del 16 de agosto de 2010, publicado en la Gaceta Oficial N.º 26,600-A. Este último constituye, actualmente el reglamento vigente en materia de protección radiológica en la República de Panamá.

Decreto Ejecutivo N.º 770 de 16 de agosto de 2010 – Por el cual se establece el Reglamento de Protección Radiológica: Su propósito es establecer las disposiciones que regulan el uso seguro de las radiaciones ionizantes, garantizando la protección de la salud de los trabajadores, los pacientes y el público frente a los posibles efectos de la exposición.

El decreto establece las obligaciones básicas para todas las instituciones y personas que trabajen con fuentes de radiación ionizante en Panamá, ya sea en instalaciones públicas o privadas. Regula actividades como el uso, manipulación, almacenamiento, transporte, importación y eliminación de equipos o sustancias, que emitan radiación, indicando que únicamente pueden realizarse con la autorización del Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Pública.

Asimismo, designa al Departamento de Salud Radiológica como la entidad técnica responsable de supervisar el cumplimiento de las medidas de seguridad, realizar inspecciones, emitir licencias y verificar que las prácticas operen bajo condiciones seguras.

El decreto indica, también, que las licencias y registros otorgados a las instalaciones son personales e intransferibles, y que el encargado de protección radiológica debe permanecer en el sitio durante las actividades que involucren fuentes ionizantes, garantizando así una supervisión directa y continua.

El reglamento detalla, también las obligaciones del control dosimétrico, indicando que cada trabajador expuesto debe utilizar su dosímetro personal durante toda su jornada laboral. Si se supera el límite permitido, el trabajador deberá ser retirado de las áreas controladas hasta verificar las condiciones de seguridad, y se contemplan sanciones en casos de exposiciones intencionales o negligentes. (Gaceta Oficial Digital, 2010)

- Decreto Ejecutivo N.º122 de viernes 15 de abril de 2016 - Que modifica el artículo 12 del Decreto Ejecutivo N.º770 de 16 de agosto de 2010 que adopta el reglamento de protección radiológica: El artículo 12 del Decreto Ejecutivo No. 770 del 16 de agosto de 2010 queda así: Todo el personal con responsabilidad asignada en protección y seguridad radiológica está en la obligación de cumplir con las normas y procedimientos en la materia. La Dirección General de Salud Pública emitirá la reglamentación correspondiente en materia de protección y seguridad radiológica. (Ministerio de Salud - Presidente de la República - Juan Carlos Varela, 2016)
- Resolución N 8 del 11 de julio de 1996 - Por el cual, se aprueba el reglamento N° 100 de notificación, registro y licenciamiento de materiales radiactivos, aparatos o equipos, que generan radiación ionizante. Establece que ninguna práctica radiológica ni ninguna fuente radiactiva podrá ser introducida, utilizada, modificada, transferida, almacenada, transportada o retirada sin la autorización previa de la autoridad competente, excepto en los casos que estén exentos de notificación o autorización.  
Asimismo, regula los principales elementos del registro y licenciamiento, y define el contenido obligatorio que deben incluir las licencias y los registros para garantizar el control adecuado de las prácticas y fuentes. (Director General de Salud - Jorge Montalván, 1996)

- Resolución N.° 0025 de 11 de enero de 2017 que reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante. Esta resolución reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante, clasificándolas según su potencial de riesgo y estableciendo requisitos para su manejo seguro. (Ministerio de Salud - Directora General de Salud - Dra. Itza Barahona, 2017)

De manera similar, esta resolución incorpora la Tabla 1, denominada “Categorización de Equipos Generadores de Radiación Ionizante”.

Ministerio de Salud Dirección General de Salud Autoridad Reguladora en Protección Radiológica	
Tabla 1	
Categorización de Equipos Generadores de Radiación Ionizante	
Equipos	Categoría
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acelerador lineal de tele terapia para uso en la medicina.</li> </ul>	X1
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X para Estudios de Radiología Intervencionista</li> <li>• Rayos X de Tomografía Axial Computarizada</li> </ul>	X2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X Tipo Arco en C</li> <li>• Rayos X con Fluoroscopia</li> </ul>	X3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X de Rutina o Convencional</li> <li>• Rayos X Portátil (de rutina)</li> <li>• Rayos X Dental (Panorámico)</li> <li>• Rayos X de Radiografía Industrial</li> <li>• Rayos X para Mamografía</li> <li>• Acelerador (Lineal o Circular) Industrial</li> </ul>	X4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X Dental (de rutina)</li> <li>• Rayos X tipo gabinete para inspección</li> </ul>	X5

**Tabla 1.** *Categorización de Equipos Generadores de Radiación Ionizante* (Ministerio de Salud - Directora General de Salud - Dra. Itza Barahona, 2017)

- Resolución N.º0026 de 11 de enero de 2017 - Que reglamenta la categorización del personal de Protección Radiológica: Reglamenta la categorización del personal de protección radiológica, definiendo las competencias y responsabilidades del personal involucrado en prácticas que implican exposición a radiaciones ionizantes. (Directora General de Salud Pública - Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona, 2017)
- Resolución N.º27 de 24 de octubre 1995 - Por medio de la cual se adopta las normas básicas de protección radiológica No.110: Esta resolución del Ministerio de Salud establece oficialmente las Normas Básicas de Protección Radiológica N.º 110 como referencia nacional, convirtiéndose en uno de los pilares regulatorios más importantes en materia de seguridad radiológica en Panamá. Su propósito central es asegurar que toda práctica que involucre radiaciones ionizantes se realice bajo criterios de protección, control y justificación adecuados, garantizando la salud de la población y del personal expuesto.

Las normas adoptadas definen los requisitos que deben cumplir las instituciones y personas autorizadas para operar con fuentes de radiación. Estas son responsables directas de aplicar las medidas de protección y seguridad, mientras que la autoridad sanitaria mantiene la función de supervisión y verificación del cumplimiento.

Uno de sus principios fundamentales establece que no podrá autorizarse ninguna práctica que no genere un beneficio comprobable que justifique los riesgos asociados. Esto significa que, toda exposición debe estar médica o técnicamente justificada, considerando factores sociales, clínicos y económicos pertinentes.

Del mismo modo, la resolución especifica que los requisitos técnicos deben aplicarse de forma proporcional al nivel de riesgo de cada fuente o práctica,

asegurando que las medidas de protección se ajusten a la magnitud y probabilidad de la exposición. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalvan, 1995)

- Resolución N.ª 69 del 23 de julio de 1998 - Por la cual se aprueba el reglamento para la planificación, preparación y respuesta a situaciones de emergencias radiológicas: Establece un reglamento de obligatorio cumplimiento para todas las personas y organizaciones responsables del uso seguro de fuentes o sustancias radiactivas, así como para aquellas involucradas en la planificación y gestión de emergencias radiológicas.

El reglamento define las responsabilidades de cada parte dentro de la organización, los procedimientos de comunicación y notificación a la autoridad competente y a las entidades intervinientes, y detalla los requisitos para la elaboración, aprobación, revisión y ensayo de los planes de emergencia radiológica, asegurando una respuesta adecuada ante cualquier eventualidad. (Ministerio de Salud, 1998)

- Resolución N.ª 0408 del 4 de mayo de 2012 - Que regula la prestación del servicio de dosimetría y condiciones de la autorización. Establece los requisitos y condiciones mínimas que deben cumplir las organizaciones para obtener la autorización de la autoridad reguladora para prestar el servicio de dosimetría personal. Este reglamento aplica a todas las personas jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, que operen dentro de la República de Panamá y que requieran dicha autorización. (Ministerio de Salud. Director General de Salud Pública - Eduardo Lucas Mora, 2012)
- Resolución N.ª 3142 del 16 de octubre de 2017 - Que reglamenta los requisitos de capacitación del personal ocupacionalmente expuesto (POE) a radiaciones ionizantes: Regula los requisitos de capacitación que debe

cumplir el POE, los cuales varían según la actividad y el tipo de instalación radiológica. También, establece que los especialistas de venta que deban ingresar a áreas controladas durante procedimientos médicos con fuentes de radiación deberán recibir capacitación en protección y seguridad radiológica, conforme a los requisitos aplicables a instalación, servicio y mantenimiento. Además, la Dirección General de Salud Pública definirá los requisitos de capacitación para prácticas no contempladas en la resolución y para casos relacionados con fuentes de radiación descontinuadas. (Ministerio de Salud, 2017)

Estas normativas proporcionan un marco legal y técnico para garantizar la seguridad radiológica en instalaciones médicas y otros entornos donde se utilicen fuentes de radiación ionizante en Panamá.

### **2.2.2 Radiación Ionizante**

Las radiaciones ionizantes son formas de energía emitidas por átomos en forma de ondas electromagnéticas (conocidos como rayos gamma y rayos X) o partículas (alfa, beta y neutrones). (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Las partículas alfa y beta se generan en el proceso de desintegración de átomos radiactivos. Mientras que las partículas alfa tienen un bajo poder de penetración y solo representan un riesgo si ingresan al organismo por vía oral, respiratoria o cutánea, las partículas beta pueden atravesar hasta dos centímetros de la piel.

Por otro lado, los rayos X y gamma, al ser radiaciones electromagnéticas de alta energía, pueden desplazar electrones de átomos y moléculas, lo que los hace potencialmente peligrosos al contacto externo. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Las fuentes de radiaciones ionizantes pueden clasificarse en naturales y artificiales. Las naturales incluyen los rayos cósmicos y materiales radiactivos presentes en el

aire, suelo y agua, como el radón, el principal origen natural de radiación. Las artificiales, en cambio, son aquellas generadas por el ser humano, como los equipos médicos de rayos X y la energía nuclear. (International Atomic Energy Agency, 2022)

### **2.2.3 Exposición a Radiación Ionizante**

Diariamente, las personas están expuestas a radiaciones tanto naturales como artificiales. La Organización Mundial de la Salud clasifica esta exposición en interna y externa. La exposición interna ocurre cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o absorbido en el torrente sanguíneo, y finaliza cuando el organismo lo elimina. La exposición externa, en cambio, se produce cuando un material radioactivo del entorno entra en contacto con los tejidos. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Según su contexto, la exposición se divide en:

- Exposición pública: ocurre en entornos cotidianos, como el hogar o lugares públicos.
- Exposición médica: relacionada con el uso de radiaciones ionizantes en diagnóstico o tratamiento médico. También, incluye a cuidadores y voluntarios expuestos indirectamente.
- Exposición ocupacional: afecta a los trabajadores de la salud y otros profesionales que manejan fuentes de radiación en su labor.

Para reducir los riesgos, el Consejo de Seguridad Nuclear promueve el principio ALARA (del inglés 'as low as reasonably achievable'), el cual determina que la exposición a radiación se debe reducir al mínimo, siempre que se obtenga una imagen diagnóstica de calidad adecuada según la indicación clínica. (Consejo de Seguridad Nuclear)

La Agencia Internacional de Energía Atómica distingue entre exposición actual y exposición potencial. La exposición actual está relacionada con fallos en la distancia, el blindaje, la optimización del tiempo o la señalización, lo que aumenta

el riesgo. La exposición potencial, en cambio, abarca eventos imprevistos que pueden incrementar el peligro, como:

- Fallas en mantenimiento, pruebas o calibración.
- Errores en hardware o software.
- Uso de procedimientos desfasados.
- Daños en el blindaje por incendios, sismos u otros desastres.

Otros factores que pueden agravar la exposición accidental incluyen:

- Falta de capacitación en el manejo de equipos y protocolos de protección.
- Escasa rotación del personal, lo que incrementa el tiempo de exposición y el agotamiento.
- Falta de evaluación del personal al cambiar o actualizar equipos.
- Normativas inadecuadas o de difícil acceso.
- Deficiencia en equipos de protección y medición de exposición.

(Organismo Internacional de Energía Atómica, 2010)

#### **2.2.4 Efectos de la exposición a la radiación ionizante**

La exposición a radiación ionizante puede ocasionar efectos nocivos en el ser humano, los cuales la Organización Mundial de la Salud categoriza en somáticos y hereditarios. Los efectos somáticos comprenden manifestaciones clínicas que se pueden evidenciar tras la exposición, incluso años más tarde, e incluyen desde síntomas leves como irritaciones en la piel, alteraciones en la sangre, cataratas o problemas gastrointestinales hasta afecciones graves, tales como leucemia o cáncer en huesos, pulmones y piel, entre otros. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Por otro lado, los efectos hereditarios surgen en la descendencia de individuos expuestos debido a daños cromosómicos y mutaciones genéticas, que alteran el ADN, pudiendo provocar también problemas en la fertilidad o modificaciones en el ciclo menstrual. Es importante destacar que, la exposición a radiaciones ionizantes durante el embarazo incrementa el riesgo de malformaciones y discapacidad mental en el feto.

Según Nelson Santisteban, los efectos derivados de la exposición se pueden dividir en dos categorías: los efectos determinísticos, que se manifiestan de manera proporcional al incremento de la dosis recibida, y los efectos estocásticos, cuya ocurrencia se basa en la probabilidad de desarrollar condiciones como el cáncer o alterar la información genética. Algunos estudios indican que, en el contexto de las imágenes diagnósticas, la dosis de radiación se vincula principalmente con efectos estocásticos, mientras que los efectos determinísticos suelen asociarse a fallas técnicas o al incumplimiento de las normas establecidas. (Salazar, 2016)

### **2.2.5 Dosis**

La dosis se refiere a la cantidad de radiación, que un material o medio absorbe por unidad de masa. Este término puede aplicarse a diferentes tipos de dosis, como la absorbida, equivalente, en órganos, efectiva, comprometida y efectiva comprometida.

De acuerdo con, el Consejo de Seguridad Nuclear, es fundamental regular la cantidad de radiación recibida para no sobrepasar los límites establecidos por organismos internacionales. Esto es especialmente importante en la exposición ocupacional, ya que el personal médico se encuentra en contacto con la radiación durante largos periodos. (Consejo de Seguridad Nuclear, 2010)

A continuación, en la tabla se muestran las limitaciones de dosis definidas:

Tabla 2. Límites de dosis según categoría de exposición			
X	Personal ocupacionalmente expuesto (POE)	Miembros del público	Mujeres embarazadas o en período de lactancia
Dosis efectiva	En todo el cuerpo: Hasta 100 mSv en un lapso de 5 años consecutivos. Dosis máxima anual: 50 mSv.	En todo el cuerpo: 1 mSv anualmente.	
Dosis equivalente	Piel: 500 mSv anualmente (área de -1 cm <sup>2</sup> ). Cristalino: 150 mSv anualmente. Manos, antebrazo, pies y tobillo: 500 mSv anualmente.	Piel: 50 mSv anualmente (área de -1 cm <sup>2</sup> ). Cristalino: 15 mSv anualmente.	Lactancia: Ausencia de exposición desde su notificación. Feto: 1 mSv desde el inicio del embarazo hasta su fin.

**Tabla 2.** Límites de dosis según categoría de exposición. (Consejo de Seguridad Nuclear, 2010)

### 2.2.6 Tipos de dosis

La dosis absorbida representa la energía transferida a un material por unidad de masa. Su valor depende del tipo de radiación, las propiedades del tejido o material expuesto y la interacción de la radiación con la materia. Se mide en julios por

kilogramo (J/kg), unidad denominada gray (Gy). Matemáticamente, se expresa como:

$$D = de/dm$$

Donde "D" es la dosis absorbida, "de" representa la energía media impartida por la radiación ionizante en una porción de materia y "dm" es la masa en ese volumen determinado. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalván, 1995)

Por otro lado, la dosis equivalente considera el impacto biológico de la radiación en los tejidos vivos. Su unidad de medida es el sievert (Sv) y se calcula con la ecuación:

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R}$$

La dosis equivalente se calcula multiplicando la dosis media absorbida en un tejido u órgano por un factor específico de ponderación de la radiación. Dicho factor, que no tiene unidades, estima la efectividad relativa de cada unidad de dosis en función del tipo de radiación absorbida. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalván, 1995)

Finalmente, las dosis efectivas se obtienen al sumar, de forma ponderada, las dosis equivalentes de cada tejido u órgano. (Consejo de Seguridad Nuclear, s.f.)

### **2.2.7 Dosimetría y medición**

Para garantizar, que la radiación ionizante se mantenga dentro de los límites seguros, el personal expuesto debe registrar las dosis recibidas durante su jornada laboral.

Según Roberto Estévez, la dosimetría evalúa las dosis absorbidas en los tejidos debido a la exposición a radiación y sirve como herramienta de control y protección radiológica. Existen dos tipos principales de medición:

- Dosimetría ambiental: mide la radiación presente en las áreas donde operan los equipos emisores de radiación.

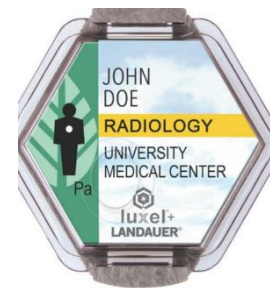
- Dosimetría personal: permite cuantificar la cantidad de radiación absorbida por los trabajadores ocupacionalmente expuestos, garantizando el control y seguimiento de las dosis recibidas a lo largo del tiempo. (Echanique, 2018)

Existen diferentes tipos de dosímetros según la zona del cuerpo en la que se coloquen y el tipo de exposición que se desee evaluar:

- Dosímetro de cuerpo entero: mide la dosis efectiva total recibida por el trabajador. Se coloca normalmente en el pecho o en el torso, sobre el delantal plomado en caso de utilizarlo, y permite evaluar la exposición global a la radiación. Entre los más utilizados se encuentran el dosímetro de película, el dosímetro termoluminiscente y el dosímetro de bolsillo, los cuales registran la dosis acumulada durante el periodo de control.



**Figura 1: Dosímetro de película**  
(Aspromedica, 2019)



**Figura 2: Dosímetro termoluminiscente**  
(Jason vonEhr, 2024)

- Dosímetro de extremidades: Se utiliza para medir la dosis absorbida en partes específicas del cuerpo, como las manos o los dedos, que pueden recibir mayor exposición durante procedimientos de contacto directo con fuentes radiactivas o equipos de fluoroscopia. Generalmente, se emplean dosímetros en forma de anillo para registrar la dosis localizada en esas áreas.



**Figura 3:** Dosímetro personal de anillo

(Irene Mas Muñoz, M<sup>a</sup> del Carmen Pujades Claumarchirant, 2021)

### 2.2.8 Efectos de la exposición

La exposición a la radiación puede generar efectos adversos en los seres humanos.

La Organización Mundial de la Salud clasifica estos efectos en dos categorías:

- Efectos somáticos: afectan al individuo expuesto y pueden manifestarse de inmediato o después de varios años. Incluyen lesiones cutáneas, trastornos hematológicos, cataratas y daños en el sistema gastrointestinal. En casos más graves, pueden causar leucemia y diversos tipos de cáncer (hueso, pulmón, piel, entre otros).
- Efectos hereditarios: afectan a la descendencia de las personas expuestas debido a mutaciones genéticas y alteraciones cromosómicas en el ADN. Esto puede provocar problemas de fertilidad, alteraciones menstruales y malformaciones fetales si la exposición ocurre durante el embarazo. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Nelson Santisteban plantea otra clasificación de los efectos de la radiación:

- Efectos determinísticos: su gravedad depende directamente de la cantidad de dosis absorbida.

- Efectos estocásticos: no dependen de la dosis recibida, sino de la probabilidad de que ocurran, como el desarrollo de cáncer o alteraciones genéticas hereditarias. (Salazar, 2016)

En el ámbito de la radiología, la exposición a radiación en los estudios de diagnóstico se asocia mayormente con efectos estocásticos, mientras que los determinísticos están relacionados con fallos técnicos o incumplimiento de normativas de seguridad.

### **2.2.9 Programa de Protección Radiológica**

Se trata de un documento integral que recopila la información esencial para garantizar la seguridad radiológica en una institución. En él se establecen las normas y principios generales a seguir, se define la estructura organizativa del área de radiología, se asignan las funciones específicas a los trabajadores y se detallan los protocolos de control necesarios. La meta en radiología es crear un entorno laboral seguro, que no solo facilite el desempeño del personal, sino que también proteja su salud, evitando o reduciendo la aparición de efectos nocivos. En esencia, la radioprotección busca preservar la integridad de todas las personas frente a los riesgos asociados y asegurar el correcto mantenimiento de los equipos y materiales utilizados. Dado que, tanto las radiaciones naturales como las artificiales son inevitables, es fundamental que los trabajadores hospitalarios cumplan con las directrices, reglamentos y procedimientos establecidos por la institución para controlar la exposición a la radiación y proteger su salud. (Organización Internacional de Energía Atómica, 2013)

La Organización Mundial de la Salud ha definido cuatro principios básicos de protección radiológica:

1. Minimizar el tiempo de exposición.
2. Aumentar la distancia de seguridad respecto a las fuentes de radiación.

3. Proteger adecuadamente las fuentes de radiación. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

### **2.2.10 Principios básicos de protección radiológica**

El Programa de Protección Radiológica se basa en los principios establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), los cuales orientan el uso seguro de las radiaciones ionizantes en el ámbito médico y permiten reducir los riesgos para el personal ocupacionalmente expuesto, los pacientes y el público. (Consejo de seguridad nuclear, s.f.)

- Principio de justificación: establece que ningún procedimiento radiológico debe realizarse si no produce un beneficio diagnóstico mayor que el riesgo asociado. En el programa, se aplica mediante la verificación de la indicación médica, la correcta identificación del paciente y la prevención de repeticiones innecesarias de estudios. (Consejo de Seguridad nuclear, s.f.)
- Principio de optimización (ALARA): Indica que la exposición a la radiación debe mantenerse tan baja como razonablemente sea posible sin afectar la calidad diagnóstica. Se implementa mediante la adecuada selección de parámetros técnicos, colimación del haz, uso de blindajes, reducción del tiempo de exposición y capacitación del personal. (International Commission on Radiological Protection, 2007)
- Principio de limitación de dosis: establece que la dosis recibida por el personal ocupacionalmente expuesto y el público no debe exceder los límites permitidos por la normativa vigente. En el programa se controla mediante el uso obligatorio de dosímetros personales, el monitoreo periódico de dosis y la clasificación de áreas en zonas controladas y supervisadas. (Agency, International Atomic Energy, s.f.)

### 2.2.11 Medidas de Protección Radiológica

La Organización Mundial de la Salud define categorías principales para garantizar la protección radiológica: reducir el tiempo de exposición, aumentar la distancia y utilizar blindajes.

- Distancia.

Es fundamental destacar que, la intensidad de la radiación de rayos X y gamma disminuye de forma inversa al cuadrado de la distancia a la fuente, según la ecuación:

$$\text{Intensidad de la dosis} = \text{constante} \times \text{distancia}^2$$

Esto implica que, el personal debe mantenerse lo más alejado posible de la fuente de radiación para reducir la exposición.

- Tiempo

Se sostiene que cuanto menor sea el periodo durante el cual una persona se encuentra en una zona de irradiación, menor es la dosis que recibe, lo que se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis} = \text{Intensidad de la dosis} \times \text{tiempo}$$

Por ello, resulta crucial acortar el tiempo de exposición, lo cual se puede lograr mediante la práctica de técnicas sin el uso del radionúclido o manteniendo la máquina apagada hasta dominar su funcionamiento, optimizando el uso de los equipos sin distracciones, realizando un mantenimiento adecuado y gestionando eficientemente el tiempo y la manipulación de las fuentes de radiación.

- Blindaje

Aunque, el tiempo y la distancia son factores críticos, también es indispensable confinar las fuentes de radiación en áreas seguras y controladas mediante el uso de barreras protectoras, que absorben o atenúan la radiación. Debido a que, la radiación posee una capacidad de penetración limitada, el empleo de blindajes impide que las partículas

alcancen la piel. La elección del material y el grosor del blindaje dependen del tipo de radiación; por ejemplo, en el caso de los rayos X, se recomienda el uso de plomo. Santisteban enfatiza la importancia de que las salas de rayos X cuenten con una infraestructura y un blindaje adecuado, como paredes de concreto reforzadas con láminas de plomo o sulfato de bario y con dispositivos adicionales y barreras móviles que minimicen el riesgo, pese a las limitaciones económicas e infraestructurales que a veces dificultan su correcta implementación. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

### **2.2.12 Equipo de Protección Personal**

Según la Resolución No. 27 de 1995 (sección 5ª), emitida por el Ministerio de Salud, los titulares registrados y licenciados tienen la responsabilidad de garantizar que los trabajadores cuenten con equipo de protección personal adecuado y suficiente, cumpliendo con las normas básicas de protección radiológica y las especificaciones aplicables. Este equipo debe incluir, según sea necesario, vestimenta protectora, delantales, guantes y protectores para órganos, asegurando que los usuarios estén informados sobre sus características de seguridad.

Asimismo, se debe proporcionar a los trabajadores la capacitación adecuada para el uso correcto del equipo de protección personal, incluyendo instrucciones sobre cómo verificar su ajuste y efectividad. Las tareas, que requieran el uso de equipos específicos solo deberán ser asignadas a trabajadores a los que, tras una evaluación médica, se determine que pueden realizar estas funciones sin comprometer su salud.

Es fundamental que, todo el equipo de protección personal se mantenga en condiciones óptimas, sea sometido a pruebas periódicas y esté disponible para su uso en situaciones de emergencia. Además, cuando se planea utilizar equipo protector para una tarea específica, se deben considerar los posibles efectos adversos, como el tiempo adicional de exposición y cualquier otro riesgo no

relacionado con la radiación que pudiera derivarse del uso del equipo. (Ministerio de Salud - Jorge Montalvan - Director General de Salud, 1995).

### **2.2.13 Sistema de vigilancia epidemiológica**

Constituye un conjunto de procedimientos sistemáticos destinados a recopilar, analizar y utilizar información sobre los riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante, con el propósito de prevenir efectos adversos en la salud de los trabajadores expuestos. Su enfoque se basa en la mejora continua de las condiciones de trabajo, la protección del personal ocupacionalmente expuesto y el cumplimiento de las normas de radioprotección vigentes tanto a nivel nacional como internacional. (Meneses, 2017)

Estos sistemas recopilan datos relevantes mediante distintos instrumentos de control, como los registros de dosimetría personal, los informes médicos y los resultados de vigilancia ambiental. La información recolectada permite identificar tendencias, evaluar la efectividad de las medidas preventivas y aplicar acciones correctivas cuando sea necesario. De acuerdo con, Meneses (2017), la metodología para el desarrollo de estos sistemas debe incluir la definición de objetivos y procesos, el desarrollo del procedimiento, el monitoreo de resultados y la adopción de medidas para optimizar el desempeño de manera continua.

Los pasos generales para implementar un sistema de vigilancia epidemiológica incluyen:

- La evaluación del diagnóstico actual de las condiciones de exposición.
- La determinación del nivel de avance en la gestión de la protección radiológica.
- La revisión de los requisitos legales aplicables.
- El establecimiento de objetivos, metas e indicadores de vigilancia.
- La asignación de responsabilidades y funciones.
- La documentación del sistema.

- La elaboración de planes de acción para intervenciones y controles.
- La revisión y aprobación del sistema por la dirección responsable.
- La puesta en marcha del programa.
- La verificación y análisis periódico de los resultados.

Estos programas consideran la dosimetría personal de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, comparando los valores obtenidos con los límites de referencia establecidos por la Autoridad Reguladora Nuclear en Radioprotección y las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Cuando los registros de dosimetría muestran valores que superan los límites permitidos, según Fernando Tomasina y colaboradores (2010), esto refleja deficiencias en las medidas de radioprotección implementadas, lo que hace necesario ejecutar acciones adicionales de vigilancia ambiental y médica. (Fernando Tomasina, Amalia Laborde ; Freddy Spontón; Daniel Blanco ; Carlos Pintado; Nurit Stolovas; Nancy Satragno, 2010)

En lo referente a la vigilancia médica, cada trabajador debe ser evaluado individualmente mediante un proceso que contemple su historial laboral (exposiciones pasadas y actuales, descripción de tareas y medidas preventivas aplicadas), historial clínico, controles biológicos y estudios complementarios. Según García y colaboradores (2021), estos elementos son esenciales para valorar de forma integral la situación de salud del personal expuesto a radiaciones ionizantes y garantizar la adopción de medidas de protección adecuadas. (Fernando García Escandón, María Amparo Fernández González, Rafael Castell Salvá, Agustín Valls Fontanals, 2021)

#### **2.2.14 Sistemas de seguridad en el trabajo**

El uso de radiación ionizante en dosis elevadas durante procedimientos intervencionistas puede ocasionar problemas de salud tanto en los profesionales médicos como en los pacientes, por lo que resulta imprescindible instaurar una

cultura de protección radiológica. Para minimizar los riesgos y reducir la morbilidad y mortalidad, se han implementado reglamentos, manuales y normativas que orientan al personal en la aplicación de medidas de seguridad. Cuando se manipulan sustancias o se operan equipos emisores de radiación ionizante, es crucial organizar las áreas de trabajo en zonas diferenciadas según el nivel de exposición y riesgo. En cada zona, se restringe el acceso únicamente al personal esencial, siempre que utilice equipos de protección adecuados. Asimismo, las áreas de mayor riesgo deben implementar estrategias preventivas de accidentes y realizar controles periódicos de la radiación mediante dosímetros. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalván, 1995).

### 2.2.15 Clasificación de las zonas

Según la Resolución N.º 27 de 1995, dictada por el Ministerio de Salud, la clasificación de las zonas es: Zona controlada y zona supervisada.

Tabla 4. Clasificación de las zonas	
Clasificación de zonas de trabajo	Descripción
Zona supervisada	Área en la que se puede recibir una dosis efectiva superior a 1 mSv por año o una dosis equivalente mayor al 10% de los límites para el cristalino (150 mSv), la piel y las extremidades (500 mSv).
Zona controlada	Espacio donde se pueden alcanzar dosis efectivas superiores a 6 mSv por año o dosis equivalentes que excedan el 30% de los límites establecidos, o en el que se requieren procedimientos específicos para limitar la exposición y prevenir accidentes radiológicos.

**Tabla 3.** Clasificación de las zonas. (Ministerio de Salud - Jorge Montalván - Director General de Salud, 1995)

En relación con, las zonas controladas, la resolución establece que se debe designar como zona controlada cualquier área donde se requieran, o puedan requerirse, medidas de protección o disposiciones de seguridad específicas. Esto con el fin de controlar la exposición en condiciones normales de trabajo, evitar la dispersión de la contaminación o prevenir y minimizar el impacto de exposiciones potenciales.

Al definir los límites de una zona controlada, tanto los titulares registrados como los licenciados deben considerar la magnitud de la exposición prevista, la probabilidad y gravedad de posibles exposiciones, así como los procedimientos de seguridad y protección necesarios.

Por otro lado, en lo que respecta a las zonas supervisadas, estas deben ser identificadas como aquellas áreas que no han sido clasificadas como zonas controladas, pero donde es necesario monitorear las condiciones de exposición ocupacional. Aunque, normalmente no se requieren medidas de protección ni disposiciones de seguridad especiales, es fundamental mantener un control sobre estas áreas.

Además, se debe tomar en cuenta la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico existente en la zona supervisada, asegurando lo siguiente:

1. Delimitar adecuadamente las zonas supervisadas mediante los medios apropiados.
2. Colocar señalizaciones aprobadas en los puntos de acceso a dichas zonas.
3. Realizar inspecciones periódicas para evaluar si es necesario implementar medidas de protección adicionales, reforzar las disposiciones de seguridad o modificar los límites establecidos para la zona supervisada.

(Ministerio de Salud - Jorge Montalván - Director General de Salud, 1995)

### **2.2.16 Coordinación y seguimiento de los mantenimientos de equipos generadores de radiación ionizante**

El mantenimiento de los equipos radiológicos constituye un elemento esencial dentro de la gestión de la seguridad y la protección radiológica. Su correcta aplicación garantiza el funcionamiento óptimo de los equipos emisores de radiación ionizante, evitando fallas que puedan comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes o generar riesgos innecesarios para los trabajadores y los pacientes. (Ministerio de Salud, 1992)

El mantenimiento preventivo se orienta a la inspección y verificación periódica de los componentes técnicos, eléctricos y mecánicos de los equipos, con el propósito de identificar posibles deterioros antes de que se produzcan fallas funcionales. Este tipo de mantenimiento contribuye a la estabilidad operacional del sistema, prolonga la vida útil de los equipos y asegura que las dosis de radiación se mantengan dentro de los límites establecidos por las normas internacionales de seguridad radiológica. Según el OIEA (2014), las actividades preventivas deben realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante y en cumplimiento con los programas de control de calidad, asegurando la precisión y confiabilidad de los procedimientos diagnósticos. (International Atomic Energy Agency, 2014)

Por otro lado, el mantenimiento correctivo tiene como finalidad restaurar la operatividad del equipo tras la detección de una falla o avería. En el contexto radiológico, este tipo de mantenimiento reviste una importancia crítica. Por ello, las reparaciones deben ser realizadas por personal técnico calificado y documentadas de manera detallada, a fin de conservar la trazabilidad del historial técnico de cada equipo. (Ministerio de Salud - Jorge Montalván - Director General de la Salud, 1996)

## **2.3 Variable.**

### **Definición conceptual de la variable**

Variable: Programa de Protección Radiológica

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en su libro Programa de Protección Radiológica en las Exposiciones Médicas, menciona que un Programa de Protección Radiológica en exposiciones médicas se basa en la experiencia operativa de organismos reguladores y en los requisitos de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad (NBS). Se reconoce que la protección radiológica del paciente es un problema sanitario que involucra directamente a las autoridades de salud de los países, incluso cuando estas no tienen competencias reguladoras directas sobre el empleo de radiaciones ionizantes. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2013).

Destaco que un programa de protección radiológica debe incluir:

- Infraestructura nacional: es esencial contar con una estructura reguladora efectiva que permita la supervisión y el control de las exposiciones médicas a la radiación.
- Normativas y requisitos: el programa debe alinearse con las NBS para garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad y calidad.
- Cooperación institucional: debe existir colaboración entre organismos reguladores, autoridades sanitarias y centros médicos para lograr una protección radiológica eficaz.
- Capacitación y cultura de seguridad: el desarrollo de una cultura de seguridad es clave, implicando formación y sensibilización de los profesionales de la salud, así como el establecimiento de procedimientos claros para minimizar los riesgos radiológicos. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2013)

### **Definición operacional de la variable**

En esta investigación, la variable principal es el Programa de Protección Radiológica. Para su evaluación, se definirán criterios específicos que permitan medir su eficacia y cumplimiento normativo en relación con la seguridad radiológica del personal y los pacientes. (International Atomic Energy Agency, 2014)

El Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010 constituye el reglamento vigente en la República de Panamá en materia de protección radiológica, estableciendo los procedimientos de licenciamiento, registro, control y supervisión de todas las actividades que involucren radiaciones ionizantes. Para determinar si el Programa de Protección Radiológica cumple con los estándares nacionales e internacionales aplicables, se evaluarán los siguientes indicadores operacionales:

- Estructura y organización del programa
  - Existencia de un programa formal de protección radiológica alineado con los requisitos del Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010.
  - Designación de un Oficial de Protección Radiológica (OPR) idóneo, conforme a la Resolución N.º 0026 de 2017, que regula la categorización del personal de protección radiológica.
  - Cumplimiento de los procedimientos de notificación, registro y licenciamiento de fuentes y equipos de radiación ionizante, según el Reglamento N.º 100 aprobado mediante la Resolución N.º 8 de 1996.
- Cumplimiento de normativas y seguridad radiológica
  - Aplicación de medidas de delimitación, señalización y control de zonas controladas y supervisadas, conforme a las Normas Básicas de Protección Radiológica N.º 110, adoptadas mediante la Resolución N.º 27 de 1995.
  - Monitoreo obligatorio de dosis del personal ocupacionalmente expuesto mediante dosimetría personal, en concordancia con el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010 y la Resolución N.º 0408 de 2012, que regula la prestación del servicio de dosimetría.
  - Implementación de procedimientos de emergencia radiológica basados en los lineamientos del OIEA y las disposiciones de la Resolución N.º 27 de 1995.
- Capacitación y formación del personal
  - Desarrollo y documentación de procesos de capacitación continua en protección radiológica, de acuerdo con la Resolución N.º 3142 de

2017, que establece los requisitos de formación del personal ocupacionalmente expuesto.

- Evaluación periódica del nivel de conocimiento y competencias del Personal Ocupacionalmente Expuesto con respecto al uso del Equipo de Protección Personal, la dosimetría y los procedimientos seguros de trabajo.
- Monitoreo, inspección y control del programa
  - Supervisión y verificación del cumplimiento de las medidas de protección radiológica, conforme al régimen de control establecido en el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010 y la Resolución N.º 8 de 1996.
  - Mantenimiento de registros actualizados de dosimetría, capacitación, inspecciones internas y documentación técnica requerida por la autoridad reguladora.

Estos indicadores permitirán medir la efectividad del Programa de Protección Radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano, garantizando, que cumpla con el marco regulatorio en materia de seguridad radiológica. (International Atomic Energy Agency, 2014)

## 2.4 Cuadro de variables

Objetivo General	Proponer un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.		
Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
<p>1. Identificar los elementos que conforman un programa de protección radiológica.</p> <p>2. Diagnosticar el cumplimiento de los requisitos de un programa de protección radiológica.</p>	<b>Programa de Protección Radiológica.</b>	Capacitación y formación	Conocimiento sobre los principios básicos de protección radiológica.
		Monitoreo y control	Conciencia sobre los riesgos de radiación para pacientes y personal médico.
		Infraestructura y señalización	Conocimiento y percepción sobre la señalización en áreas de radiación.
		Equipamiento y recursos	Disponibilidad y acceso de equipos de protección personal.
		Mantenimiento de equipos	Conocimiento sobre el mantenimiento preventivo de los equipos de imagenología.
		Gestión de riesgos	Impacto percibido de la propuesta de un programa de protección radiológica.
		Gestión institucional	Necesidad percibida de un programa de protección radiológica estructurado.
		Procedimientos de emergencia	Existencia de protocolos en caso de sobreexposición a la radiación.
		Cumplimiento normativo	Percepción del grado de cumplimiento con normativas internacionales de protección radiológica.
3. Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.	<b>Se desarrollará en la propuesta de la investigación.</b>		
4. Validar la propuesta mediante juicio de dos expertos en el área de protección radiológica.	<b>Se desarrollará en la propuesta de la investigación.</b>		

## 2.5 Glosario de términos

- Radiación ionizante: energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas que, al interactuar con la materia, pueden ionizar átomos o moléculas. (Instituto Nacional del Cáncer, s.f.)
- Protección radiológica: conjunto de medidas y procedimientos destinados a minimizar la exposición a radiaciones ionizantes para proteger la salud humana y el medio ambiente. (Consejo de Seguridad Nuclear, s.f.)
- Dosis efectiva: medida de la energía absorbida por el cuerpo, ponderada según la sensibilidad de los diferentes tejidos, que permite evaluar el riesgo de efectos adversos. (Instituto Nacional del Cáncer, s.f.)
- Dosis equivalente: dosis absorbida en un tejido u órgano multiplicada por un factor de ponderación que refleja la efectividad de la radiación en causar daño biológico. (Clínica de Universidad Navarra, s.f.)
- Fuente radiactiva: material que emite radiación ionizante de manera espontánea, usado tanto en aplicaciones médicas como industriales. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2024)
- Dosímetro: dispositivo utilizado para medir la cantidad de radiación a la que ha sido expuesto un individuo durante un periodo determinado. (Diccionario de la lengua española, s.f.)
- Plan de Emergencia Radiológica: conjunto de acciones y procedimientos destinados a responder ante situaciones de emergencia relacionadas con la liberación de radiación ionizante. (Consejo de Seguridad Nuclear, s.f.)
- Zona controlada: área en la que se establecen restricciones y medidas específicas para limitar la exposición a radiación ionizante. (ForoNuclear, s.f.)
- Zona Supervisada: área en la que se mantiene un monitoreo constante de la exposición radiológica, aunque no se requieren medidas de protección específicas de forma habitual. (Sociedad Nuclear Española, s.f.)
- Licenciamiento: proceso mediante el cual una autoridad reguladora autoriza formalmente el uso de equipos o prácticas que implican exposición a radiación ionizante. (Diccionario de la lengua española, s.f.)

- Notificación y Registro: procedimientos obligatorios que exigen que las instalaciones y equipos que usan radiación ionizante sean comunicados y documentados ante la autoridad competente. (Elsevier, s.f.)
- Inspección radiológica: evaluación técnica realizada por autoridades competentes para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad y protección radiológica en las instalaciones. (Ministerio de Salud - Cirilio Lawson, s.f.)
- Capacitación en Protección Radiológica: proceso de formación dirigido a personal que manipula fuentes de radiación, con el fin de que adquiera conocimientos y habilidades para minimizar riesgos. (Repositorio Digital UCE, s.f.)
- Responsable de Protección Radiológica: profesional con la formación y certificación necesaria para supervisar, controlar y garantizar el cumplimiento de las normas de protección radiológica en una instalación. (Organismo Internacional de Energía Atómica, s.f.)
- Regulación Radiológica: conjunto de normas y directrices establecidas por autoridades nacionales e internacionales para asegurar el uso seguro de las fuentes de radiación ionizante. (Organismo Internacional de Energía Atómica, s.f.)

**CAPÍTULO III**

**MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

De acuerdo con, el libro Metodología de la investigación cualitativa de Olabuénaga (2012), el enfoque cualitativo busca comprender e interpretar fenómenos desde la perspectiva de quienes participan en ellos, empleando métodos descriptivos como entrevistas, encuestas y observaciones en lugar de datos numéricos. En esta investigación, se adopta este enfoque mediante la recopilación de información obtenida a través del análisis de las prácticas de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano, complementado con encuestas dirigidas al responsable de seguridad radiológica y al operador de los equipos de diagnóstico por imágenes. Esto permite un análisis más detallado y contextualizado de la situación actual en el hospital.

Asimismo, esta investigación es de tipo aplicada, ya que su propósito es abordar un problema concreto y proporcionar soluciones prácticas, con base en conocimientos existentes. Según Sampieri (2014), este tipo de estudios se caracteriza por enfocarse en la resolución de problemas reales, contribuyendo a la optimización de procesos, tecnologías y estrategias dentro de un contexto específico. En este caso, la investigación tiene un enfoque práctico porque busca desarrollar una propuesta de programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano, con el fin de mejorar las medidas de seguridad para pacientes y trabajadores expuestos a radiación ionizante. Su importancia radica en la propuesta de estrategias alineadas con normativas nacionales que brinda el Departamento de Salud Radiológica del Ministerio de Salud y las normativas básicas por la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), garantizando el cumplimiento de los estándares de seguridad, la optimización de procedimientos y la reducción de riesgos relacionados con la exposición radiológica. Además, este estudio integra conocimientos de ingeniería biomédica, dosimetría y normativas de seguridad en imagenología, con un enfoque práctico que no solo beneficiaría al Hospital Nicolás A. Solano, sino que también podría servir de guía en otros centros de salud, tanto del sector público como privado.

Según Kerlinger (2002), el diseño no experimental permite examinar las relaciones entre variables en condiciones reales sin modificar su desarrollo, facilitando una evaluación objetiva de la situación.

Un diseño de investigación no experimental implica, que los fenómenos se analicen tal como ocurren en su entorno natural, sin intervención ni manipulación de variables.

En este caso, el diseño no experimental es adecuado, porque la investigación se centra en el análisis de las condiciones actuales del departamento de imagenología en el Hospital Nicolás A. Solano, particularmente en lo referente a la propuesta y cumplimiento de un programa de protección radiológica. Este enfoque posibilita identificar áreas de oportunidad y plantear estrategias de mejora sin alterar el funcionamiento normal del departamento durante el estudio.

Según, Milena Rodríguez (2018), el diseño de estudio transversal es un tipo de estudio observacional y descriptivo, también conocido como estudio de prevalencia, en el que se recopilan datos en un único momento para analizar la frecuencia de una condición en una población determinada. No implica intervención por parte del investigador, y su objetivo puede ser tanto descriptivo como analítico.

El diseño transversal permitirá a esta investigación, evaluar en un momento específico, las condiciones de seguridad radiológica, la adherencia a protocolos y el nivel de exposición del personal. Esto facilitará el diagnóstico de la situación actual sin necesidad de seguimiento en el tiempo, lo que resulta ideal para identificar áreas de mejora y proponer medidas de protección.

Por otro lado, la observación participante, descrita por Holt (1980), consiste en que el investigador se integre al entorno que estudia, participando en actividades y documentando la información mediante notas de campo. Este método permite comprender mejor las dinámicas operativas y las interacciones entre el personal dentro del área investigada.

En el diseño de esta investigación, la observación participante resulta clave, ya que permite al investigador involucrarse en las rutinas diarias del departamento de

imagenología, recolectando información sobre la manipulación de equipos de imagenología y evaluando la adherencia a las normativas de seguridad radiológica. Gracias a esta metodología, se pueden detectar fortalezas y deficiencias en los procedimientos actuales.

Siguiendo a Olabuénaga (2012), el diseño de campo se caracteriza por la recopilación de información directamente en el lugar donde ocurren los hechos, lo que permite un contacto directo con el contexto y los actores involucrados. Este enfoque se fundamenta en la observación y análisis de los procesos tal como se desarrollan en la práctica cotidiana. Así mismo, según Shuttleworth (2020), el diseño de campo - estudio de caso es un método de investigación cualitativo que permite analizar a profundidad una situación específica dentro de su contexto real. Se centra en el estudio detallado de un solo caso o un grupo reducido de casos, en lugar de realizar encuestas amplias o análisis estadísticos generales. Es útil para evaluar la aplicación de modelos teóricos en escenarios reales y generar hipótesis para futuras investigaciones.

El diseño de este estudio es de campo y particularmente, estudio de caso porque se enfoca en recolectar datos acerca de las medidas de protección radiológica implementadas en el Hospital Nicolás A. Solano, lo que permite evaluar su eficacia y proponer mejoras alineadas con el marco normativo del Departamento de Salud Radiológica del Ministerio de Salud. La combinación del diseño de campo con la observación participante asegura que los resultados reflejen con precisión la realidad hospitalaria y que las propuestas formuladas se adapten a las necesidades específicas del hospital.

### **3.2 Población**

El equipo del departamento de imagenología está compuesto por:

- 1 médico radiólogo
- 1 administrador

- 1 secretaria
- Aproximadamente 12 licenciados en radiología, quienes se dividen entre personal de turnos rotativos y personal de planta.

De los licenciados en radiología:

- El personal de planta (que se encuentra de manera permanente) está compuesto por 4 licenciados.
- El personal rotativo de turno, con un horario de 6 horas, está conformado por 3 licenciados.

El muestreo para la encuesta se realizará a 10 licenciados en radiología y al jefe del departamento de Imagenología.

Cabe señalar que, el muestreo es no probabilístico y de tipo por conveniencia, dado que se seleccionará a los participantes en función de su disponibilidad y relevancia para el estudio.

### **3.3 Descripción del instrumento de recolección de datos**

Para diagnosticar la situación actual del hospital, se implementa un instrumento de recolección de datos basado en encuestas. Según Oppenheim (1992), una encuesta es una herramienta que permite recopilar información de una muestra representativa de una población mediante preguntas estructuradas, diseñadas para captar con precisión percepciones, opiniones o características de los encuestados en relación con un tema específico.

De acuerdo con, Oppenheim (1992), la encuesta es un método sistemático de recopilación de datos a través de cuestionarios que permite obtener información estructurada para su análisis cuantitativo. La formulación clara y precisa de las preguntas es fundamental para evitar respuestas ambiguas o erróneas, garantizando la fiabilidad de los datos obtenidos.

En esta investigación, se diseñó una encuesta dirigida al personal técnico en el departamento de imagenología. El cuestionario consta de 10 preguntas formuladas en una escala de Likert de tres niveles, lo que facilita la evaluación del grado de conocimiento y cumplimiento de las normativas de protección radiológica. Este enfoque permite analizar de manera estructurada la percepción y el nivel de aplicación de las medidas de seguridad dentro del departamento.

Para el análisis de los resultados, se empleará un enfoque estadístico descriptivo, permitiendo identificar el estado actual de la protección radiológica en el hospital y su impacto en la seguridad del personal y los pacientes. A partir de estos datos, se podrán reconocer fortalezas y aspectos que requieren mejoras en la implementación de medidas de radioprotección.

Según Oppenheim (1992), la lista de cotejo es un instrumento cualitativo-cuantitativo que facilita la evaluación sistemática de la presencia o ausencia de criterios predefinidos en el entorno estudiado. En este caso, se aplicará al jefe del departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano, combinando preguntas directas con inspección visual de las instalaciones y documentación asociada. Con ello, se busca corroborar aspectos de infraestructura, protocolos y materiales, así como la gestión institucional de la protección radiológica, tal como lo exigen el Decreto Ejecutivo N.º770 de 2010 y la Resolución N.º27 de 1995 que adopta las normas básicas de protección radiológica N.º110.

**Instrumento 1. Encuesta para el personal técnico: "Evaluación de la necesidad de un Programa de Protección Radiológica en el departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano: Perspectiva del personal técnico en imagenología"**

1. ¿Conoce o ha recibido capacitación sobre los principios básicos de protección radiológica (justificación, optimización y limitación de dosis)?
  - Sí, capacitación continua
  - Sí, pero con capacitación limitada
  - No, nunca
2. ¿Considera necesario implementar un Programa de Protección Radiológica para que el hospital cumpla con las normativas nacionales vigentes?
  - Sí, es urgente
  - Sí, pero no es prioritario
  - No es necesario
3. ¿Se cuenta con señalización adecuada en las áreas de radiación para advertir al personal y a los pacientes?
  - Sí, en todas las áreas
  - En algunas áreas
  - No, no hay señalización adecuada
4. ¿Recibe monitoreo regular de la exposición a radiación mediante dosímetros personales?
  - Sí, se realiza periódicamente
  - Solo en casos específicos
  - No, nunca
5. ¿El hospital cuenta con protocolos en caso de sobreexposición accidental a la radiación?
  - Sí, están bien definidos
  - No están claros o no existen
  - No lo sé

6. ¿Cómo califica la disponibilidad de equipos de protección personal (Delantal plomado, gafas de protección, collar tiroideo, guantes plomados, mampara plomada)?
- Siempre disponibles y en buen estado
  - Algunos disponibles
  - No hay disponibilidad de equipos
7. ¿Considera que los equipos de imagenología reciben mantenimiento preventivo regularmente para evitar fugas de radiación?
- Sí, el mantenimiento preventivo es programado
  - No, no hay control de mantenimiento programado
  - No lo sé
8. ¿Cree que el personal técnico necesita capacitación urgente en Protección Radiológica?
- Sí, es fundamental
  - Podría mejorar, pero no hay presupuesto disponible.
  - No es necesario
9. ¿Cómo calificaría el nivel de cumplimiento del hospital con normativas nacionales e internacionales básicas sobre protección radiológica (IAEA, MINSA)?
- Cumple con la mayoría de las normativas
  - No cumple con las normativas
  - No lo sé
10. ¿Considera que un Programa de Protección Radiológica reforzaría la seguridad ocupacional del personal técnico ante los riesgos por exposición?
- Sí
  - Sí, pero en menor escala
  - No

**Título de la investigación:** Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

**Objetivo General:** Proponer un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

Objetivos Específicos	Variable	Dimensiones	Indicadores	Items	Pertinente	No pertinente	Observaciones
<b>Instrumento 1. Dirigida al personal técnico del departamento de imagenología en el Hospital Nicolás A. Solano</b>							
1. Identificar los elementos que conforman un programa de protección radiología.	Programa de protección radiológica	Capacitación y formación	Conocimiento sobre los principios básicos de protección radiológica.	¿Conoce o ha recibido capacitación sobre los principios básicos de Protección Radiológica (Justificación, optimización y limitación de dosis)? a) Sí, capacitación continua b) Sí, pero con capacitación limitada c) No, nunca			
		Monitoreo y control	Conciencia sobre los riesgos de radiación para pacientes y personal médico.	¿Recibe monitoreo regular de la exposición a radiación mediante dosímetros personales? a) Sí, se realiza periódicamente b) Solo en casos específicos c) No, nunca			
		Infraestructura y señalización	Conocimiento y percepción sobre la señalización en áreas de radiación.	¿Se cuenta con señalización adecuada en las áreas de radiación para advertir al personal y a los pacientes? a) Sí, en todas las áreas b) En algunas áreas c) No, no hay señalización adecuada			

2. Diagnosticar el cumplimiento de los requisitos de un programa de protección radiológica.	Equipamiento y recursos	Disponibilidad y acceso de equipos de protección personal.	¿Cómo califica la disponibilidad de equipos de protección personal (delantal plomado, gafas de protección, collar tiroideo, guantes plomados, mampara plomada)? a) Siempre disponibles y en buen estado b) Algunos disponibles c) No hay disponibilidad de equipos			
	Mantenimiento de equipos	Conocimiento sobre el mantenimiento preventivo de los equipos de imagenología.	¿Considera que los equipos de imagenología reciben mantenimiento preventivo regularmente para evitar fugas de radiación? a) Sí, el mantenimiento preventivo es programado b) No, no hay control de mantenimiento programado c) No lo se			
	Gestión de riesgos	Impacto percibido de la propuesta de un programa de protección radiológica.	¿Considera que un Programa de Protección Radiológica reforzaría la seguridad ocupacional del personal técnico ante los riesgos por exposición? a) Sí b) Sí, pero en menor escala c) No			
	Gestión institucional	Necesidad percibida de un programa de protección radiológica estructurado.	¿Considera necesario implementar un Programa de Protección Radiológica para que el hospital cumpla con las normativas nacionales vigentes? a) Sí, es urgente b) Sí, pero no es prioritario c) No es necesario			
	Procedimientos de emergencia	Existencia de protocolos en caso de sobreexposición a la radiación.	¿El hospital cuenta con protocolos en caso de sobreexposición accidental a la radiación? a) Sí, están bien definidos b) No están claros o no existen c) No lo sé			

		Cumplimiento normativo	Percepción del grado de cumplimiento con normativas internacionales de protección radiológica.	¿Cómo calificaría el nivel de cumplimiento del hospital con normativas nacionales e internacionales básicas sobre protección radiológica (IAEA, MINSA)? a) Cumple con la mayoría de las normativas b) No cumple con las normativas c) No lo se			
3. Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.	<b>Se desarrollará en la propuesta de la investigación.</b>						
4. Validar la propuesta mediante juicio de dos expertos en el área de protección radiológica.	<b>Se desarrollará en la propuesta de la investigación.</b>						

**Título de la investigación:** Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

**Instrumento 2. Lista de cotejo aplicado en el Hospital Nicolás A. Solano**

Criterio	SI	NO	N/A	Observaciones
1. Existe un oficial de protección radiológica debidamente acreditado y nombrado.				
2. El plan de acción para obtener la licencia de fuentes de radiación está aprobado por Salud Pública.				
3. Se dispone de señalización reglamentaria en todas las zonas controladas y supervisadas.				
4. Hay un registro actualizado de calibración y mantenimiento de todos los equipos de imagenología.				
5. Se realizan inspecciones internas periódicas documentadas por el Departamento de Salud Radiológica.				
6. El personal cuenta con dosímetros personales y hay un procedimiento para su lectura y control.				
7. Existen protocolos escritos de emergencia radiológica, accesibles y actualizados.				
8. Se lleva a cabo capacitación anual en protección radiológica para todo el personal de imagenología.				
9. Se dispone de un manual de procedimientos operativos estándar (POE) para el uso seguro de equipos.				
10. Las áreas de espera y salas de pacientes están demarcadas y cumplen con las distancias de seguridad.				
11. Hay un registro de auditorías externas o inspecciones de la Autoridad Reguladora.				
12. Se han implementado medidas de blindaje (muros, mamparas) según las especificaciones técnicas.				
13. Existe un sistema de gestión documental para actualizaciones normativas y reportes de incidentes.				
14. El jefe confirma que se revisan y actualizan los límites de las zonas controladas al cambiar condiciones de trabajo.				
15. Se realiza seguimiento trimestral de los indicadores de dosis recibida por el personal.				

### 3.4 Procedimiento de la investigación

El procedimiento de la investigación se desarrolló de manera secuencial mediante fases organizadas que permitieron estructurar el proyecto desde la identificación del problema hasta la elaboración de la propuesta del programa de protección radiológica. Cada fase fue diseñada para dar cumplimiento a los objetivos específicos del estudio, manteniendo coherencia entre los objetivos planteados, la información recolectada y los resultados obtenidos. La figura 4 presenta de forma esquemática las fases que componen el procedimiento metodológico de la investigación.



**Figura 4:** Fases del procedimiento metodológico de la investigación. (Kimberly Aizpurúa, 2026)

A partir del esquema presentado, se describen a continuación las fases que conforman el procedimiento metodológico de la investigación.

#### Fase I: Diagnóstico y fundamentación del estudio

## **Planteamiento del problema**

Se evidenció que, el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano no cuenta con un programa formal y documentado de protección radiológica, situación que puede generar prácticas operativas sin los controles necesarios y aumentar el riesgo de exposición tanto para el personal ocupacionalmente expuesto como para los usuarios del servicio. Esta condición sustenta la formulación del objetivo general y los objetivos específicos del estudio, orientados a establecer una propuesta conforme al marco regulatorio vigente en Panamá, particularmente lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010 y la Resolución n.d 27 de 1995, que adopta las Normas Básicas de Protección Radiológica N.º. 110. (Ministerio de Salud).

## **Revisión de la literatura**

Se realizó una revisión detallada de la normativa aplicable en materia de protección radiológica en Panamá, incluyendo el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010, la Resolución n.d 27 de 1995 que adopta las Normas Básicas de Protección Radiológica N.º 110, la Resolución N.º 0025 de 2017 sobre categorización de fuentes de radiación ionizante, la Resolución N.º 0026 de 2017 referente a la categorización del personal de protección radiológica, la Resolución N.º 0408 de 2012 sobre la prestación del servicio de dosimetría y la Resolución N.º 3142 de 2017 sobre requisitos de capacitación del personal ocupacionalmente expuesto. Asimismo, se consultaron documentos técnicos del OIEA y literatura científica nacional e internacional relacionada con la gestión de la seguridad radiológica en servicios de imagenología. Adicionalmente, se revisaron cinco tesis de grado vinculadas al tema, lo cual permitió identificar enfoques metodológicos y experiencias relevantes para la construcción de las dimensiones e indicadores de la variable, así como la identificación de buenas prácticas aplicables al contexto hospitalario. (Gaceta Oficial Digital, 2010).

## **Diseño de investigación**

Se adoptó un diseño no experimental, descriptivo y de campo, con enfoque mixto:

- Cualitativo: Observación participante y entrevista al jefe de Imagenología (Instrumento 2: lista de cotejo).
- Cuantitativo: Encuesta al personal técnico (Instrumento 1: cuestionario tipo Likert).

Esta investigación se cataloga como un estudio de caso (Hospital Nicolás A. Solano) y un corte transversal, evaluando las condiciones en un momento específico sin intervención previa. (Olabuénaga, 2012).

## **Fase II: Elaboración de la propuesta del programa de protección radiológica**

### **Propuesta de la investigación**

Para la propuesta de la investigación se desarrollará un manual de protección radiológica para el servicio de imagenología. Su índice es el siguiente:

Índice de la propuesta del programa de protección radiológica.

- Descripción de la instalación
- Estructura organizativa
- Características técnicas de las fuentes o equipos que producen radiación ionizante
- Magnitud y unidades de la radiación
- Principios básicos de protección radiológica
- Métodos prácticos de protección radiológica
- Dosimetría personal
- Vigilancia radiológica por área
- Diseño
- Sistema de calidad
- Incidentes y accidentes

- Evaluación de seguridad
- Capacitación y adiestramiento.

Este se evaluará con un instrumento de validación en el capítulo V.

### **Fase III. Recolección y análisis de la información**

#### **Selección de la muestra**

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia:

- Encuesta: 10 licenciados en radiología del Departamento de Imagenología
  - Entrevista/lista de cotejo: jefe del Departamento de Imagenología.
- La selección consideró la disponibilidad y la relevancia de los participantes para aportar información experta.

#### **Criterios de inclusión y exclusión de la muestra**

Criterios de inclusión: personal técnico del Departamento de Imagenología activo durante el periodo de recolección de datos, profesionales que realizan procedimientos con equipos emisores de radiación ionizante y jefe del Departamento de Imagenología por su conocimiento operativo del servicio.

Criterios de exclusión: personal administrativo sin exposición ocupacional a radiación ionizante, personal en vacaciones, incapacidad médica o licencia durante la aplicación de los instrumentos y trabajadores, que no aceptaron participar voluntariamente en el estudio.

#### **Recopilación de datos**

- Instrumento 1 (Encuesta): se administró un cuestionario de 10 ítems en escala de Likert de tres niveles, evaluando capacitación, señalización, monitoreo de dosis, protocolos de emergencia, disponibilidad de equipos, mantenimiento y cumplimiento normativo.

- Instrumento 2 (Lista de cotejo): durante la entrevista con el jefe de imagenología, se verificó la existencia y adecuación de 15 criterios clave (oficial de protección, señalización, registros de mantenimiento, protocolos, etc.), contrastando respuestas con la inspección visual y documentación institucional.

### **Análisis de datos**

- Cuantitativo: se procesaron las respuestas de la encuesta mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes), para identificar el grado de cumplimiento de cada dimensión.
- Cualitativo: las respuestas de la lista de cotejo y las observaciones se codificaron para agrupar hallazgos según las categorías establecidas en la definición operacional (infraestructura, formación, gestión de riesgos, otro.). (Holt, 1980).

### **Interpretación de resultados**

Se contrastaron los hallazgos cuantitativos y cualitativos con los objetivos específicos, evaluando fortalezas y brechas en la protección radiológica. A partir de ello, se extrajeron conclusiones sobre las áreas prioritarias de mejora y se definieron recomendaciones para la propuesta del programa, alineadas con la normativa nacional e internacional.

## **Fase IV. Integración de resultados y presentación de la propuesta**

### **Informe de resultados**

Finalmente, se elaboró el informe de investigación, estructurado según las pautas de la Universidad Latina de Panamá, que incluye:

- Planteamiento del problema y justificación
- Marco teórico y normativo

- Metodología detallada
- Resultados del análisis de la encuesta y la lista de cotejo
- Discusión de hallazgos
- Conclusiones y recomendaciones
- Propuesta de un programa de protección radiológica.

**CAPÍTULO IV**

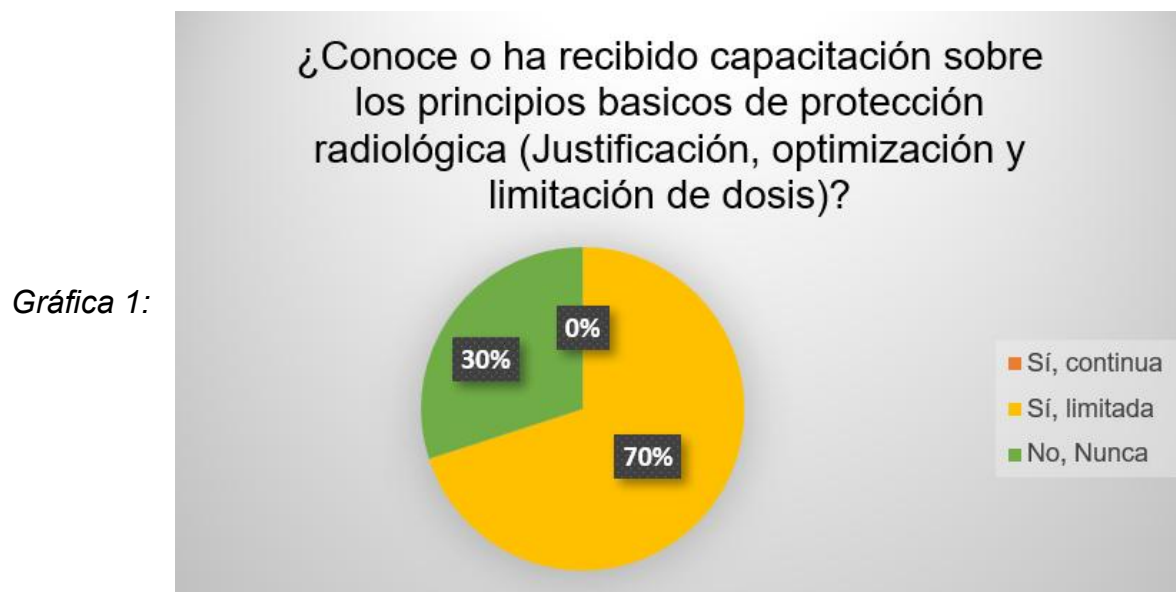
**ANÁLISIS Y RESULTADOS**

#### 4.1 Análisis de los resultados

##### Instrumento 1. Encuesta dirigida al personal técnico del departamento de imagenología en el Hospital Nicolás A. Solano.

La encuesta realizada refleja aspectos clave sobre la situación actual de la protección radiológica en el Departamento de Imagenología, destacando deficiencias en capacitación, monitoreo, señalización y disponibilidad de equipos de protección.

A continuación, se detalla el análisis:



Nota: La pregunta realizada revela que el 70% del personal ha recibido una capacitación limitada sobre los principios fundamentales de la protección radiológica; por otro lado, el 30% indicó no haber recibido nunca ningún tipo de capacitación en esta área, y ningún encuestado señaló haber recibido una capacitación continua.

Gráfica 2:



Nota: El 90 % del personal indicó que recibe monitoreo periódico mediante dosímetros personales, mientras que el 10 % señaló que solo se realiza en casos específicos.

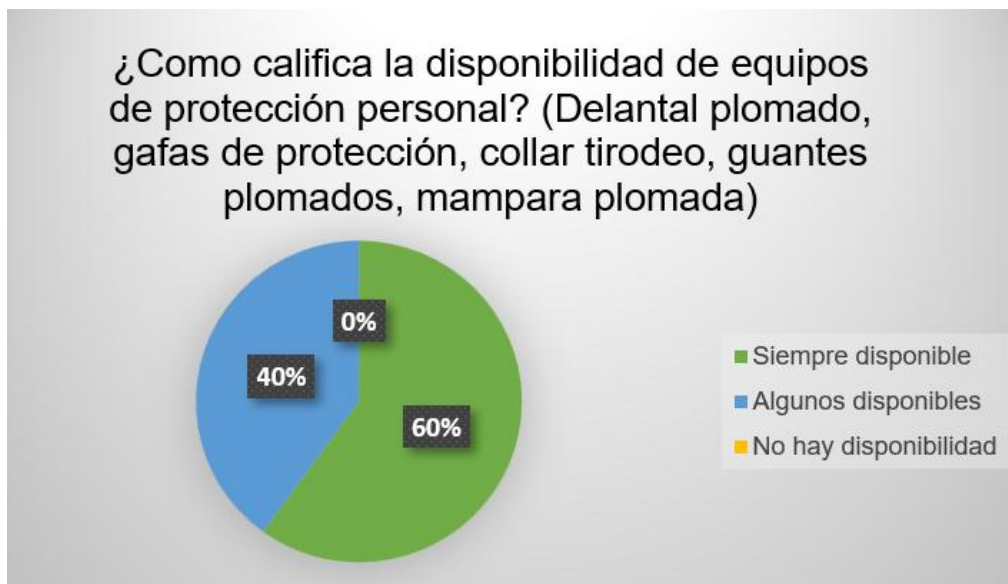
Gráfica 3:



Nota: Solo el 40 % de los encuestados manifestó que existe señalización en todas las áreas, mientras que el 60 % indicó que únicamente en algunas.

¿Como califica la disponibilidad de equipos de protección personal? (Delantal plomado, gafas de protección, collar tirodeo, guantes plomados, mampara plomada)

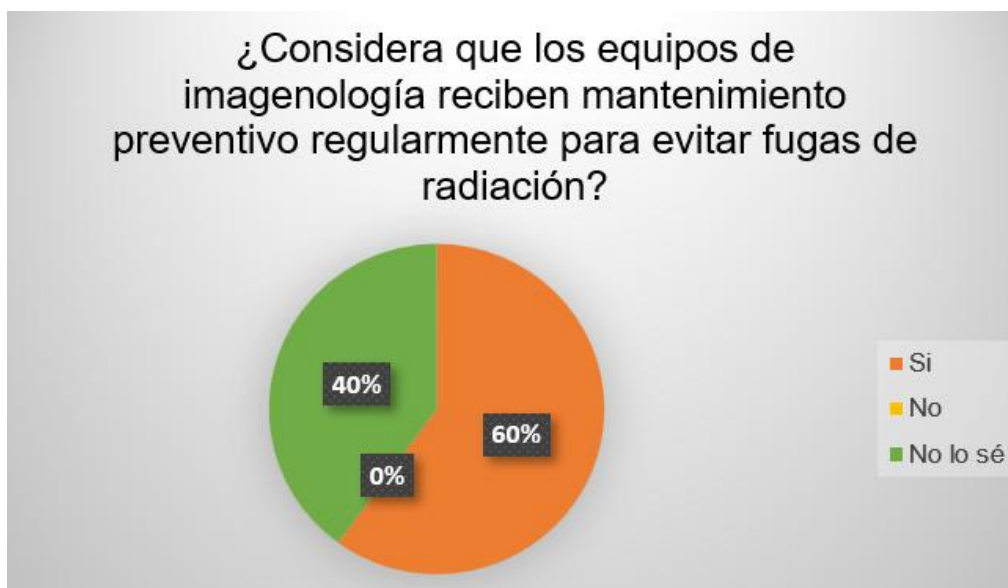
Gráfica 4:



Nota: El 60 % del personal indicó que los equipos de protección personal (delantal plomado, gafas, collar tiroideo, entre otros) están siempre disponibles, y el 40 % señaló que solo algunos están disponibles.

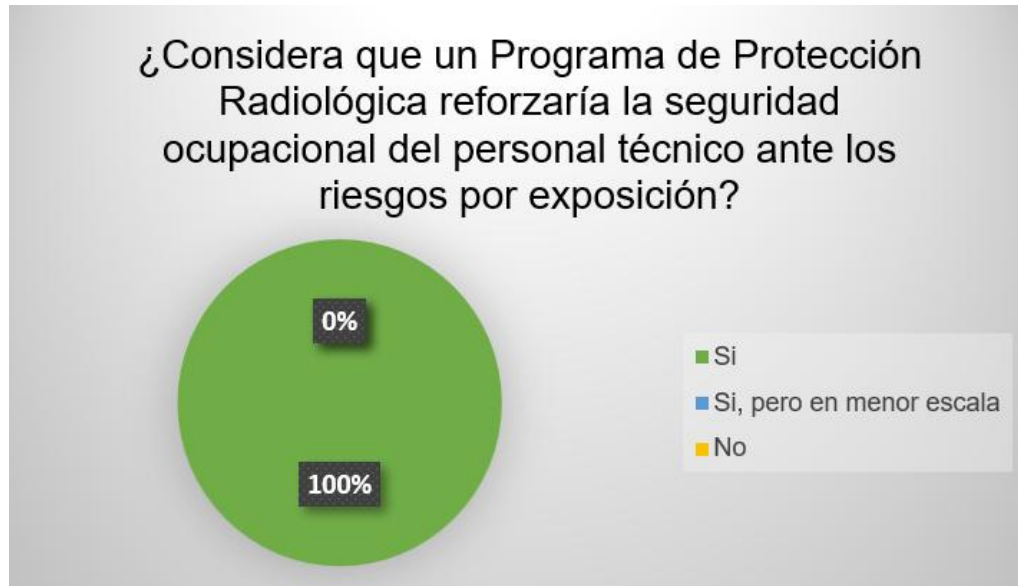
¿Considera que los equipos de imagenología reciben mantenimiento preventivo regularmente para evitar fugas de radiación?

Gráfica 5:



Nota: El 60 % respondió afirmativamente, pero un 40 % mencionó que no lo sabe.

Gráfica 6:



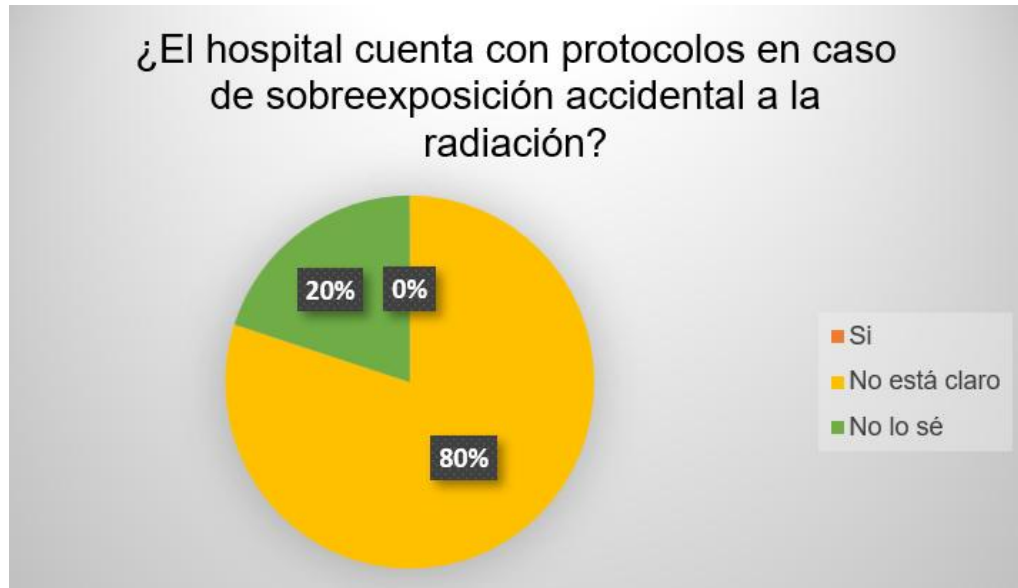
Nota: El 100 % del personal encuestado considera que la implementación de un Programa de Protección Radiológica beneficiaría directamente su seguridad personal frente a la exposición a radiación.

Gráfica 7:



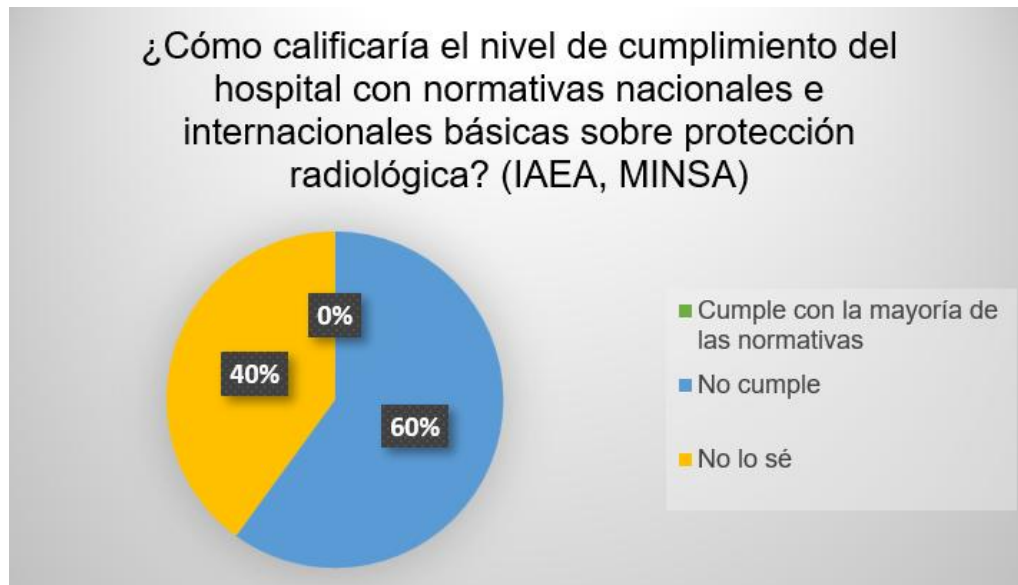
Nota: El 100 % del personal reconoce la necesidad urgente de implementar un Programa de Protección Radiológica para asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales.

Gráfica 8:



Nota: El 80 % señaló que no está claro si existen tales protocolos, y el 20 % indicó que no lo sabe.

Gráfica 9:



Nota: El 60 % considera que el hospital no cumple con estas normativas, y el 40 % no lo sabe.

## ¿Cree que el personal técnico necesita capacitación urgente en Protección Radiológica?

Gráfica 10:



Nota: El 100 % respondió que sí. El personal técnico reconoce la urgente necesidad de capacitación en protección radiológica, lo que refleja una preocupación real por su seguridad y la importancia de fortalecer sus conocimientos para cumplir con los estándares adecuados.

## **Observaciones claves de los encuestados sobre deficiencias en normativas, señalización y estado de equipos de protección radiológica en el departamento de imagenología**

Los encuestados aportaron observaciones clave que reflejan deficiencias en el manejo y en la señalización del área, entre las cuales destacan:

- Señalización insuficiente o poco visible en zonas críticas relacionadas con la protección radiológica (especialmente en el mamógrafo).
- Chalecos plomados con desgaste visible, incluyendo grietas y deterioro del material, que comprometen la seguridad del personal.
- Delantales protectores en estado deteriorado, que requieren reemplazo para garantizar su efectividad.
- Falta de actualización y cumplimiento constante de las normativas internas relacionadas con la protección radiológica.

**Instrumento 2. Lista de cotejo completada por el jefe del departamento de Imagenología en el Hospital Nicolas Solano.**

Se utilizó una lista de cotejo para evaluar el cumplimiento de criterios relacionados con la protección radiológica en el Departamento de Imagenología. Esta fue completada por el jefe del departamento, en función de su conocimiento directo de las prácticas internas. A continuación, se presentan los resultados y su análisis.

EXISTE UN OFICIAL DE PROTECCIÓN  
RADIOLÓGICA DEBIDAMENTE  
ACREDITADO Y NOMBRADO.



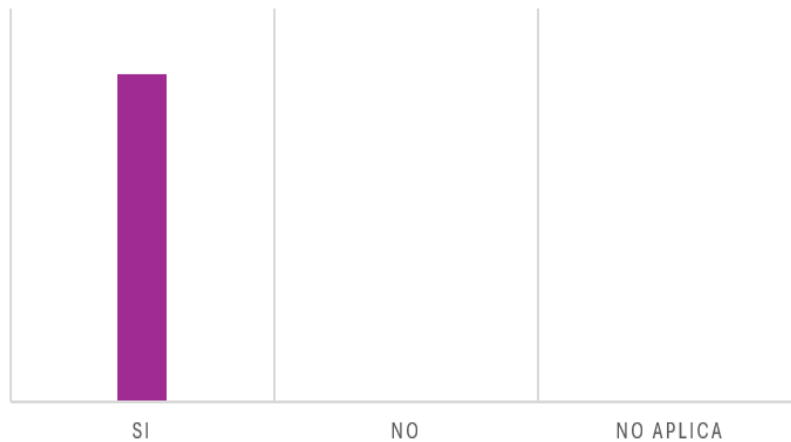
Nota: la ausencia de un oficial de protección radiológica representa una deficiencia crítica, ya que esta figura es clave para garantizar el cumplimiento de las normativas, la vigilancia del uso seguro de las fuentes de radiación y la formación del personal. Su ausencia puede aumentar el riesgo de exposición innecesaria y desorganización en casos de emergencia.

EL PLAN DE ACCIÓN PARA OBTENER LA LICENCIA DE FUENTES DE RADIACIÓN ESTÁ APROBADO POR SALUD PÚBLICA.



Nota: no contar con un plan aprobado compromete la legalidad del funcionamiento del servicio de imagenología. La licencia garantiza que se cumplen los requisitos técnicos y administrativos para operar con fuentes de radiación de forma segura.

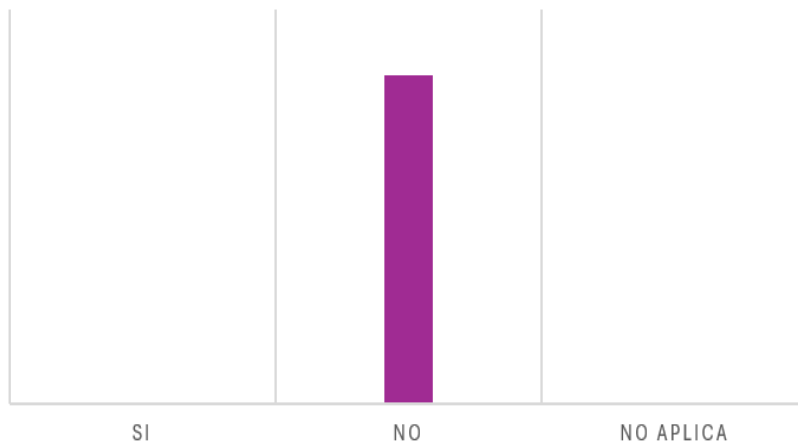
SE DISPONE DE SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA EN TODAS LAS ZONAS CONTROLADAS Y SUPERVISADAS.



Nota: la existencia de señalización adecuada demuestra cumplimiento de medidas básicas de seguridad. Las señales advierten tanto al personal como a los pacientes

sobre los riesgos presentes, contribuyendo a la prevención de exposiciones innecesarias.

HAY UN REGISTRO ACTUALIZADO DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TODOS LOS EQUIPOS DE IMAGENOLÓGÍA.



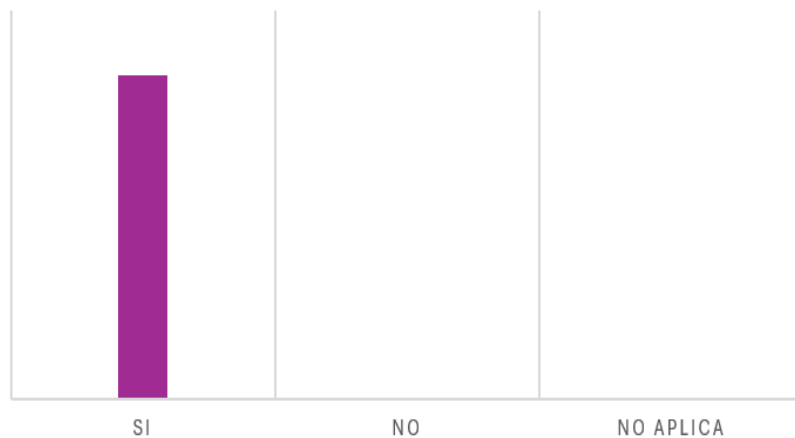
Nota: la falta de registros actualizados indica un riesgo potencial de uso de equipos descalibrados, lo cual podría traducirse en imágenes deficientes y dosis innecesarias de radiación al paciente y al personal.

SE REALIZAN INSPECCIONES INTERNAS PERIÓDICAS DOCUMENTADAS POR EL DEPARTAMENTO DE SALUD RADIOLÓGICA.



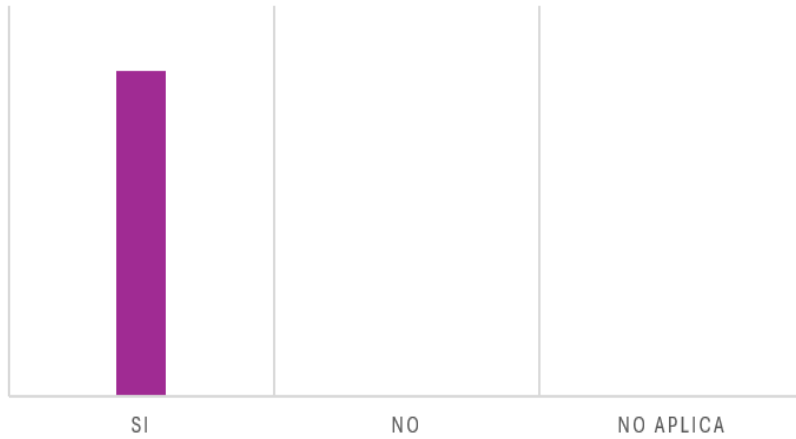
Nota: no llevar a cabo inspecciones internas limita la posibilidad de identificar fallos operativos y corregirlos a tiempo. Las inspecciones permiten una mejora continua en seguridad y cumplimiento normativo.

EL PERSONAL CUENTA CON DOSÍMETROS PERSONALES Y HAY UN PROCEDIMIENTO PARA SU LECTURA Y CONTROL.



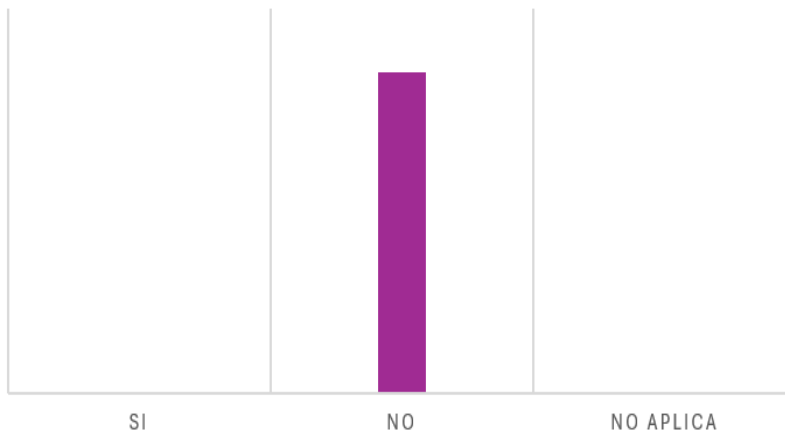
Nota: contar con dosímetros y su correcta gestión refleja una práctica favorable. Esto permite monitorear individualmente la exposición del personal y tomar medidas si se superan los límites permitidos.

EXISTEN PROTOCOLOS ESCRITOS DE EMERGENCIA RADIOLÓGICA, ACCESIBLES Y ACTUALIZADOS.



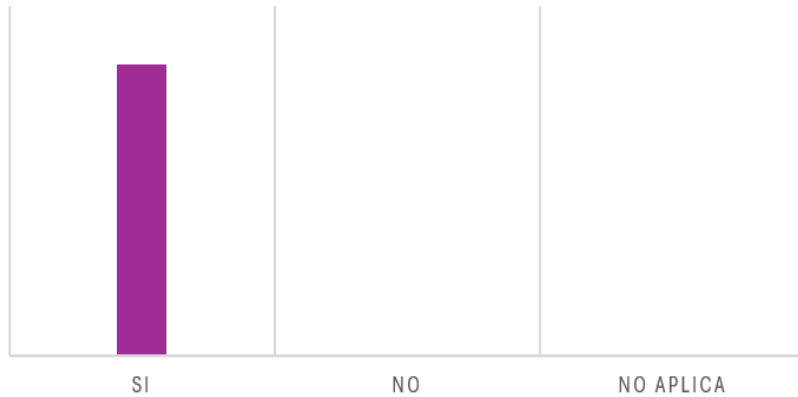
Nota: la ausencia de protocolos de emergencia compromete la capacidad de respuesta en situaciones críticas. Es esencial contar con guías claras para proteger al personal, pacientes y población en caso de incidentes con radiación.

SE LLEVA A CABO CAPACITACIÓN ANUAL EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA TODO EL PERSONAL DE IMAGENOLÓGÍA.



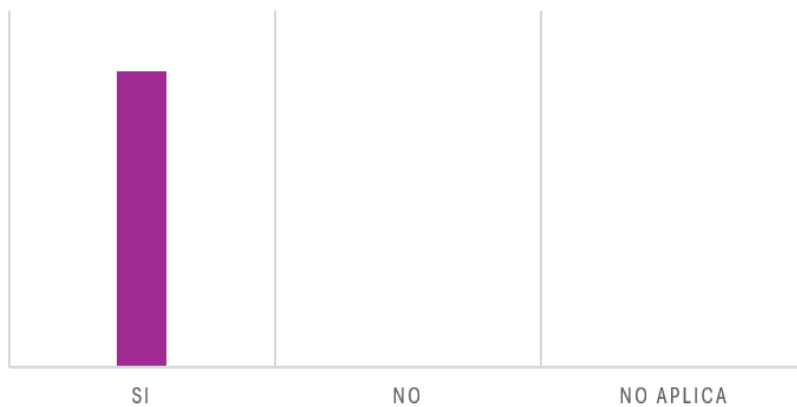
Nota: no realizar capacitaciones de forma periódica debilita la preparación del personal frente a los riesgos radiológicos. La educación continua es clave para mantener el conocimiento actualizado y reforzar las buenas prácticas.

SE DISPONE DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTÁNDAR (POE) PARA EL USO SEGURO DE EQUIPOS.



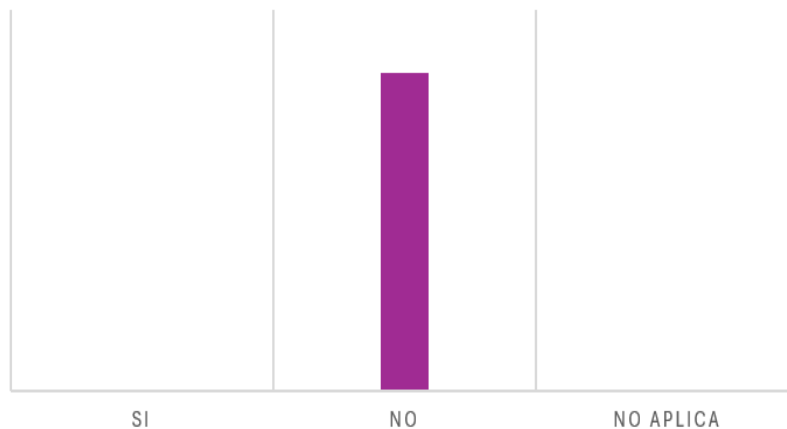
Nota: la existencia de un manual POE indica un esfuerzo por estandarizar los procedimientos técnicos y operativos. Esto reduce variaciones entre operadores y favorece un uso más seguro de los equipos.

LAS ÁREAS DE ESPERA Y SALAS DE PACIENTES ESTÁN DEMARCADAS Y CUMPLEN CON LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD.



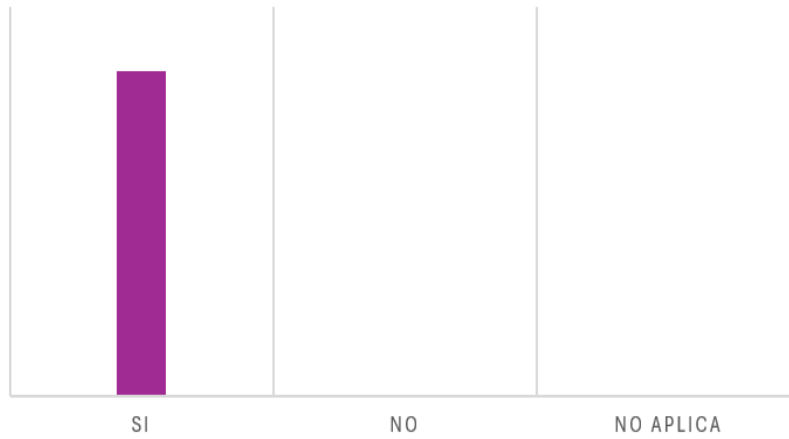
Nota: la correcta demarcación y distancia en las áreas de atención previenen exposiciones accidentales a la radiación, especialmente para personas que no deben estar expuestas, como familiares o acompañantes.

HAY UN REGISTRO DE AUDITORÍAS EXTERNAS O INSPECCIONES DE LA AUTORIDAD REGULADORA.



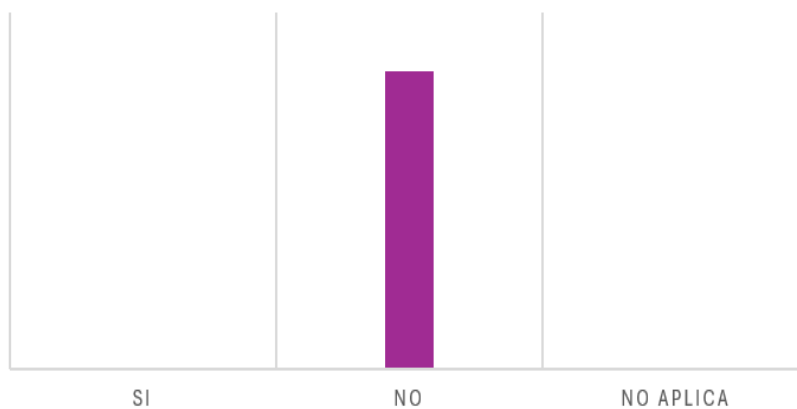
Nota: no contar con registros de auditorías externas puede significar un bajo control regulatorio. Estas inspecciones son necesarias para garantizar que las instalaciones cumplen con los estándares legales de operación.

SE HAN IMPLEMENTADO MEDIDAS DE BLINDAJE (MUROS, MAMPARAS) SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.



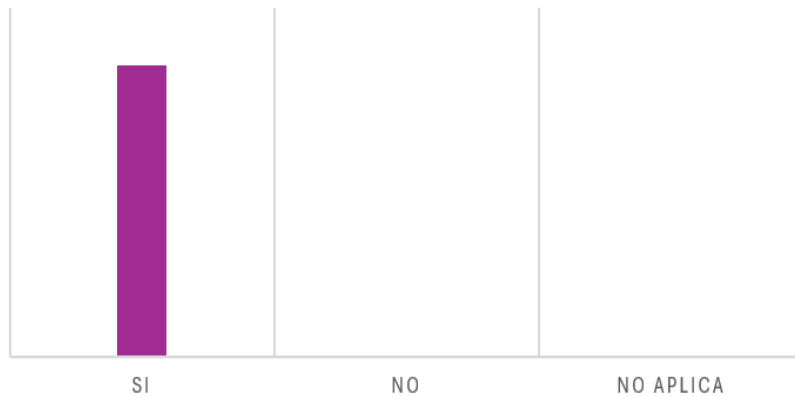
Nota: la implementación de blindajes estructurales conforme a especificaciones técnicas es esencial para proteger al personal y al público de radiación secundaria, cumpliendo así con los principios de protección radiológica.

EXISTE UN SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL PARA ACTUALIZACIONES NORMATIVAS Y REPORTES DE INCIDENTES.



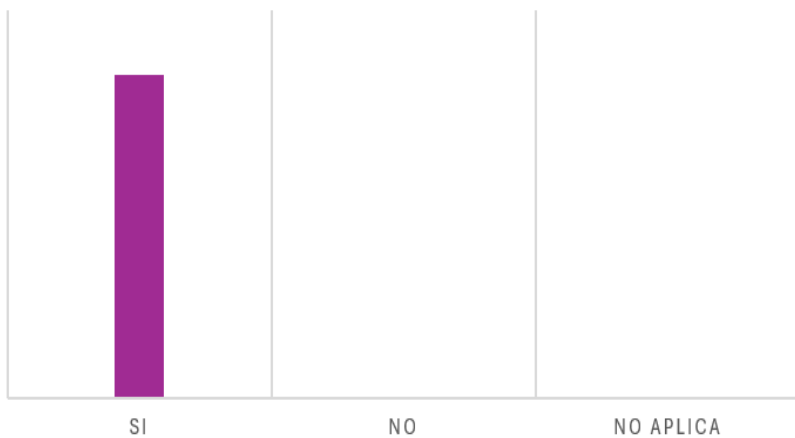
Nota: no disponer de un sistema documental limita el acceso a información crítica y la trazabilidad de incidentes. Esto dificulta la identificación de áreas de mejora y la implementación de cambios normativos en tiempo real.

EL JEFE CONFIRMA QUE SE REVISAN Y ACTUALIZAN LOS LÍMITES DE LAS ZONAS CONTROLADAS AL CAMBIAR CONDICIONES DE TRABAJO.



Nota: la revisión periódica de límites muestra un enfoque preventivo y adaptativo frente a los cambios operativos, lo cual fortalece la gestión de riesgos radiológicos.

SE REALIZA SEGUIMIENTO TRIMESTRAL DE LOS INDICADORES DE DOSIS RECIBIDA POR EL PERSONAL.



Nota: el seguimiento periódico de las dosis recibidas es una práctica excelente para identificar tendencias, evaluar el cumplimiento de los límites y mejorar estrategias de protección si fuera necesario.

## **4.2 Discusión de los resultados**

### **Análisis de los resultados de la encuesta dirigida al personal técnico del departamento de imagenología en el Hospital Nicolás A. Solano.**

Los resultados obtenidos en la encuesta aplicada al personal técnico del departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano revelan una situación preocupante y, a la vez, una oportunidad clara para fortalecer la cultura de protección radiológica en la institución.

En primer lugar, la limitada capacitación que ha recibido la mayoría del personal, con un 70% señalando formación insuficiente y un 30% sin capacitación alguna, expone una falla estructural grave. La ausencia de programas de formación continua no solo compromete el conocimiento actualizado sobre los principios básicos de protección radiológica, como ALARA, sino que también aumenta la probabilidad de prácticas inseguras que ponen en riesgo al personal ocupacionalmente expuesto. Este hallazgo es un llamado directo a implementar un programa estructurado y obligatorio de capacitación que garantice la actualización permanente y el cumplimiento de las normativas internacionales.

El monitoreo mediante dosímetros personales es una práctica que, en general, se realiza adecuadamente, con un 90% del personal siendo monitoreado periódicamente. Sin embargo, la existencia de un 10% sin monitoreo sistemático indica un riesgo inaceptable en un área donde la exposición a radiación debe controlarse rigurosamente. La exposición no monitorizada puede generar dosis acumulativas no detectadas que comprometan la salud del personal.

Por otro lado, la señalización insuficiente en el 60% de las áreas revela una gestión de riesgos incompleta. La señalización es un componente básico para la prevención de accidentes y para alertar sobre zonas de exposición radiológica; su ausencia o deficiencia implica una vulnerabilidad que debe ser corregida con urgencia, alineándose a las recomendaciones de la OIEA y normativas locales.

La disponibilidad parcial de equipos de protección personal para el 40% del personal es otro factor crítico. El acceso limitado a delantales plomados, gafas o collares

tiroideos disminuye la capacidad de protección efectiva y genera una percepción negativa de seguridad en el ambiente laboral, lo cual puede traducirse en un mayor estrés y menor adherencia a las medidas preventivas.

Un dato relevante es la falta de comunicación efectiva respecto al mantenimiento de los equipos, con un 40% que desconoce si este se realiza periódicamente. La transparencia y comunicación sobre estas prácticas fortalecen la confianza del personal y aseguran la funcionalidad y seguridad de los dispositivos, minimizando el riesgo de fallos, que podrían resultar en exposiciones no controladas.

La unanimidad del personal en reconocer la necesidad urgente de implementar un programa de protección radiológica refleja no solo la conciencia del riesgo, sino también una voluntad clara de cambio. Este consenso es una base sólida para introducir políticas institucionales que integren capacitación, monitoreo, señalización, mantenimiento y protocolos claros.

Sin embargo, la casi total ausencia de protocolos estandarizados ante incidentes y la percepción de incumplimiento normativo en el hospital evidencian vacíos estructurales peligrosos. La falta de planes de emergencia y auditorías internas de cumplimiento normativo no solo pone en riesgo la salud del personal y pacientes, sino que también puede implicar sanciones legales y pérdida de confianza en la institución.

Finalmente, el reconocimiento unánime de que los riesgos son reales y pueden mitigarse con medidas adecuadas refuerza el argumento para priorizar la implementación del programa propuesto. Este no solo debe enfocarse en aspectos técnicos, sino también en fortalecer la cultura de seguridad, la comunicación efectiva y la responsabilidad compartida.

## **Análisis de los resultados de la lista de cotejo completada por el jefe del departamento de Imagenología en el Hospital Nicolás Solano.**

La evaluación realizada por el jefe del departamento de Imagenología mediante la lista de cotejo evidencia un diagnóstico contundente sobre la situación real de la protección radiológica en el Hospital Nicolás A. Solano, revelando tanto fortalezas puntuales como carencias estructurales alarmantes.

Primero, la ausencia de un oficial de protección radiológica es un problema grave en una institución que maneja radiación ionizante. Este cargo no es un lujo administrativo, es una necesidad crítica para asegurar el cumplimiento normativo, coordinar capacitaciones y gestionar emergencias radiológicas. Su falta genera un vacío de liderazgo, que impacta directamente en la seguridad del personal y en la operatividad organizada del departamento.

La inexistencia de un plan aprobado para el funcionamiento del servicio es otra falla grave. La licencia de operación no es solo un requisito burocrático, sino la garantía legal de que el servicio cumple con estándares técnicos y administrativos para operar bajo protocolos seguros. Esto pone en entredicho la legalidad y, más importante aún, la seguridad de las operaciones diarias.

Entre los aspectos positivos, se destaca la existencia de señalización adecuada y la correcta gestión de dosímetros, lo que indica un esfuerzo parcial por mantener prácticas básicas de protección y monitoreo de la exposición ocupacional. Sin embargo, estos esfuerzos aislados no compensan las deficiencias detectadas en otras áreas.

Los registros desactualizados, la falta de inspecciones internas, la ausencia de protocolos de emergencia y la carencia de capacitaciones periódicas configuran un panorama que limita severamente la capacidad del hospital para responder de manera adecuada a riesgos radiológicos y mantener un control efectivo de las operaciones. Aunque, sí existe un Manual de Procedimientos Operativos Estándar (POE) para el uso de los equipos, es fundamental garantizar que este sea aplicado

rigurosamente, actualizado y conocido por todo el personal, para evitar la variabilidad en los procesos y minimizar riesgos operativos.

La demarcación y distancia correctas en las áreas de atención, así como la implementación de blindajes estructurales conforme a normas técnicas, son aspectos que cumplen con los estándares internacionales y evidencian un compromiso técnico en ciertos aspectos de la infraestructura, lo cual es fundamental para la protección pasiva del personal.

Sin embargo, la carencia de auditorías externas y un sistema documental efectivo limitan la capacidad de control, seguimiento y mejora continua, esenciales para un manejo responsable y transparente de la protección radiológica. Estos vacíos permiten que posibles fallos no sean detectados ni corregidos oportunamente, comprometiendo la seguridad a largo plazo.

Por otro lado, la revisión y seguimiento periódico de límites y dosis recibidas reflejan un enfoque preventivo y adecuado que debe potenciarse, pues permite identificar tendencias y tomar medidas correctivas antes de que ocurran incidentes graves.

## **CAPÍTULO V**

# **PLAN DE GESTIÓN O PROPUESTA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

## **5.1 Introducción de la propuesta**

Este capítulo presenta la propuesta desarrollada a partir del diagnóstico realizado en capítulos anteriores. Está orientada a fortalecer la seguridad radiológica del personal técnico y garantizar el cumplimiento de las normativas nacionales vigentes. Se detallan la justificación, objetivos, metas, beneficios, cronograma, presupuesto estimado y diseño estructural del Programa de Protección Radiológica propuesto para el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

## **5.2 Justificación de la propuesta**

El estudio reveló deficiencias críticas en el control, monitoreo y gestión de la protección radiológica, tales como la ausencia de protocolos de emergencia, falta de capacitación continua, carencia de un oficial de protección radiológica y señalización limitada. Frente a esto, se plantea un Programa de Protección Radiológica como la solución más pertinente, ya que permitirá establecer una estructura organizativa, técnica y formativa que garantice tanto la seguridad del personal como el cumplimiento legal e institucional. Esta propuesta responde directamente a las necesidades identificadas, con beneficios sostenibles a corto y largo plazo.

## **5.3 Objetivo general de la propuesta**

Diseñar una propuesta de Programa de Protección Radiológica que mejore las condiciones de seguridad ocupacional del personal ocupacionalmente expuesto del Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano y permita el cumplimiento de las normativas nacionales vigentes.

## **5.4 Objetivos específicos:**

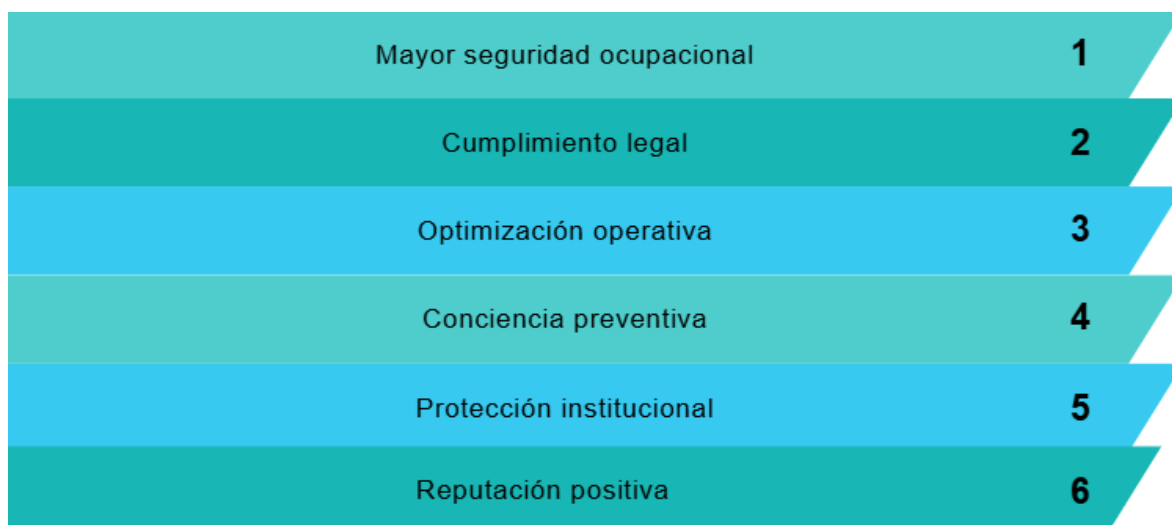
- Establecer las funciones y responsabilidades del titular, oficial de protección radiológica y personal ocupacionalmente expuesto.

- Desarrollar un plan de capacitación continua en protección radiológica para el personal técnico.
- Implementar protocolos escritos para emergencias por exposición accidental.
- Establecer procedimientos para el monitoreo de dosis ocupacional.
- Garantizar la documentación y actualización de registros técnicos y señalización.
- Validar la propuesta mediante juicio de expertos (OPR).

### **5.5 Metas a alcanzar**

- Garantizar que el 100% del personal ocupacionalmente expuesto (POE) cuente con su dosímetro personal y equipo de protección individual en condiciones óptimas.
- Mejorar la gestión de protección radiológica del personal ocupacionalmente expuesto a través de la formación constante.
- Promover la capacitación continua del personal técnico y médico en materia de protección radiológica, asegurando la actualización anual de conocimientos.
- Reducir en al menos un 80% las incidencias relacionadas con prácticas inadecuadas o falta de información sobre seguridad radiológica.

## 5.6 Beneficios de la propuesta



**Figura 5:** Beneficios que brinda la propuesta. (Kimberly Aizpurúa, 2025)

## 5.7 Cronograma de actividades

El siguiente cronograma detalla las etapas previstas para la elaboración y ejecución del Programa de Protección Radiológica, indicando las actividades, responsables, duración estimada y período de implementación.

Actividad	Responsable	Duración estimada	Período de ejecución
Diagnóstico inicial del área y evaluación de equipos	Encargado de Protección Radiológica / Biomédica	2 semanas	mar-25
Elaboración del programa y manual de protección radiológica	OPR / Dirección Técnica	3 semanas	ago-25
Revisión y validación del programa con la Dirección Médica	Dirección Hospitalaria	1 semana	ene-26
Adquisición de equipos de protección y señalización	Departamento de Compras / Biomédica	2 semanas	ene-27
Capacitación al personal ocupacionalmente expuesto	OPR / Recursos Humanos	2 semanas	abr-26
Implementación del sistema de monitoreo dosimétrico	OPR / Proveedor de dosimetría	3 semanas	may-26
Evaluación del cumplimiento y seguimiento del programa	OPR / Supervisión de Imagenología	Permanente	may-26 en adelante.

**Tabla 4.** Actividades por realizar. (Kimberly Aizpurúa, 2025)

## 5.8 Presupuesto estimado

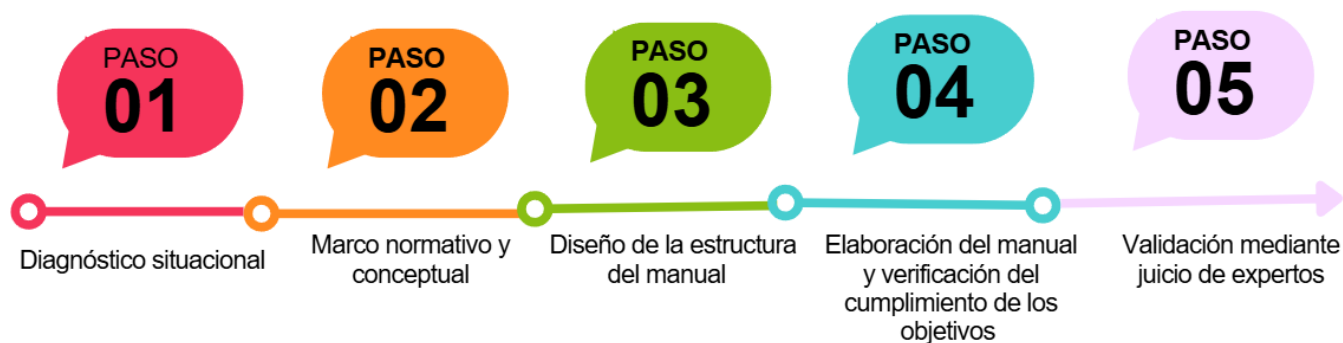
El siguiente presupuesto presenta una estimación de los costos requeridos para la ejecución del Programa de Protección Radiológica:

Concepto	Descripción	Costo estimado (USD)
Dosímetros personales (mensuales para 10 POE por 12 meses)	Servicio de monitoreo con lectura y registro dosimétrico	20,000.00 aproximado
Equipos de protección radiológica para el personal	Delantales plomados, protectores tiroideos, guantes y gafas	2,000.00 aproximado
Señalización y rotulación de áreas controladas y supervisadas	Señales luminosas, letreros y avisos de seguridad	600 aproximado
Capacitación anual al personal	Talleres y capacitaciones en protección radiológica	3,000.00 aproximado
Material de oficina y formularios de registro	Carpetas, formularios, registros dosimétricos	300 aproximado
Mantenimiento preventivo de equipos de radiación	Contrato anual con empresa biomédica certificada	60,000.00 aproximado
<b>Total estimado</b>		<b>\$85,900.00 aproximado</b>

**Tabla 5.** Estimado del presupuesto a utilizar. (Kimberly Aizpurúa, 2025)

## 5.9 Diseño de la propuesta

El diseño de la propuesta consta de cinco pasos que orientaron la elaboración y validación del Programa de Protección Radiológica. Estos se muestran en la Figura 6.



**Figura 6:** Secuencia metodológica para la elaboración y validación de la propuesta del Programa de Protección Radiológica. (Kimberly Aizpurúa, 2026)

A continuación, se describe cada uno de los pasos que conformaron el desarrollo de la propuesta.

**Paso 1 - Diagnóstico situacional:** Esta fase tuvo como propósito identificar el estado actual de la protección radiológica en el Hospital Nicolás A. Solano. Para ello se analizaron los resultados obtenidos en la encuesta aplicada al personal del servicio de imagenología, permitiendo reconocer debilidades relacionadas con el conocimiento del personal, la existencia de protocolos, el monitoreo de dosis, la gestión documental y la respuesta ante emergencias radiológicas. Asimismo, se realizó la evaluación de riesgos radiológicos por área y la revisión de la normativa nacional e internacional aplicable. Como resultado se elaboró un informe de diagnóstico, una matriz de necesidades y la justificación para la elaboración del manual.

**Paso 2 - Definición del marco normativo y conceptual:** En esta fase se estableció la base teórica, legal y técnica del manual. Se incorporaron la revisión de estándares internacionales de la IAEA y la ICRP y la normativa nacional vigente. Además, se definieron los términos técnicos y el alcance institucional del programa. El producto de esta fase correspondió al marco conceptual del manual y la identificación de las referencias regulatorias que sustentan la propuesta.

**Paso 3 - Diseño de la estructura del manual:** esta fase consistió en la organización sistemática del contenido del manual de protección radiológica conforme a los objetivos de la propuesta y a los lineamientos establecidos por la autoridad sanitaria nacional para instalaciones que utilizan radiaciones ionizantes. Para ello, se definieron y estructuraron las secciones principales del documento, abarcando la descripción general de la instalación, la organización de la protección radiológica, las características técnicas de los equipos emisores de radiación ionizante, los principios y métodos de protección, la dosimetría personal, la vigilancia radiológica por áreas, el sistema de calidad, el manejo de incidentes radiológicos y la capacitación del personal ocupacionalmente expuesto.

Como producto de esta fase se obtuvo el índice estructurado del manual.

**Paso 4 - Cumplimiento de los objetivos de la propuesta:** en la tabla 6 se presenta la relación entre los objetivos planteados en la propuesta y su cumplimiento en el Manual de Protección Radiológica elaborado.

Asimismo, el manual completo, que está compuesto por 13 capítulos y 58 páginas, se adjunta en el Anexo 1.

**Título de la investigación: Propuesta de un Programa de Protección Radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.**

**Cumplimiento de los objetivos de la propuesta**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Número de capítulo</b>	<b>Descripción resumida</b>
Establecer las funciones y responsabilidades del titular, oficial de protección radiológica y personal ocupacionalmente expuesto	Capítulo II Páginas 5,6,7 y 8.	Este capítulo define de forma clara las funciones y obligaciones del Titular de la instalación, del Encargado/Oficial de Protección Radiológica (EPR/OPR) y del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE). Establece responsabilidades administrativas, operativas y técnicas, alineadas con la normativa nacional vigente, garantizando una distribución adecuada de roles dentro del programa de protección radiológica.
Desarrollar un plan de capacitación continua en protección radiológica para el personal técnico.	Capítulo XIII Páginas 52,53,54,55 y 56.	Incluye un plan estructurado de capacitación anual dirigido al POE, médicos y personal asistencial. Presenta los contenidos temáticos, duración del programa, modalidades de formación, responsabilidades del EPR y el procedimiento para validar la participación del personal. El capítulo garantiza la actualización permanente en protección radiológica según las exigencias normativas.
Implementar protocolos escritos para emergencias por exposición accidental.	Capítulo XI Páginas 46,47,48 y 49.	Establece el procedimiento institucional para responder a incidentes o accidentes radiológicos. Incluye notificación inmediata, investigación del evento, estimación de dosis, uso del formulario oficial para reporte, elaboración del informe técnico y notificación a la Autoridad Competente. Presenta flujogramas para escenarios críticos, garantizando acciones rápidas y coordinadas.
Establecer procedimientos para el monitoreo de dosis ocupacional.	Capítulo VII Páginas 21,22,23,24,25,26,27 y 28	Detalla el procedimiento completo para el control dosimétrico del POE, desde la entrega del dosímetro, registro inicial, recambio mensual, informe del proveedor, gestión de historiales dosimétricos y acciones cuando se superan límites de seguridad. Incluye formularios institucionales y lineamientos de uso obligatorio para el personal expuesto.
Garantizar la documentación y actualización de registros técnicos y señalización.	Capítulo IX Páginas 34,35,36,37,38,39 y 40.	Describe la clasificación de las zonas radiológicas, los requisitos de señalización obligatoria y los planos de la instalación. Establece la obligación del titular de mantener registros, delimitar áreas controladas y supervisadas y asegurar la instalación de advertencias, símbolos estándar y carteles informativos para la protección del POE y del público.
Validar la propuesta mediante juicio de expertos (OPR).	No aplica un capítulo del manual (Corresponde al proceso de validación)	La validación del manual fue realizada mediante juicio de expertos, aplicado a 15 Oficiales de Protección Radiológica (OPR). Se empleó una escala de valoración (1–5) para evaluar claridad, pertinencia técnica y aplicabilidad práctica. Los resultados y el análisis estadístico, incluyendo coeficiente V de Aiken y desviación estándar, se presentan en la página siguiente, confirmando la pertinencia y validez de la propuesta.

**Tabla 6.** Cumplimiento de los objetivos de la propuesta. (Kimberly Aizpurúa,2025)

**Paso 5 - Análisis de los resultados obtenidos en la encuesta a expertos en protección radiológica:** Antes de aplicar esta encuesta, la misma fue validada por tres profesores biomédicos de la Universidad Latina de Panamá. La encuesta fue modificada con base en sus recomendaciones, tanto en la redacción como en los aspectos estéticos.

A continuación, se presenta una imagen que ilustra un ejemplo del antes y después de la encuesta.

#### **IX. VIGILANCIA RADIOLÓGICA POR ÁREA**

Resumen: Esta parte del manual detalla el procedimiento para monitorear las áreas del departamento (paredes, puertas y vidrios plomados), utilizando una cámara de ionización tipo Victoreen modelo 450P-DE-SI. Establece la frecuencia anual del control, los materiales requeridos y los criterios de evaluación de resultados. Este capítulo busca validar la metodología de verificación ambiental aplicada en el hospital.

Criterio de evaluación	Valoración (1–5)
Claridad y coherencia del contenido	_____
Pertinencia técnica y cumplimiento normativo	_____
Aplicabilidad práctica en el contexto hospitalario	_____

---

#### **X. DISEÑO Y CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

Resumen: Esta parte del manual clasifica las zonas del Departamento de Imagenología en zona controlada y zona supervisada, de acuerdo con las dosis esperadas y las normas del MINSA. Presenta planos con señalización de riesgo, límites de acceso y símbolos internacionales de radiación. Este punto evalúa si la zonificación cumple los estándares internacionales y minimiza el riesgo ocupacional.

Criterio de evaluación	Valoración (1–5)
Claridad y coherencia del contenido	_____
Pertinencia técnica y cumplimiento normativo	_____
Aplicabilidad práctica en el contexto hospitalario	_____

**Figura 7:** Versión inicial de la encuesta (Antes) (Kimberly Aizpurúa, 2025)

## V. PRINCIPIOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Resumen: Esta parte del manual desarrolla los tres pilares fundamentales de la protección radiológica: justificación, optimización (principio ALARA) y limitación de dosis, aplicados tanto a pacientes como al personal ocupacionalmente expuesto. Se evalúa la correcta interpretación de los límites de dosis establecidos por organismos internacionales y su adecuación a la normativa panameña vigente (Decreto Ejecutivo No. 770 de 2010).

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Valoración (1–5)</b>
Claridad y coherencia del contenido	
Pertinencia técnica y cumplimiento normativo	
Aplicabilidad práctica en el contexto hospitalario	

## VI. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE LAS EXPOSICIONES MÉDICAS

Resumen: Esta parte del manual explica la necesidad de que cada exposición médica sea previamente evaluada y aprobada por un médico radiólogo, priorizando siempre la relación riesgo–beneficio. Se incluyen consideraciones para pacientes pediátricos y embarazadas, además de la importancia de ofrecer alternativas diagnósticas sin radiación cuando sea posible (como ecografía o resonancia).

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Valoración (1–5)</b>
Claridad y coherencia del contenido	
Pertinencia técnica y cumplimiento normativo	
Aplicabilidad práctica en el contexto hospitalario	

**Figura 8:** Versión modificada de la encuesta (Después) (Kimberly A. 2025).

- **Redacción del procedimiento**

Para validar el contenido del manual de protección radiológica, se aplicó un instrumento de valoración a 15 oficiales de protección radiológica, quienes evaluaron cada uno de los trece capítulos según tres criterios fundamentales: claridad y coherencia del contenido, pertinencia técnica y cumplimiento normativo y aplicabilidad práctica en el contexto hospitalario.

Las respuestas se registraron mediante una escala ordinal de 1 a 5.

Para cada criterio y capítulo se calcularon tres indicadores estadísticos:

- Media aritmética, para determinar el nivel general de aceptación del contenido.
- Desviación estándar, que permitió analizar la dispersión de las respuestas y el grado de consenso entre los evaluadores.
- Coeficiente V de Aiken, calculado mediante la fórmula:

$$V = \frac{\sum(x_i - 1)}{n(5 - 1)}$$

encargado de medir la validez de contenido y la concordancia entre los OPR.

Para la clasificación de los resultados se establecieron los siguientes rangos:

**4.00 – 5.00:** Adecuado

**3.00 – 3.99:** Suficiente

**< 3.00:** No suficiente

Este procedimiento se aplicó de manera homogénea a todos los capítulos, permitiendo generar una valoración cuantitativa global del manual.

- **Resultados globales de validación por parte de los OPR**

Capítulo	Criterio	Media	Desv. Est.	V de Aiken	Clasificación
<b>Descripción de la instalación</b>	Claridad	4.07	1.22	0.77	Adecuado
	Pertinencia	3.93	1.17	0.73	Suficiente
	Aplicabilidad	4.07	1.22	0.77	Adecuado
<b>Estructura organizativa</b>	Claridad	4.07	1.07	0.77	Adecuado
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.33	1.02	0.83	Adecuado
<b>Características técnicas de las fuentes</b>	Claridad	3.8	1.16	0.7	Suficiente
	Pertinencia	4.13	0.99	0.78	Adecuado
	Aplicabilidad	4	1.07	0.75	Adecuado
<b>Magnitud y unidades de la radiación</b>	Claridad	4	1.09	0.75	Adecuado
	Pertinencia	4.07	1.03	0.77	Adecuado
	Aplicabilidad	4.2	1.02	0.8	Adecuado

<b>Principios básicos de protección radiológica</b>	Claridad	3.8	1.18	0.7	Suficiente
	Pertinencia	4	1.16	0.75	Adecuado
	Aplicabilidad	4.2	1.02	0.8	Adecuado
<b>Métodos prácticos de protección radiológica</b>	Claridad	3.87	1.12	0.72	Suficiente
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.33	1.02	0.83	Adecuado
<b>Dosimetría personal</b>	Claridad	3.6	1.16	0.65	Suficiente
	Pertinencia	4	1.16	0.75	Adecuado
	Aplicabilidad	4	1.07	0.75	Adecuado
<b>Vigilancia radiológica por área</b>	Claridad	4.33	1.02	0.83	Adecuado
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.33	1.02	0.83	Adecuado
<b>Diseño</b>	Claridad	4.13	1.07	0.78	Adecuado
	Pertinencia	4.13	1.07	0.78	Adecuado
	Aplicabilidad	4.07	1.07	0.77	Adecuado
<b>Sistema de calidad</b>	Claridad	4.07	1.17	0.77	Adecuado
	Pertinencia	4.07	1.17	0.77	Adecuado
	Aplicabilidad	4	1.07	0.75	Adecuado
<b>Incidentes y accidentes</b>	Claridad	4.27	1.02	0.82	Adecuado
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.27	1.02	0.82	Adecuado
<b>Evaluación de seguridad</b>	Claridad	4.27	1.02	0.82	Adecuado
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.27	1.02	0.82	Adecuado
<b>Capacitación del personal</b>	Claridad	3.73	1.18	0.68	Suficiente
	Pertinencia	4.2	1.02	0.8	Adecuado
	Aplicabilidad	4.2	1.02	0.8	Adecuado

**Tabla 7.** Resultados de validación por parte de los OPR. (Kimberly Aizpurúa, 2025)

- **Análisis general de los resultados de validación**

El proceso de validación realizado por quince Oficiales de Protección Radiológica permitió evaluar la claridad, pertinencia técnica y aplicabilidad práctica del Manual de Protección Radiológica propuesto para el Departamento de Imagenología del Hospital Regional Nicolás A. Solano. En términos generales, los resultados evidencian una valoración favorable en la mayoría de los capítulos, con medias

superiores a 4.0 y coeficientes V de Aiken situados dentro del rango interpretado como “Adecuado”, lo que indica que el instrumento posee solidez técnica y se encuentra alineado con las exigencias regulatorias nacionales.

Los capítulos: vigilancia radiológica por área, diseño, incidentes y accidentes, evaluación de seguridad y capacitación del personal obtuvieron los niveles más altos de aceptación, con medias entre 4.13 y 4.33 y coeficientes V de Aiken entre 0.78 y 0.83. Esto demuestra que los OPR consideran estos apartados como claros, pertinentes y directamente aplicables en un entorno hospitalario, siendo consistentes con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud y las Normas Básicas de Protección Radiológica.

En contraste, capítulos como: dosimetría personal, métodos prácticos de protección radiológica y principios básicos de protección radiológica presentaron valores ligeramente menores, con medias entre 3.60 y 3.87 y coeficientes de Aiken entre 0.65 y 0.72. Aunque, estos resultados continúan dentro del rango “Suficiente”, señalaron áreas donde la claridad o la precisión técnica podían fortalecerse. En atención a estas observaciones, se realizaron los ajustes pertinentes en la redacción, ampliación conceptual y alineación normativa de dichos capítulos, incorporando directamente las recomendaciones emitidas por los OPR durante el proceso de validación. Esto permitió elevar la consistencia interna del manual y reforzar su coherencia con el marco regulatorio vigente.

La desviación estándar observada se mantuvo en valores bajos, lo que refleja poca dispersión entre las respuestas y una alta concordancia en la percepción de los evaluadores. Asimismo, el hecho de que la mayoría de los valores del coeficiente V de Aiken superen el umbral de aceptación confirma la validez técnica y conceptual del documento.

**CAPÍTULO VI**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

La realización de la investigación, “Propuesta de un programa de protección radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano” permitió identificar, confirmar y abordar de manera estructurada la necesidad de establecer un sistema formal que garantice la seguridad radiológica del personal ocupacionalmente expuesto, de los acompañantes de pacientes y de los miembros del público. La ausencia inicial de procedimientos normalizados y de un manual integral constituyó uno de los hallazgos principales y justificó plenamente el desarrollo de esta propuesta.

El diseño del manual permitió cumplir con el objetivo general del estudio, consolidando un documento compuesto por trece capítulos que abarcan desde la descripción detallada de la instalación hasta la gestión de incidentes, la vigilancia dosimétrica, la clasificación de áreas, la capacitación y la evaluación de seguridad. Cada capítulo fue fundamentado en el marco legal vigente, específicamente el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010, la Resolución N.º 27 de 1995, la Resolución N.º 8 de 1996, además de las disposiciones complementarias y las guías técnicas emitidas por organismos internacionales especializados.

En cuanto a los objetivos específicos, se logró establecer las responsabilidades del titular, del EPR y del POE; describir las características técnicas de las fuentes generadoras de radiación; estructurar los métodos de protección radiológica aplicados al contexto del hospital; organizar el programa de dosimetría y vigilancia radiológica; y desarrollar los lineamientos de diseño, señalización y clasificación de áreas. Estos resultados demuestran que todos los objetivos planteados al inicio fueron alcanzados satisfactoriamente.

La validación realizada con quince Oficiales de Protección Radiológica aportó un hallazgo fundamental. El análisis permitió evaluar la claridad, pertinencia técnica y aplicabilidad práctica del documento, evidenciando un alto nivel de aceptación en la mayoría de los capítulos. Aquellos apartados que obtuvieron puntuaciones menores fueron revisados y mejorados tomando en consideración las observaciones de los

expertos, lo que fortaleció la versión final del manual y aumentó su coherencia y utilidad operativa.

Como aporte adicional, la inclusión de un glosario de términos facilita la comprensión del manual por parte del personal técnico y contribuye al uso adecuado de los conceptos fundamentales. Asimismo, el programa propuesto tiene un carácter práctico y aplicable de forma inmediata, ofreciendo una herramienta real para mejorar la supervisión, la seguridad y la organización del Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

## **RECOMENDACIONES**

Con base en, los resultados del diagnóstico realizado en el servicio de imagenología y en la validación del programa por los Oficiales de Protección Radiológica, se recomienda al Hospital Nicolás A. Solano iniciar un proceso progresivo de implementación del Programa de Protección Radiológica, orientado a fortalecer la seguridad radiológica del personal ocupacionalmente expuesto, los pacientes y el público en general.

Para ello, resulta fundamental la designación formal de un Encargado u oficial de protección radiológica que asuma la supervisión técnica del programa y coordine las acciones relacionadas con el cumplimiento de la normativa vigente. El profesional designado podrá apoyarse en el manual desarrollado en esta investigación como guía técnica inicial para estructurar los procedimientos internos y adaptarlos a las condiciones operativas del hospital.

Se recomienda establecer un programa permanente de capacitación en protección radiológica dirigido al personal ocupacionalmente expuesto, conforme a lo establecido en la Resolución N.º 3142 de 2017, reforzando los principios de justificación, optimización y limitación de dosis, así como el uso correcto del equipo de protección personal y del dosímetro.

Una vez designado el Encargado u Oficial de Protección Radiológica, se recomienda que establezca el sistema de control dosimétrico del personal ocupacionalmente expuesto, supervisando el uso correcto del dosímetro personal, la revisión periódica de los reportes dosimétricos emitidos por el proveedor autorizado y la investigación de valores elevados o inconsistentes, a fin de identificar sus causas y aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Se sugiere fortalecer la señalización de las áreas con riesgo radiológico, clasificar y delimitar zonas controladas y supervisadas, restringir el acceso a personal no autorizado y mantener protocolos estandarizados para la atención de pacientes, reduciendo repeticiones de estudios y exposiciones innecesarias.

Además, se recomienda implementar procedimientos escritos para la notificación, registro, análisis e investigación de incidentes o accidentes radiológicos, incluyendo acciones correctivas y preventivas, de manera que se asegure la trazabilidad de los eventos y la mejora continua del sistema.

Finalmente, se recomienda realizar auditorías internas periódicas del cumplimiento del Programa de Protección Radiológica y revisar el manual al menos una vez al año, incorporando cambios derivados de actualizaciones normativas, resultados dosimétricos, auditorías e incidentes reportados, así como avances tecnológicos, con el fin de garantizar la sostenibilidad del programa y su mejora continua dentro de la institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agency, International Atomic Energy. (s.f.). *Safety standards*.  
<https://www.iaea.org/resources/safety-standards>
- Andrade, J. A. (2022). *Implementación de protección radiológica para el personal ocupacionalmente expuesto y usuarios del servicio de radiología del C.D.I 'Capitán de Navío Manuel Ponte Rodríguez', Urbanización Portuario II*.  
<https://www.docsity.com/es/docs/proteccion-radiologica-en-el-servicio-de-radiologia-del-cdi-capitan-de-navio/10329270/>
- Aspromedica Dosimetría. (2019). Dosimetría tipo película.  
[https://aspromedica.com/dosimetria\\_pelicula.html](https://aspromedica.com/dosimetria_pelicula.html)
- Attix, F. H. (2004). *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*. Wiley-VCH.
- Barbosa, P. L. (2017). *Implementação de um programa de proteção radiológica no setor de hemodinâmica de um hospital universitário*.  
<https://repositorio.unifesp.br/items/09c2121b-5dcf-4681-b77f-4e17ec668133>
- Better20. (2012). *Protección radiológica*. <https://better.cl/proteccion-radiologica/>
- Bushong, S. C. (2017). *Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection (11th ed.)*. Elsevier.
- Chávez, W. A. (2016). *Aplicación de las normas en bioseguridad radiológica del personal- Tesis de maestría*. Perú: Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/22227>
- Clínica de Universidad Navarra. (s.f.). *Definición y unidades de la dosis equivalente*.  
<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/dosis-equivalente#:~:text=La%20dosis%20equivalente%20se%20define,de%20calidad%20o%20peso%20radiol%C3%B3gico.>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (2010). Dosis de radiación.  
<https://www.csn.es/documents/10182/914805/Dosis%20de%20radiaci%C3%B3n>
- Consejo de seguridad nuclear. (s.f.). *Protección radiológica*. <https://www.csn.es/proteccion-radiologica>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (s.f.). *Protección radiológica*. <https://www.csn.es/proteccion-radiologica#:~:text=La%20protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica%20es%20una,la%20exposici%C3%B3n%20a%20radiaciones%20ionizantes.>
- Consejo de seguridad nuclear. (s.f.). *Qué es una emergencia radiológica*.  
<https://www.csn.es/emergencias/que-es-una-emergencia-radiologica#:~:text=Una%20emergencia%20radiol%C3%B3gica%20es%20el,poblaci%C3%B3n%20o%20el%20medio%20ambiente.>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (s.f.). *Red ALARA*. <https://www.csn.es/proteccion-radiologica/trabajadores/red-alara>

- Dartnell, L. R. (2 de agosto de 2011). Ionizing Radiation and Life. <https://doi.org/https://doi.org/10.1089/ast.2010.0528>
- Diccionario de la lengua española. (s.f.). *Dosímetro*. <https://dle.rae.es/dos%C3%ADmetro>
- Diccionario de la lengua española. (s.f.). *Licenciamiento*. <https://dle.rae.es/licenciamiento>
- Director General de Salud - Jorge Montalván. (1996). Resolución N°8 del 11 de julio de 1996 - Por la cual se aprueba el reglamento N°100 de notificación, registro y licenciamiento de materiales radiactivos, aparatos o equipos que generan radiación ionizante . <https://capac.org/wp-content/uploads/2022/12/3-Licenciamiento-de-Materiales-Reactivos-Resolucio%CC%81n-8-1996.pdf>
- Director General de Salud Pública - Dr. Carlos N. Gálvez - Ministerio de Salud . (2014). Resolución No. 0374 de 25 de marzo de 2014 . [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0374.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0374.pdf)
- Directora General de Salud Pública - Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona. (2017). *Resolución No.0026 De 11 de enero de 2017, Que reglamenta la categorización del personal de Protección Radiológica*. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0026\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0026_proteccion_radiologica.pdf)
- Echanique, R. E. (2018). *Dosimetría Radiológica*. Edifarm. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0ddac459-675a-40e0-8a5c-4bcc2ad542c5/content>
- Elsevier. (s.f.). *Notificación y registro*. <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-el-informe-radiologico-estructura-estilo-S0033833822000510>
- Environmental Protection Agency (EPA). (12 de enero de 2017). *Radiological Emergency Response Plan (EPA-RERP)*.
- Fernando García Escandón, María Amparo Fernández González, Rafael Castell Salvá, Agustín Valls Fontanals. (2021). Protocolos de vigilancia sanitaria específica. <https://doi.org/https://www.sanidad.gob.es/areas/saludLaboral/guiasVigiTrabajadores/protocolosVigilancia/docs/radiacio.pdf>
- Fernando Tomasina, Amalia Laborde ; Freddy Spontón; Daniel Blanco ; Carlos Pintado; Nurit Stolovas; Nancy Satragno. (2010). Vigilancia de la exposición a radiaciones ionizantes en el personal universitario de la salud. [https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662010000100012](https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662010000100012)
- ForoNuclear. (s.f.). *Zona controlada*. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/glosario-de-terminos/zona-controlada/#:~:text=Zona%20o%20%C3%A1rea%20de%20la,normas%20de%20prot ecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica%20apropiadas.>

- Franklin Vergara - Ministro de Salud. (16 de agosto de 2010). *Decreto Ejecutivo N°770 - Que adopta el Reglamento de Protección Radiológica*.  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_770\\_reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_770_reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)
- Gaceta Oficial Digital. (17 de agosto de 2010). *Decreto Ejecutivo N° 770 (De viernes 16 de agosto de 2010) Que adopta el Reglamento de Protección Radiológica*.  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_770\\_reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_770_reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)
- Guo, X. L. (2020). *Discussion on Radiation Protection System from Ethical Issues*.  
[https://www.researchgate.net/profile/Xutong-Li-4/publication/259195136\\_Discussion\\_on\\_Radiation\\_Protection\\_System\\_from\\_Ethical\\_Issues/links/0c96052a5d5749b114000000/Discussion-on-Radiation-Protection-System-from-Ethical-Issues.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Xutong-Li-4/publication/259195136_Discussion_on_Radiation_Protection_System_from_Ethical_Issues/links/0c96052a5d5749b114000000/Discussion-on-Radiation-Protection-System-from-Ethical-Issues.pdf)
- Holt, R. &. (1980). *Participant Observation*. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2392270>
- Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). *Dosis efectiva de radiación*.  
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/dosis-efectiva-de-radiacion>
- Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). *Radiación Ionizante*.  
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/radiacion-ionizante>
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2003). *Training Material on Radiation Protection in Diagnostic and Interventional Radiology*.
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. Vienna. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. Vienna. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards - General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3*. Vienna. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards - GSR Part 3*.  
[https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (GSR Part 3)*.

- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards General Safety Requirements Part 3 No. GSR Part 3*. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578\\_web-57265295.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2018). *Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation - Specific Safety Guide No. SSG-46*. [https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775\\_web.pdf](https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2022). *Colección de Normas de Seguridad No. GSG-7 Safety Standards Series*. <https://www.iaea.org/es/publications/13573/proteccion-radiologica-ocupacional>
- International Atomic Energy Agency. (s.f.). *Radiation - what patients need to know*. <https://www.iaea.org/resources/rpop/patients-and-public/about-radiation>
- International Commission on Radiological Protection. (2007). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103)*. Elsevier.
- International Commission on Radiological Protection. (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. [https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB\\_37\\_2-4](https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_37_2-4)
- International Society of Radiographers and Radiological Technologists & World Health Organization. (2023). *Guidance on Quality Control Processes for Imaging in Diagnostic Radiology*.
- Irene Mas Muñoz, M<sup>a</sup> del Carmen Pujades Claumarchirant. (2021). Dosímetro personal de anillo. [file:///C:/Users/kimya/Downloads/Dosimetro\\_Anillo.pdf](file:///C:/Users/kimya/Downloads/Dosimetro_Anillo.pdf)
- Jae Hun Kim. (2018). *Three principles for radiation safety: time, distance, and shielding*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6037814/>
- Jason vonEhr. (2024). STUCK HDR SOURCE AT UHC EN56477. [https://www.agreementstates.org/uploads/1/1/8/4/118443122/th\\_1025\\_oas\\_seminar\\_august\\_2024\\_v1.2\\_-vonehr.pdf](https://www.agreementstates.org/uploads/1/1/8/4/118443122/th_1025_oas_seminar_august_2024_v1.2_-vonehr.pdf)
- K. Z. Morgan & J. E. Turner, John Wiley & Sons. (1968). Principles of Radiation Protection.
- K.Z. Morgan and J.E Turner, John Wiley and Sons. (1968). Principles of Radiation Protection.
- Kerlinger, F. N. (2002). *Investigación del comportamiento, cuarta edición*. California, United States: McGraw-Hill. <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- Levy, D. S. (2015). *Informatização e unificação dos programas de proteção radiológica: monitoramento das radiações ionizantes e sua otimização*. <file:///C:/Users/kimya/Downloads/2015LevyInformatizacao.pdf>

- Meneses, M. (20 de septiembre de 2017). Sistema vigilancia epidemiológica radiación ionizante. [https://issuu.com/pablogiraldo/docs/sistema\\_vigilancia\\_epidemiologica\\_r](https://issuu.com/pablogiraldo/docs/sistema_vigilancia_epidemiologica_r)
- Milena Rodríguez, F. M. (2018). *Diseño de investigación de corte transversal*. file:///C:/Users/kimya/Downloads/368-Texto%20del%20art%C3%ADculo-646-1-10-20210506.pdf
- Ministerio de Salud - Cirilio Lawson. (s.f.). *Resolución No. 471*. [https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26400\\_A/23058.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26400_A/23058.pdf)
- Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalvan. (1995). *Resolución No.27 de 1995 - Por medio de la cual se adopta las normas básicas de protección radiológica No.110*. <https://capac.org/wp-content/uploads/2022/12/1-Normas-Ba%CC%81sicas-de-Proteccio%CC%81n-Radiolo%CC%81gica-Resolucio%CC%81n-27-1995.pdf>
- Ministerio de Salud - Director General de Salud - Dr. Carlos Gálvez. (2014). *Resolución No.0374 de 25 de marzo de 2014*. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0374.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0374.pdf)
- Ministerio de Salud - Director General de Salud - Dr. Cirilo Lawson. (2009). Resolución No.389 (De 25 de mayo de 2009) - Por medio de la cual se faculta a profesionales idóneos en Salud Radiológica. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/alertas/resolucion\\_389\\_-\\_25-05-09.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/alertas/resolucion_389_-_25-05-09.pdf)
- Ministerio de Salud - Directora General de Salud - Dra. Itza Barahona. (2017). *Resolución No.0025 De 11 de enero de 2017, Que reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante*. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta\\_28204\\_fuentes\\_de\\_radiacion.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta_28204_fuentes_de_radiacion.pdf)
- Ministerio de Salud - Directora General de Salud - Dra. Itza Barahona. (2017). *Resolución No.0025 De 11 de enero de 2017, Que reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante, Artículo 2*. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta\\_28204\\_fuentes\\_de\\_radiacion.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta_28204_fuentes_de_radiacion.pdf)
- Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona de Mosca - Directora General de Salud Pública. (2017). Resolución No. 0025 de 11 de enero de 2017 - Que reglamenta la categorización de las fuentes de radiación ionizante. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta\\_28204\\_fuentes\\_de\\_radiacion.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/gaceta_28204_fuentes_de_radiacion.pdf)
- Ministerio de Salud - Dra. Itza Barahona de Mosca - Directora General de Salud Pública. (2017). Resolución No. 0026 de 11 de enero de 2017 - Que reglamenta la categorización del personal encargado de Protección Radiológica. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0026\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0026_proteccion_radiologica.pdf)

- Ministerio de Salud - Dra. Ivette Berrío Aquí . (19 de Diciembre de 2023). *Resolución No. 15 de 19 de diciembre de 2023 - Que Reconoce La Especialidad De Protección Radiológica En La República De Panamá Y Dicta Otras Disposiciones.*  
<https://www.minsa.gob.pa/normatividad/resolucion-ndeg-15-de-martes-19-de-diciembre-de-2023-que-reconoce-la-especialidad-de>
- Ministerio de Salud - Dra. Ivette Berrío Aquí . (2023). Resolución No.15 de 19 de Diciembre de 2023 - Que reconoce la especialidad de protección radiológica en la República de Panamá y dicta otras disposiciones.  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/normatividad/resolucion\\_no\\_15\\_de\\_19\\_de\\_diciembre\\_de\\_2023\\_-\\_reconoce\\_especialidad\\_de\\_proteccion\\_radiologica\\_-\\_normativa.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/normatividad/resolucion_no_15_de_19_de_diciembre_de_2023_-_reconoce_especialidad_de_proteccion_radiologica_-_normativa.pdf)
- Ministerio de Salud - Jorge Montalvan - Director General de la Salud. (1996). *Resolución No.8 del 11 de julio de 1996 - Por medio de la cual se aprueba el reglamento N°100 de notificación, registro y licenciamiento de materiales radioactivos, aparatos o equipos que generan radiación ionizante.* <https://capac.org/wp-content/uploads/2022/12/3-Licenciamiento-de-Materiales-Reactivos-Resolucio%CC%81n-8-1996.pdf>
- Ministerio de Salud - Jorge Montalvan - Director General de Salud. (1995). Resolución No.27 de 24 de octubre de 1995 - Por medio de la cual se adopta las normas básicas de protección radiológica.  
[https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA\\_Res\\_27\\_de\\_1995\\_Norma%20basica%20proteccion%20radiologica.pdf](https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_Res_27_de_1995_Norma%20basica%20proteccion%20radiologica.pdf)
- Ministerio de Salud - Jorge Montalvan - Director General de Salud. (1995). Resolución No.27 de 24 de Octubre de 1995 - Por medio de la cual se adopta las normas básicas de protección radiológica No.110 - Sección 3a. 18 - 20.  
[https://doi.org/https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA\\_Res\\_27\\_de\\_1995\\_Norma%20basica%20proteccion%20radiologica.pdf](https://doi.org/https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_Res_27_de_1995_Norma%20basica%20proteccion%20radiologica.pdf)
- Ministerio de Salud - Jorge Montalvan - Director General de Salud. (1996). *Resolución No.8 del 11 de julio de 1996 - Por medio de la cual se aprueba el reglamento N°100 de notificación, registro y licenciamiento de materiales radioactivos, aparatos o equipos que generan radiación ionizante - Capítulo 2, Sección 2a.* <https://capac.org/wp-content/uploads/2022/12/3-Licenciamiento-de-Materiales-Reactivos-Resolucio%CC%81n-8-1996.pdf>
- Ministerio de Salud - Presidente de la República - Juan Carlos Varela. (15 de Abril de 2016). *Decreto ejecutivo No. 122 de viernes 15 de abril de 2016 - Que modifica el artículo 12 del decreto ejecutivo 770 de 16 de agosto de 2010 que adopta el reglamento de protección radiológica.*  
[https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28014\\_B/GacetaNo\\_28014b\\_20160420.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28014_B/GacetaNo_28014b_20160420.pdf)
- Ministerio de Salud - Presidente de la República - Ricardo Martinelli. (2010). *Decreto Ejecutivo N° 770 (De viernes 16 de agosto de 2010) Que adopta el Reglamento de Protección*

*Radiológica*. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_770\\_reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_770_reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)

Ministerio de Salud - Ricardo Martinelli - Presidente de la República. (2010). Decreto Ejecutivo N° 770 de 16 de agosto de 2010 – Que adopta el Reglamento de Protección Radiológica: . [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_770\\_reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_770_reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)

Ministerio de salud. (1992). *Decreto Ejecutivo No. 1194 (Del 03 de diciembre del 1992) Capítulo 1, Artículo 1,2,3,4.*  
[https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA\\_1194-de-1992\\_Reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_1194-de-1992_Reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)

Ministerio de Salud. (1992). *Decreto Ejecutivo No.1194 (De 3 de diciembre de 1992) - Por el cual se establece el reglamento de protección radiológica.*  
[https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA\\_1194-de-1992\\_Reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_1194-de-1992_Reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)

Ministerio de Salud. (1995). *Resolución No. 27 del 26 de julio de 1995. Normas básicas de protección radiológica.*

Ministerio de Salud. (1998). Resolución N°69 de 1998 por el cual se aprueba el reglamento para la planificación, preparación y respuesta a situaciones de emergencias radiológicas. <https://vlex.com.pa/vid/respuesta-situaciones-radiologicas-31264890>

Ministerio de Salud. (2012-2025). *Departamento de Salud Radiológica.*  
<https://www.minsa.gob.pa/informacion-salud/departamento-de-salud-radiologica>

Ministerio de Salud. (2017). Resolución N° 3142. Que reglamenta los requisitos de capacitación del personal ocupacionalmente expuesto (poe) a radiaciones ionizantes. <https://vlex.com.pa/vid/resolucion-n-3142-reglamenta-905399307>

Ministerio de Salud de Panamá / Gaceta Oficial de Panamá. (2012). *Resolución No. 0408 del 4 de mayo de 2012, por la cual se establecen los requisitos del servicio de dosimetría personal y las normas de protección radiológica en el territorio nacional.*

Ministerio de Salud de Panamá. (1995). *Resolución N° 27 de 1995: Normas Básicas de Protección Radiológica. Gaceta Oficial de Panamá.*

Ministerio de Salud de Panamá. (Agosto de 2010). *Decreto Ejecutivo N° 770 (De viernes 16 de agosto de 2010) Que adopta el Reglamento de Protección Radiológica.*  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto\\_ejecutivo\\_770\\_reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/decreto_ejecutivo_770_reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)

Ministerio de Salud de Panamá. (2014). *Resolución No.0374, 25 de marzo de 2014, derivada de la Resolución No.08 de 11 de julio de 1996.*  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0374.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0374.pdf)

- Ministerio de Salud de Panamá. (2017). *Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica (Resolución N.º 0026 del 11 de enero de 2017)*.
- Ministerio de Salud. (s.f.). *Decreto Ejecutivo No. 1194 (De 03 de diciembre del 1992) Capítulo IV, Artículo 14, 15.*  
[https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA\\_1194-de-1992\\_Reglamento\\_de\\_proteccion\\_radiologica.pdf](https://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_1194-de-1992_Reglamento_de_proteccion_radiologica.pdf)
- Ministerio de Salud, Panamá, publicado en la Gaceta Oficial No. 27038-B del 21 de mayo de 2012. (12 de Mayo de 2012). *Resolución No. 0408 del 4 de mayo de 2012 que establece los requisitos para la obtención del servicio de dosimetría personal.*
- Ministerio de Salud. Director General de Salud Pública - Eduardo Lucas Mora. (2012). Resolución N°0408 de 2012 - Que establece los requisitos para la obtención de autorización para la prestación del servicio de dosimetría personal.  
[https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/27038\\_B/GacetaNo\\_27038b\\_20120521.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/27038_B/GacetaNo_27038b_20120521.pdf)
- Ministro de Salud - Francisco Javier Terrientes. (2016). Decreto Ejecutivo N°122 de 2016 - Que modifica el artículo 12 del Decreto Ejecutivo N°770.  
[https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28014\\_B/GacetaNo\\_28014b\\_20160420.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28014_B/GacetaNo_28014b_20160420.pdf)
- Ministro de Salud - Fernando Boyd Galindo. (20 de Agosto de 2024). *Resolución No. 495 de 20 de agosto 2024 - Que aprueba medidas sanitarias en instalaciones radiológicas de salud del sector público y privado y se deroga la Resolución No. 136 de 09 de abril de 2024.*  
[https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/normatividad/resolucion\\_no\\_495\\_de\\_20\\_de\\_agosto\\_de\\_2024\\_-\\_aprueba\\_medidas\\_sanitarias\\_en\\_las\\_instalaciones\\_radiologicas\\_publicas\\_y\\_privadas.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/normatividad/resolucion_no_495_de_20_de_agosto_de_2024_-_aprueba_medidas_sanitarias_en_las_instalaciones_radiologicas_publicas_y_privadas.pdf)
- National Council on Radiation Protection and Measurements. (2004). *Report No. 147: Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities. Bethesda, MD: NCRP.*
- National Council on Radiation Protection and Measurements. (2004). *Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV (NCRP Report No. 147).*
- National council on radiation protection and measurements. (2015). *Informe n.º 147 del NCRP: Diseño de blindaje estructural para instalaciones de imágenes médicas por rayos X.* <https://ncrponline.org/publications/reports/ncrp-reports-147/>
- Olabuénaga, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa, 5a edición.* Bilbao: Universidad de Deusto.  
<https://books.google.es/books?id=WdaAt6ogAykC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Oppenheim, A. N. (1992). *Cuestionarios y encuestas: Investigación social - 2da edición*. McGraw-Hill. <https://dimas0709.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/02/a-n-oppenheim-questionnaire-design-interviewing-and-attitude-measurement-1992.pdf>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (1996). *Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (Safety Series No. 115)*.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2003). *Control de calidad en radiodiagnóstico: Guía práctica para pruebas básicas. Publicación Serie Seguridad No. 457*.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2010). *Protección radiológica relacionada con la exposición médica a la radiación ionizante - Colección de Normas de Seguridad No. RS-G-1.5*. <https://www.iaea.org/es/publications/6315/proteccion-radiologica-relacionada-con-la-exposicion-medica-a-la-radiacion-ionizante>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2013). *Programa nacional de protección radiológica en las exposiciones médicas*. Viena. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710_web.pdf)
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2013). *Programa nacional de protección radiológica en las exposiciones médicas*. Viena. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710_web.pdf)
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2014). *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (Colección de Normas de Seguridad del OIEA, Serie GSR Parte 3)*.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2014). *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (Colección de Normas de Seguridad del OIEA, Serie GSR Parte 3)*.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2014). *Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad*.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2024). *¿Qué son las fuentes radiactivas?* <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-son-las-fuentes-radiactivas#:~:text=Las%20fuentes%20radiactivas%20contienen%20material,que%20se%20fabric%C3%B3%20la%20fuente>.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (s.f.). *Regulación Radiológica*. <https://www.iaea.org/es/recursos/proteccion-radiologica-de-los-pacientes/recursos/normas-internacionales-de-seguridad/exposicion-medica>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (s.f.). *Responsable de protección radiológica*. <https://www.iaea.org/es/temas/proteccion-radiologica>

- Organización Internacional de Energía Atómica. (2013). *Programa nacional de Protección radiológica en las exposiciones médicas*. Vienna. [https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710\\_web.pdf](https://doi.org/https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1710_web.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (27 de Julio de 2023). *Efectos en la salud de las radiaciones ionizantes*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>
- Organización Mundial de la Salud. (8 de Noviembre de 2012). *Día de la Radiografía: dos tercios de la población mundial no tiene acceso al diagnóstico por imagen*. <https://www.paho.org/es/noticias/8-11-2012-dia-radiografia-dos-tercios-poblacion-mundial-no-tiene-acceso-al-diagnostico-por>
- Organización Mundial de la Salud. (7 de Julio de 2023). *Radiación y Salud*. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/radiation-and-health>
- Othman, S. A. (2023). Effectiveness Management of Radiation Protection Programme: A Short Review. 8. <https://doi.org/10.31436/ijcs.v6i3.306>
- Pública, D. C.-D. (2014). Resolución N° 374 - Modifica la Resolución No. 8 del 11 de julio de 1996, que aprobó el Reglamento No. 100 sobre notificación, registro y licenciamiento de materiales radiactivos y equipos. [https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion\\_0374.pdf](https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/resolucion_0374.pdf)
- Repositorio Digital UCE. (s.f.). *Diccionario de protección radiológica*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e76bb639-4182-4227-b243-57870f23beb2/content>
- Salazar, N. C. (2016). *Evaluación de la seguridad radiológica en un hospital de primer nivel de atención*. Hospital El Buen Samaritano, Amazonas. <https://doi.org/https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RICS/article/view/299>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación, 6a edición*. México: McGRAW-HILL. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Shuttleworth, M. (2020). *Diseño de Investigación de un Estudio de Caso* . <https://explorable.com/es/print/disenio-de-investigacion-de-un-estudio-de-caso>
- Sociedad Nuclear Española. (s.f.). *Zona Supervisada*. <https://www.sne.es/diccionario-nuclear/zona-supervisada/>
- Societie, I. F. (2015). *Nuclear and Radiological Emergency Guidelines: Preparedness, Response and Recovery*.
- Turner, J. E. (2007). *Atoms, Radiation, and Radiation Protection (3rd ed.)*. Wiley-VCH.

Villiacis, W. (Abril de 2019). Implementación de un programa de protección radiológica en los laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante en la Escuela Politécnica Nacional.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33333/rp.vol43n1.932>

World Health Organization. (2016). *Radiation Risk Communication in Paediatric Imaging: Information to Support Healthcare Discussions About Benefit and Risk.*

World Health Organization. (2019). *Global Initiative on Radiation Safety in Health Care Settings.* <https://www.who.int/initiatives/global-initiative-on-radiation-safety-in-health-care-settings>




## ANEXO 1.

# PROPUESTA DE MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA EL DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGÍA DEL HOSPITAL REGIONAL NICOLÁS A. SOLANO



Realizado por: Kimberly Aizpurúa – Estudiante en la Universidad Latina Panamá

*El contenido de este manual ha sido revisado y validado por Oficiales de Protección  
Radiológica reconocidos por el Ministerio de Salud.*

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 02 de 58

## ÍNDICE GENERAL


CAPÍTULO I. Descripción de la instalación.....	03
CAPÍTULO II. Estructura organizativa .....	03
CAPÍTULO III. Características técnicas de las fuentes .....	10
CAPÍTULO IV. Magnitudes y unidades de la radiación .....	11
CAPÍTULO V. Principios básicos de protección radiológica .....	12
CAPÍTULO VI. Métodos prácticos de protección radiológica .....	19
CAPÍTULO VII. Dosimetría personal .....	21
CAPÍTULO VIII. Vigilancia radiológica por área .....	28
CAPÍTULO IX. Diseño y clasificación de áreas .....	34
CAPÍTULO X. Sistema de calidad .....	41
CAPÍTULO XI. Incidentes y accidentes .....	46
CAPÍTULO XII. Evaluación de seguridad .....	51
CAPÍTULO XIII. Capacitación y adiestramiento del personal .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del Departamento de Imagenología del HRNAS.....	06
Figura 2. Límites de dosis para POE .....	13
Figura 3. Límites de dosis para estudiantes .....	14
Figura 4. Límites de dosis para estudiantes .....	15
Figura 5. Flujograma del proceso durante las exposiciones médicas .....	17
Figura 6. Métodos prácticos de protección radiológica .....	19
Figura 7. Plano del Departamento de Imagenología .....	34
Figura 8. Plano del Departamento de Imagenología en 3D .....	35
Figura 9. Plano con señalización de radiación y luz piloto de alarma.....	36
Figura 10. Símbolo de radiación ionizante .....	39
Figura 11. Cronograma de mantenimiento preventivo (EMSA) .....	42
Figura 12. Cronograma de mantenimiento preventivo (Biomedical Support).....	43
Figura 13. Cronograma de mantenimiento preventivo (Reserma).....	43
Figura 14. Flujo de prevención de incidentes.....	48
Figura 15. Pasos a seguir en caso de eventos externos o catástrofes.....	49
Figura 16. Equipo de protección personal.....	50
Figura 17. Pantalla móvil.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipos que producen radiación ionizante.....	10
Tabla 2. Equipos del Departamento de Imagenología.....	11
Tabla 3. Datos del generador de radiación ionizante por equipo.....	11
Tabla 4. Magnitudes y unidades de la radiación.....	12
Tabla 5. Restricción de dosis .....	18
Tabla 6. Clasificación según la extensión del área del suceso.....	52

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 03 de 58

## **PROPUESTA DE MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA EL DPTO. DE IMAGENOLOGÍA EN EL HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO**

### **CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**


El Hospital Regional Nicolás A. Solano es una instalación pública de salud de nivel regional, ubicada en la provincia de Panamá Oeste. Su función principal es ofrecer servicios médicos integrales a la comunidad, garantizando una atención accesible y de calidad. Con el paso de los años, el hospital ha atravesado diversas transformaciones y procesos de expansión orientados a responder al crecimiento poblacional y a las necesidades sanitarias del área. Estas mejoras han permitido incorporar nuevas infraestructuras, ampliar los servicios disponibles y fortalecer el equipo con nuevos profesionales, manteniendo el compromiso institucional de contar con tecnología adecuada para brindar una atención segura y eficiente.

El Departamento de Imagenología forma parte esencial de esta estructura hospitalaria. Se encuentra ubicado en el primer piso del Hospital Nicolás A. Solano, contiguo al Departamento de Cuidados Intensivos, lo cual facilita el acceso oportuno a estudios diagnósticos para pacientes en condiciones críticas y para las demás áreas clínicas.

### **CAPÍTULO II. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

#### **Introducción**

Es innegable que el empleo de fuentes de radiación ionizante ha experimentado un constante incremento en las últimas décadas, y el desarrollo científico y tecnológico continúa abriendo nuevas posibilidades de aplicación. Por ello, resulta indispensable proveer al ser humano y al medio ambiente de un adecuado sistema

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 04 de 58


de protección contra estas radiaciones, sin limitar los beneficios prácticos derivados de su uso. (Agency, International Atomic Energy, s.f.)

Este manual se fundamenta en el marco regulatorio vigente de la República de Panamá en materia de protección radiológica. Su base principal es el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010, que establece el reglamento nacional para el uso seguro de radiaciones ionizantes y define las responsabilidades de las instituciones, los operadores y la autoridad sanitaria. Se incorporan también los lineamientos de la Resolución N.º 27 de 1995, que adopta las Normas Básicas de Protección Radiológica N.º 110 como estándar nacional, así como las disposiciones administrativas de la Resolución N.º 8 de 1996, reglamento que regula la notificación, el registro y el licenciamiento de materiales radiactivos y equipos generadores de radiación.

De igual forma, se integran las normativas complementarias emitidas posteriormente, entre ellas la Resolución N.º 69 de 1998, referente a la planificación y respuesta ante emergencias radiológicas; la Resolución N.º 0408 de 2012, que regula las condiciones para la prestación del servicio de dosimetría; y las Resoluciones N.º 0025 y N.º 0026 de 2017, que establecen la categorización de las fuentes de radiación ionizante y del personal responsable de protección radiológica. Finalmente, se incluye la Resolución N.º 3142 de 2017, que define los requisitos de capacitación obligatoria para el personal ocupacionalmente expuesto. En conjunto, estas disposiciones conforman el marco normativo que orienta la elaboración y aplicación del presente manual.

## **Objetivo**

El objetivo de este manual general es establecer las directrices para la aplicación de la normativa básica relativa a la protección contra los riesgos derivados de la

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 05 de 58

exposición a la radiación ionizante, específicamente a las instalaciones radiológicas hospitalarias, sus trabajadores expuestos, paciente y público.


### **Alcance**

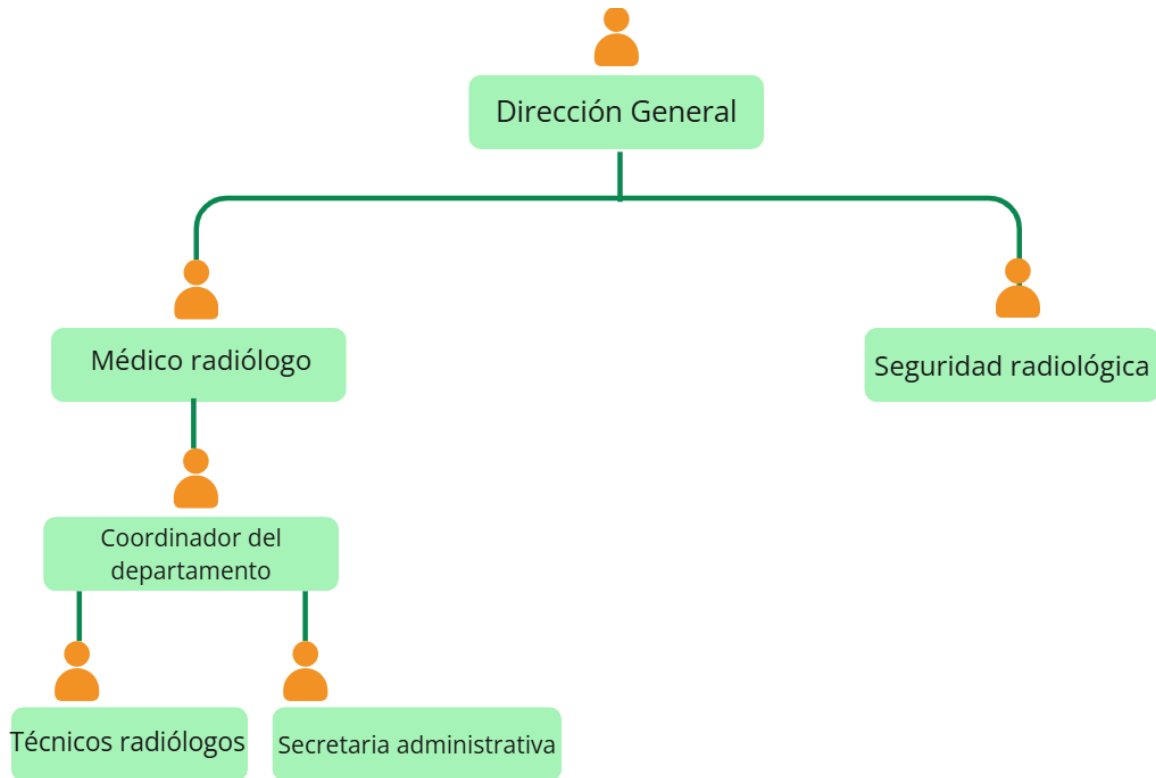
Este Manual de Protección Radiológica está dirigido a todo el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) a las radiaciones ionizantes de los equipos del Departamento de Imagenología.

Todos los trabajadores expuestos a la radiación ionizante deberán conocer y tener acceso a este manual. Es obligatorio comunicarles su existencia y contenido antes de que inicien sus funciones en sus respectivos puestos de trabajo.

### **Organigrama**

El Organigrama del Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás Solano se muestra en la Figura N°1.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 06 de 58




**Figura N°1:** Organigrama del Departamento de Imagenología del HRNAS.

### Responsabilidades y funciones

Las responsabilidades y funciones en materia de Protección Radiológica de los distintos profesionales implicados son:


➤ **Titular de la autorización / director Médico**

El titular, como máxima autoridad responsable de la instalación y representante legal ante la Autoridad Reguladora, tiene la obligación de asegurar el cumplimiento de todas las disposiciones contenidas en el presente Manual de Protección Radiológica y de las normativas vigentes aplicables en el país. Asimismo, le corresponde

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 07 de 58

garantizar que el personal bajo su supervisión reciba la información y orientación necesaria en materia de protección y seguridad radiológica.

- El titular debe designar un Oficial de Protección Radiológica (OPR), quien se encargará de mantener un programa efectivo de protección radiológica y verificar que las dosis permanezcan dentro de los valores permitidos.
- El titular es el encargado de proveer al personal los equipos de protección personal, dispositivos dosimétricos, capacitación y demás recursos necesarios para desarrollar sus funciones de manera segura.
- El titular es el encargado de firmar, autorizar y gestionar toda la documentación requerida para el funcionamiento de las instalaciones que utilicen radiaciones ionizantes. También debe aprobar los procedimientos operativos relacionados con la protección radiológica, los cuales serán elaborados en coordinación con el Encargado de Protección Radiológica (EPR).
- Durante las inspecciones realizadas por la Autoridad Reguladora, el titular deberá facilitar el acceso a las áreas, suministrar la documentación solicitada y proporcionar los recursos necesarios para permitir la verificación del cumplimiento de las medidas de seguridad radiológica establecidas.
- Mantener procedimientos operativos actualizados, revisados periódicamente dentro del sistema de gestión del hospital.
- Proporcionará oportunamente a la Dirección General de Salud los registros dosimétricos de los profesionales a quienes se les brinda el servicio, conforme a los requerimientos establecidos.
- Informará a la Dirección General de Salud sobre cualquier nivel de exposición a la radiación que requiera investigación o seguimiento.
- Mantendrá registros actualizados de la capacitación en protección radiológica para todo el personal.


	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 08 de 58

➤ **Encargado de Protección Radiológica (EPR)**

Las responsabilidades del Encargado de Protección Radiológica se establecen conforme al marco legal vigente en Panamá. Aunque históricamente el Decreto Ejecutivo N.º 1194 de 1992 atribuía estas funciones al titular de la instalación, dicho decreto fue derogado por el Decreto Ejecutivo N.º 770 de 2010, normativa actualmente aplicable en materia de protección y seguridad radiológica.

En cumplimiento de este reglamento, el EPR asume las siguientes funciones:


- Asesorar al titular en todos los aspectos relacionados con la protección radiológica, informándole sobre sus obligaciones legales y notificándole cualquier situación que pueda comprometer la seguridad de las instalaciones, de los trabajadores expuestos o del público.
- Vigilar el cumplimiento de las normas establecidas en el manual de protección radiológica y en la normativa aplicable.
- Establecer y supervisar los procedimientos específicos de protección radiológica necesarios para el funcionamiento seguro de las prácticas.
- Emitir y refrendar informes, dictámenes y evaluaciones relacionados con sus funciones y con las condiciones de seguridad radiológica de las áreas.
- Certificar los historiales dosimétricos del personal ocupacionalmente expuesto (POE) y garantizar su correcta gestión.
- Comunicar por escrito a los responsables de cada área cualquier circunstancia que requiera la suspensión temporal de actividades debido al incumplimiento de normas o a la existencia de riesgos radiológicos no aceptables; informando al titular cuando corresponda.
- Mantener canales de comunicación efectivos con todas las áreas operativas para asegurar que la información y documentación relacionada con la protección radiológica fluya de manera oportuna.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 09 de 58

- Acompañar, cuando sea posible, las inspecciones realizadas por la Autoridad Regulatoria (Dirección General de Salud / Ministerio de Salud) y llevar registro de los informes, requisitos y comunicaciones emitidos por dicho organismo.
- Investigar anomalías, incidencias y accidentes, incluyendo superaciones de límites de dosis o niveles de referencia, y desarrollar las acciones correctivas necesarias.
- Registrar y resguardar la información derivada de los programas de vigilancia radiológica del personal.
- Identificar deficiencias o incumplimientos dentro del programa de protección radiológica y reportarlas a la autoridad interna correspondiente (Titular).

➤ **Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE)**

- El personal ocupacionalmente expuesto tiene la responsabilidad de aplicar de manera estricta todas las medidas de protección radiológica establecidas en la instalación.
- Debe utilizar correctamente el dosímetro personal y el equipo de protección asignado, asegurando su uso durante toda la jornada laboral en las áreas donde exista riesgo de exposición.
- Está obligado a cumplir las disposiciones de seguridad radiológica vigentes y cualquier instrucción emitida por el Encargado de Protección Radiológica o la autoridad competente.
- El POE debe conocer, comprender y aplicar los procedimientos operativos y las medidas de protección descritas en este manual, garantizando que sus actividades se realicen bajo condiciones seguras.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 10 de 58

### CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS FUENTES QUE PRODUCEN RADIACIÓN IONIZANTE


Cantidad	Equipo	Marca	Modelo
1	Rayos X Convencional	Philips	Digital Diagnost C90 High Performance
1	Rayos X Convencional	Philips	Ceiling suspension CSM
1	Rayos X Portátil	Shimadzu	503-70000-61 (MX8) Mobile Art E.
1	Rayos X Portátil	Shimadzu	566-20000-05 (MX7) Mobile DArt E.
2	Rayos X Portátil	Transportix	Tx-32hf-B-D-C
1	Fluoroscopio	Philips	ProxiDiagnost N90
1	Mamógrafo	IMS Giotto	6401-12M2
1	Tomógrafo	Philips	Ingenuity 5000 Plus
1	Arco en C	Philips	BV Pulsera

**Tabla N°1:** Cuadro de los equipos que mantienen radiación ionizante en el departamento de Imagenología del Hospital Nicolás Solano – Información brindada por la jefa de biomédica del hospital.

En el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano se emplean diversos equipos generadores de radiación ionizante, cada uno con características técnicas específicas que determinan su nivel de emisión, calidad de imagen y aplicación diagnóstica.

Los parámetros de kilovoltaje (kV) y miliamperaje (mA) son fundamentales para comprender la capacidad de estos equipos, ya que el primero controla la energía o penetración del haz de rayos X, mientras que el segundo define la cantidad de radiación emitida.

La siguiente tabla presenta los principales equipos del servicio, junto con los valores aproximados de voltaje y corriente.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 11 de 58

Equipo	Marca	Modelo	Voltaje (kV)	Seg	Corriente (mA)	Referencia
Rayos X Convencional	Philips	Digital Diagnost C90 High Performance	150 kV		800 mA	Manual técnico impreso
Rayos X Convencional	Philips	Ceiling suspension CSM	130 kV	60 ms	400 mA	Prueba de calidad
Rayos X Portátil	Shimadzu	503-70000-61 (MX8) Mobile Art E.	150 kV	10 ms	500 mA	Prueba de calidad
Rayos X Portátil	Shimadzu	566-20000-05 (MX7) Mobile DArt E.	150 kV	10 ms	500 mA	Prueba de calidad
Rayos X Portátil	Transportix	Tx-32hf-B-D-C	115 kV		270 mA	Manual técnico impreso
Fluoro radiográfico	Philips	ProxiDiagnost N90	130 kV		200 mA	Manual técnico impreso
Mamógrafo	IMS Giotto	6401-12M2	50 kV	500 ms	200 mA	Prueba de calidad
Tomógrafo	Philips	Ingenuity 5000 Plus	140 kV	4 s	1000 mA	Prueba de calidad
Brazo en C	Philips	BV Pulsera	120 kV	10 ms	125 mA	Prueba de calidad

**Tabla N°2:** Equipos del departamento de Imagenología en el HRNAS junto con los valores de voltaje y corriente de sus tubos de rayos X.


La siguiente tabla presenta los detalles del tipo de generador por equipo:

TIPO DE GENERADOR		
DATOS DEL TUBO		
Equipo	Modelo	Ref
Rayos X Convencional	21860084	712034
Rayos X Convencional	2336058	199931B17
Rayos X Portátil	E7886X	0K0410
Rayos X Portátil	E7894	21G154
Rayos X Portátil	WDR	15100207
Fluoro radiográfico	SPO 3310	9890 000 865
Mamógrafo	M-131T	6067-P3
Tomógrafo	CT XS Tube	304827
Brazo en C	RO 0306	217052

**Tabla N°3:** Datos del generador de radiación ionizante por equipo - Información obtenida mediante inspección presencial de los equipos emisores de radiación ionizante.

#### CAPÍTULO IV. MAGNITUDES Y UNIDADES DE LA RADIACIÓN UTILIZADAS EN EL DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGÍA

Las principales magnitudes de radiación que son utilizadas en el Departamento de Imagenología:

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 12 de 58

Magnitud	Símbolo	Qué mide	Depende de	Unidad	Aplicación
Dosis absorbida	D	Energía depositada en el tejido	Masa del tejido	Gy	Base de toda medición
Dosis en órgano	$D_t$	Energía promedio en órgano	Distribución interna	Gy	Evaluación local
Dosis equivalente	$H_t$	Efecto biológico	Tipo de radiación ( $W^r$ )	Sv	Protección individual
Dosis efectiva	E	Riesgo total ponderado	Órgano y radiación ( $W_t \cdot W^r$ )	Sv	Control ocupacional

**Tabla N°4:** Cuadro de magnitudes y unidades de la radiación. Información adaptada de: (K.Z. Morgan and J.E Turner, John Wiley and Sons, 1968).


## CAPÍTULO V. PRINCIPIOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

### ➤ Justificación de las exposiciones médicas

Toda práctica que implique el uso de radiaciones ionizantes deberá efectuarse solo cuando el beneficio clínico esperado supere los riesgos asociados a la exposición, conforme a lo establecido en la Resolución N° 27 de 1995 sección 4a. Este principio se aplica a cualquier tipo de práctica y exposición.

Además:

- No se justifica el uso de radiaciones ionizantes en exámenes médicos masivos de grupos de población.
- No se justifica el uso de radiaciones ionizantes en exámenes radiológicos para propósitos ocupacionales, legales o de seguro médico.
- No se justifica el uso innecesario de radiaciones ionizantes en la fabricación de juguetes, joyas o adornos. *Información adaptada de:* (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1996)

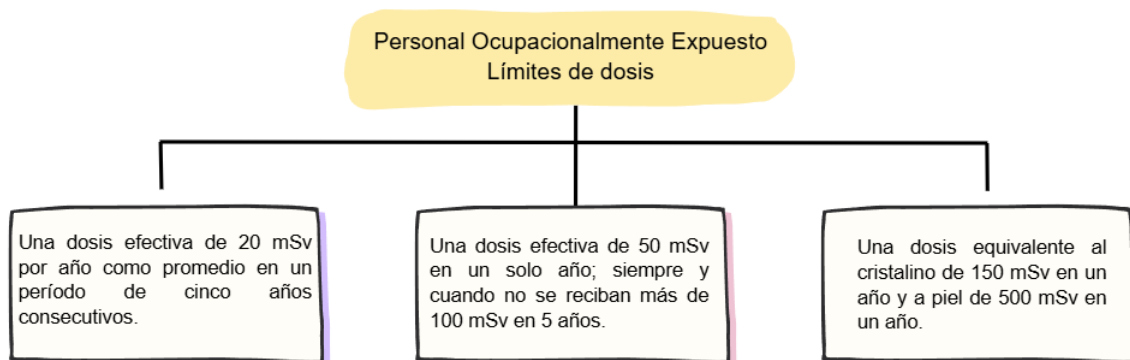
	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 13 de 58

➤ **Limitación de dosis**

Los límites de dosis indicados en este manual sólo se aplican para exposiciones atribuibles al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) en el ejercicio de sus funciones durante las prácticas; no aplican a los pacientes que se exponen por motivos médicos ni a las dosis que provienen del ambiente natural.

○ **Personal Ocupacionalmente Expuesto**


La exposición al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) debe controlarse de modo que no rebasen los siguientes límites:

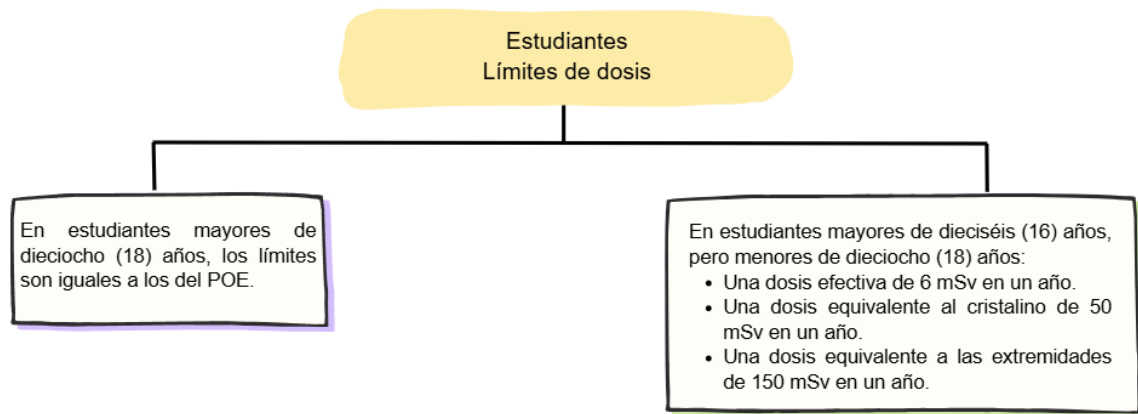


**Figura N°2:** Límites de dosis para POE – Información adaptada de: (Franklin Vergara - Ministro de Salud, 2010).

○ **Estudiantes**

Estos límites son establecidos para aquellos estudiantes, que, por realizar prácticas relacionadas con sus estudios, se ven obligados a utilizar materiales radiactivos. Los límites se establecen como sigue:

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 14 de 58



**Figura N°3:** Límites de dosis para estudiantes – Información adaptada de: (Franklin Vergara - Ministro de Salud, 2010).


○ **Miembros del Público**

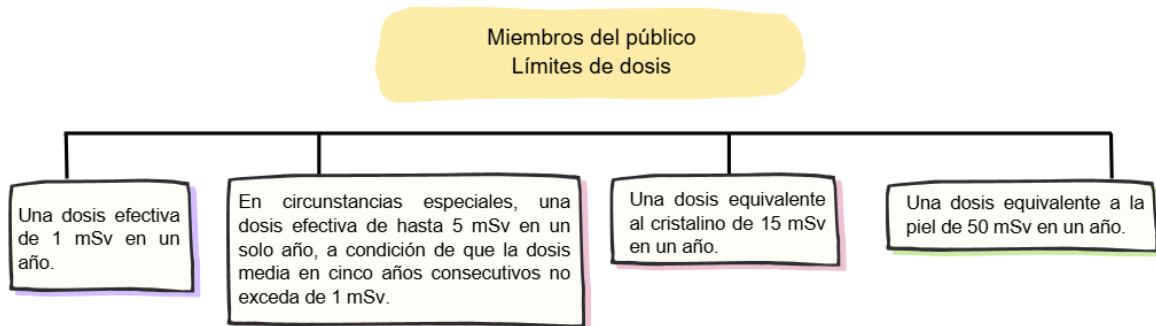
Se considera miembro del público a toda persona que se encuentre dentro o en las inmediaciones del Departamento de Imagenología y que no participe directamente en las prácticas con radiaciones ionizantes, ni esté autorizada como trabajador ocupacionalmente expuesto.

Esto incluye, entre otros, a pacientes en espera de atención, visitantes, personal administrativo o de limpieza y cualquier individuo ubicado en áreas contiguas al servicio, como la sala de espera adyacente al departamento.

Las exposiciones a los miembros del público no deberán rebasar los límites de dosis establecidos por la normativa vigente, garantizando que no reciban radiación proveniente de equipos emisores por errores operativos, como la apertura accidental de puertas durante un disparo radiográfico. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalvan, 1995)

Las exposiciones a los miembros del público debido a las prácticas no deberán rebasar los siguientes límites:

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 15 de 58



**Figura N°4:** Límites de dosis para estudiantes – Información adaptada de: (Franklin Vergara - Ministro de Salud, 2010).


- **Acompañantes de pacientes**

Se consideran acompañantes de pacientes aquellas personas que, por motivos de asistencia o cuidado, permanecen junto al paciente durante un procedimiento que implica exposición a radiaciones ionizantes, como en los casos de niños pequeños, adultos mayores o pacientes con movilidad reducida.

Ejemplos incluyen la madre que acompaña a su hijo o el familiar que sostiene a un paciente que no puede mantenerse en posición por sí solo.

Los límites de dosis establecidos para el personal ocupacionalmente expuesto no aplican a los acompañantes, sin embargo, la exposición de estas personas deberá mantenerse tan baja como razonablemente sea posible (principio ALARA).

La dosis efectiva no deberá exceder los 5 mSv durante todo el procedimiento, y el acompañante deberá estar instruido previamente sobre las medidas de protección necesarias, tales como el uso obligatorio de delantal plomado y la ubicación adecuada dentro de la sala durante la exposición. *Información adaptada de:* (International Atomic Energy Agency, 2014)

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 16 de 58

○ **Protección especial durante el embarazo y la lactancia**

Tan pronto como una mujer embarazada informe de su estado, por escrito, al EPR, la protección del feto se debe maximizar y por ello se procurará destinar a la mujer gestante a puestos con exposición mínima fuera de las áreas controladas, según indica el artículo 15 del Decreto Ejecutivo N°770 del 16 de agosto de 2010, que adopta el Reglamento de Protección Radiológica.


Este artículo establece lo siguiente: “Ningún personal ocupacionalmente expuesto (POE), de sexo femenino en estado grávido, podrá estar en área controlada.” (Ministerio de Salud de Panamá, 1995)

➤ **Optimización de la protección radiológica durante las exposiciones médicas**

En el Hospital Nicolás A. Solano, la protección y seguridad radiológica deberán optimizarse en todo momento para garantizar que las dosis de exposición a radiación ionizante se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible (principio ALARA).

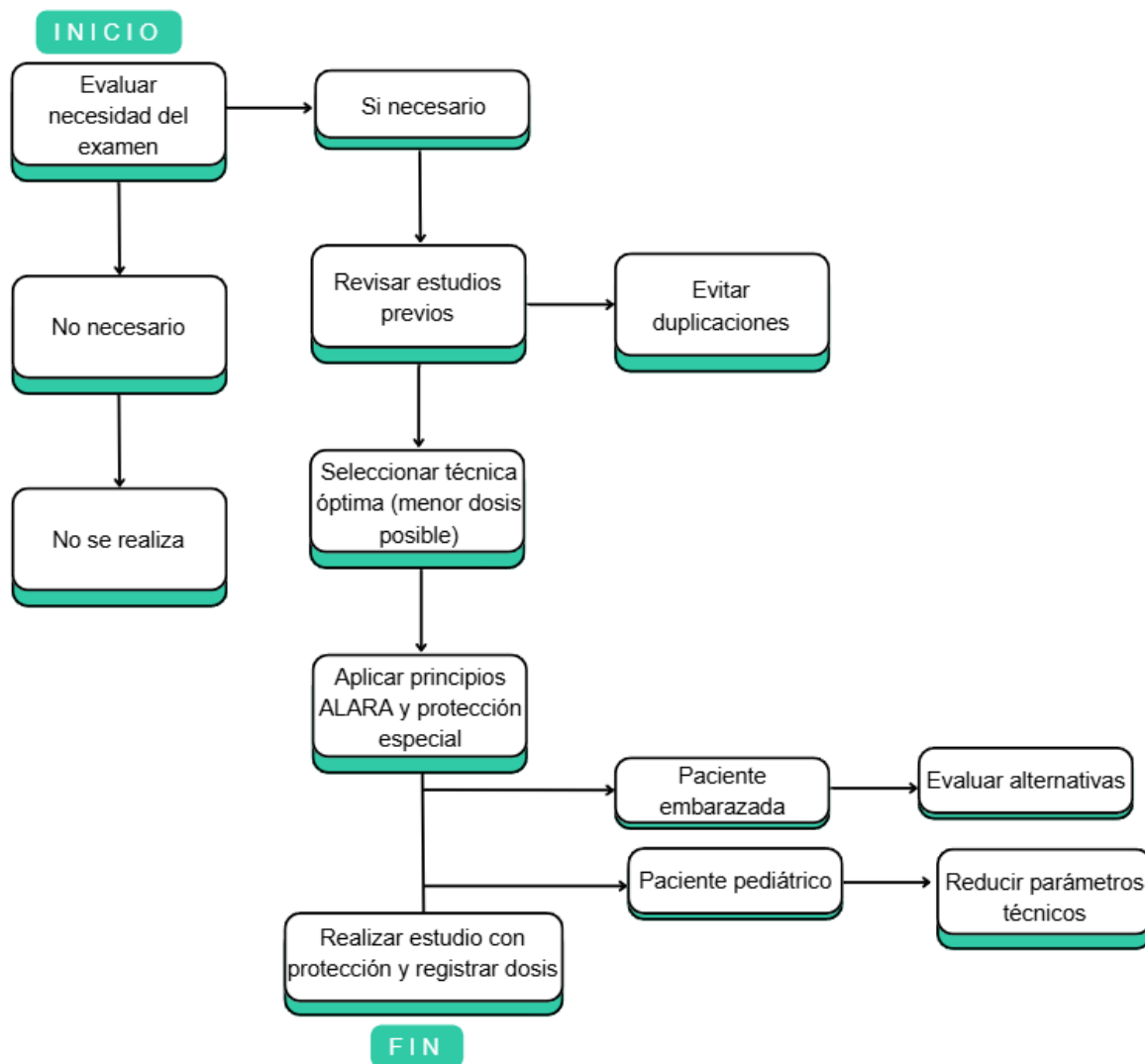
De acuerdo con lo establecido en la Resolución N.º 27 de 1995, toda práctica o fuente emisora de radiación deberá aplicarse considerando medidas de protección que reduzcan la magnitud y probabilidad de las exposiciones al nivel más bajo alcanzable, tomando en cuenta los factores técnicos, económicos y sociales pertinentes.

El proceso de optimización comprenderá la evaluación sistemática de las condiciones de trabajo, la selección de métodos de protección más eficaces, y la restricción de dosis individuales mediante controles administrativos, técnicos y operativos. Estas acciones deberán implementarse de forma coherente, con el propósito de: Determinar las medidas de protección y seguridad más adecuadas


	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 17 de 58

según las condiciones del servicio, analizar las opciones disponibles para reducir las exposiciones y establecer criterios que limiten la probabilidad y magnitud de las exposiciones accidentales. (Ministerio de Salud - Director General de la Salud - Jorge Montalvan, 1995)

Todo este proceso se resume de manera práctica en el siguiente flujograma de optimización, que establece las etapas para garantizar una protección radiológica efectiva en el Departamento de Imagenología:



**Figura N°5:** Flujograma del proceso durante las exposiciones médicas.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 18 de 58

Observación: Todo paciente debe ser informado por su médico de los posibles riesgos que su estudio le pueda causar.

➤ **Restricciones de dosis**

En el caso de las exposiciones médicas, las restricciones de dosis se utilizan como una herramienta para optimizar la protección de todas aquellas personas que puedan estar expuestas sin ser trabajadores ocupacionales, como voluntarios en investigaciones o acompañantes que brindan apoyo directo al paciente.


Para cumplir con este propósito, la autoridad reguladora establece límites operativos específicos para cada instalación, permitiendo únicamente una fracción del límite anual aplicable. Estas restricciones consideran tanto las fuentes que se encuentran dentro del servicio como aquellas externas, y se aplican pensando en situaciones actuales y futuras.

Con estas medidas se evita la aparición de efectos determinísticos por radiación y se mantiene una probabilidad muy baja de efectos estocásticos. Esto contribuye a garantizar un entorno seguro para pacientes, personal médico y cualquier persona que participe en la atención o asistencia durante procedimientos que utilizan radiación ionizante.

La siguiente tabla presenta la restricción de dosis:

Restricción de dosis (Dosis efectiva máxima en mSv/año)	Situación	Colectivo
100	Emergencias	Trabajadores y colectivo
20	Normal	Trabajadores
1	Normal	Público
0,01	Valor mínimo general	

**Tabla N°5:** Cuadro de restricción de dosis. Información adaptada de: (Better20, 2012)

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 19 de 58

El valor típico de referencia adoptado para este manual es de 6 mSv por año, distribuidos según las fuentes controladas.

## CAPÍTULO VI. MÉTODOS PRÁCTICOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA


Los tres principios fundamentales de protección radiológica: tiempo, distancia y blindaje, deben aplicarse de manera simultánea y continua para garantizar la reducción efectiva de la dosis recibida por el personal ocupacionalmente expuesto.



**Figura N°6:** Métodos prácticos de protección radiológica.

### ➤ **Tiempo**

El tiempo constituye en uno de los métodos prácticos más efectivos dentro de la protección radiológica. Toda persona que permanezca bajo un campo de radiación incrementa su dosis acumulada a medida que aumenta la duración de la exposición, por lo que reducir el tiempo de permanencia es una medida directa para limitar la dosis recibida. En el ámbito de los procedimientos diagnósticos, este principio tiene

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 20 de 58


menor impacto que en las terapias, pero sigue siendo fundamental para controlar la exposición del personal y de terceros.

En este contexto, deben considerarse especialmente aquellos individuos que no forman parte del personal ocupacionalmente expuesto, tales como personal de apoyo, acompañantes y pacientes ubicados en áreas cercanas. Para estos grupos, la normativa establece límites estrictos, entre ellos una dosis anual que no debe sobrepasar 1 mSv, o de 0.02 mSv en una hora, cuando se trate de exposiciones breves en zonas adyacentes. *Información adaptada de:* (K. Z. Morgan & J. E. Turner, John Wiley & Sons, 1968) (Ministerio de Salud de Panamá, 1995)

#### ➤ **Distancia**

La distancia es uno de los métodos más eficaces y sencillos dentro de la protección radiológica. Aumentar la separación entre la persona y la fuente de radiación reduce de manera significativa la dosis recibida, lo que convierte a este principio en una herramienta práctica y económica para el control de la exposición. Este comportamiento se explica por la ley del inverso del cuadrado, la cual establece que la intensidad de la radiación disminuye rápidamente a medida que se incrementa la distancia. En términos simples, duplicar la distancia respecto a la fuente reduce la dosis a una fracción pequeña de la inicial, mientras que acercarse aumenta considerablemente la exposición.

Esta relación es más precisa cuando se trata de fuentes puntuales y constituye la base para recomendar el uso de herramientas extendidas o sistemas de control remoto que permitan operar a una mayor distancia y, por tanto, limitar la exposición innecesaria. *Información adaptada de:* (International Atomic Energy Agency, 2014) (Ministerio de Salud de Panamá, 1995)

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 21 de 58

### ➤ **Blindaje**

El blindaje es uno de los métodos prácticos más efectivos para reducir la exposición a la radiación ionizante. Consiste en colocar materiales que atenúan o bloquean el paso de la radiación entre la fuente y la persona expuesta. Su función es disminuir la intensidad del haz o de la radiación dispersa, protegiendo al personal ocupacionalmente expuesto durante la realización de los procedimientos.


En el Hospital Nicolás Solano, los materiales más utilizados como blindaje son el plomo y sus equivalentes, presentes en delantales, protectores tiroideos, gafas plomadas, barreras móviles y paredes de las salas de imagenología. Para partículas como alfa o beta, materiales ligeros suelen ser suficientes para detenerlas; sin embargo, para radiaciones de mayor penetración, como los rayos X y gamma, se requieren blindajes más densos y de mayor espesor.

El blindaje se diseña considerando la energía del haz y el tipo de equipo que se utiliza. Por ello, cada sala de radiología, mamografía, tomografía, fluoroscopia, cuenta con barreras estructurales fijas o móviles que limitan la radiación dispersa hacia las áreas ocupadas por el POE o por el público. El uso correcto del delantal plomado, protector tiroideo y barreras móviles forma parte de las rutinas básicas de protección radiológica y es obligatorio. *Información adaptada de:* (Jae Hun Kim, 2018) (Ministerio de Salud de Panamá, 1995)

## **CAPÍTULO VII. DOSIMETRÍA PERSONAL**

### **Introducción**

Con el propósito de garantizar el control y la seguridad radiológica del Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) que labora en el Hospital Nicolás A. Solano, se propone el fortalecimiento del servicio de dosimetría personal, mediante procedimientos estandarizados para el monitoreo individual de dosis.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 22 de 58

Este sistema debe incluir información clara sobre los aspectos fundamentales del proceso.

## Procedimiento

### **Paso 1. Información inicial al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE)**

El Hospital Regional Nicolás A. Solano entrega a cada trabajador ocupacionalmente expuesto un memorando informativo con las buenas prácticas de uso del dosímetro personal. Este documento indica la obligatoriedad del uso diario, correcto y continuo del dosímetro durante la jornada laboral, y recuerda que cada dosímetro es individual, único e identificado con el nombre del trabajador.

A continuación, se adjunta el memorando correspondiente:



Panamá, 02 de octubre de 2025

## HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO - MEMORANDO INFORMATIVO

PARA: Todo el Personal Ocupacionalmente Expuesto

DE: \_\_\_\_\_

Encargado de Protección Radiológica

### **ASUNTO: Buenas prácticas para el uso del dosímetro personal**

1 ) Usar el dosímetro durante toda la jornada, ubicado en la zona más expuesta (habitualmente tórax o cuello).

2 ) Al terminar el turno, guardarlo en un sitio designado, seguro y libre de radiación.

3 ) El dosímetro es personal e intransferible; no debe prestarse ni someterse a exposición intencional fuera del trabajo.

4 ) Ante exposición accidental, informar de inmediato al EPR y registrar el incidente.


5 ) No emplearlo en exámenes personales u otras exposiciones no ocupacionales.

6 ) Proteger el dispositivo de calor, humedad y vapores químicos, ya que alteran las lecturas.

7 ) Realizar el relevo/lectura mensual según el cronograma establecido.

8 ) En portátiles, fluoroscopia o arco en C, usar delantal plomado; colocar el dosímetro debajo del delantal a nivel torácico (o a nivel del cuello si se utiliza protector tiroideo).

9 ) No retirar el dosímetro fuera de la institución salvo para su lectura/canje conforme al procedimiento

 <p>HOSPITAL NICOLÁS SOLANO</p>	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 24 de 58


## **Paso 2. Registro de nuevos trabajadores expuestos**

Todo nuevo trabajador contratado (Personal ocupacionalmente expuesto) recibe un formulario de registro de dosimetría personal, donde se consigna la información necesaria para su inclusión, en el sistema de monitoreo.

Este formulario permite crear el historial dosimétrico individual desde el inicio de sus labores.

A continuación, se adjunta el formulario utilizado para este registro:



	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 26 de 58

### **Paso 3. Solicitud, entrega y recambio mensual de dosímetros**

El Hospital Regional Nicolás A. Solano gestiona, a través de la empresa proveedora del servicio de dosimetría (Casa del Médico), la solicitud de un dosímetro personal para cada trabajador expuesto, incluyendo un dosímetro de control requerido para la verificación del servicio.

La empresa proveedora entrega los dosímetros identificados y el dosímetro de control. Cada trabajador portará su dosímetro durante un mes calendario.

Al finalizar cada período mensual:

- El Hospital Nicolás A. Solano solicita a la empresa proveedora el retiro de los dosímetros utilizados.
- La empresa retira los dosímetros expuestos y entrega dosímetros nuevos o no expuestos, asegurando la continuidad del monitoreo y evitando que el POE reciba dosis sin supervisión dosimétrica.


Este ciclo se repite mensualmente para garantizar la vigilancia radiológica del personal.

### **Registro**

Todas las dosis recibidas por cada trabajador expuesto serán registradas en un historial dosimétrico individual, el cual se actualizará de forma mensual.


Este historial estará disponible en todo momento para el trabajador, para la institución y para las autoridades competentes, cuando así sea requerido.

En casos de exposiciones accidentales, emergencias radiológicas, o superación de límites de dosis, el Hospital Nicolás A. Solano mantendrá disponibles los informes correspondientes, así como las medidas correctivas adoptadas. **(Informes encontrados en anexos 6,7 y 8).**

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 27 de 58

El Encargado de Protección Radiológica elaborará un informe mensual con la información contenida en los reportes emitidos por el servicio de dosimetría personal, según el formato institucional, tal como se muestra a continuación:

### FORMULARIO PARA REPORTE DE DOSIMETRÍA PERSONAL

	AÑO:	2025	Meses (Dosis efectiva en mSv)												DOSIS ANUAL	DOSIS PROMEDIO MENSUAL
	NOMBRE	Código	Ene	Feb	Mar	abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	(mSv)	(mSv)
1															0.00	0.00
2															0.00	0.00
3															0.00	0.00
4															0.00	0.00
5															0.00	0.00
6															0.00	0.00
7															0.00	0.00
8															0.00	0.00
9															0.00	0.00
10															0.00	0.00
11															0.00	0.00
12															0.00	0.00
13															0.00	0.00
14															0.00	0.00
15															0.00	0.00
16															0.00	0.00
17															0.00	0.00
18															0.00	0.00

**NOTA:**

- M = Dosis por debajo de la mínima detectable
- NE = POE no entregó su dosímetro
- VAC = POE de vacaciones
- LIC = POE de licencia
- NU = POE no utilizó su dosímetro


A los valores, en color azul no se les sustrajo el valor del control porque el dosímetro fue entregado tarde.

Los valores en color rojo sobrepasaron el límite de dosis administrativa (2.0 mSv).

**IMPORTANTE:** En caso de que la dosis efectiva mensual esté por encima de 2.0 mSv o de que la dosis equivalente mensual esté por encima de 10.0 mSv, el EPR se comunicará con el POE para investigar las circunstancias del hecho y aplicar los correctivos correspondientes. Información adaptada de: (Ministerio de Salud, Panamá, publicado en la Gaceta Oficial No. 27038-B del 21 de mayo de 2012., 2012).

---

**Encargado de Protección Radiológica**

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 28 de 58

### **Frecuencia**

Los registros dosimétricos serán gestionados de forma mensual, manteniendo para cada trabajador un historial dosimétrico individual. Este historial incluirá las dosis recibidas en cada período, la dosis anual acumulada y la acumulación correspondiente a los últimos cinco años, conforme a los requerimientos establecidos por la normativa nacional.


### **Proveedor**

El servicio de dosimetría personal estará a cargo de Casa del Médico, empresa responsable de suministrar los dosímetros y emitir los informes mensuales de lectura. La empresa deberá entregar al Hospital Regional Nicolás A. Solano los reportes completos de cada trabajador, incluyendo el dosímetro de control, para garantizar la continuidad del seguimiento dosimétrico.

## **CAPÍTULO VIII. VIGILANCIA RADIOLÓGICA POR ÁREA**

### **Procedimiento para el monitoreo en las áreas del Departamento de Imagenología**

Las áreas del Departamento de Imagenología deben ser monitoreadas periódicamente a fin de detectar grietas o fallas en las paredes o puertas de las salas que posean aparatos generadores de radiación ionizante y que pudieran conllevar a la exposición innecesaria del público que transite por los pasillos adyacentes a dichas salas.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 29 de 58

### Objetivos:

- Detectar los niveles de radiación en el exterior de cada área.
- Realizar mediciones de las dosis y compararlas con los límites establecidos

como referencias.

- Vigilar si se cumple con los criterios de limitación de las dosis en las áreas adyacentes.

### Materiales y equipos

- Cámara de ionización.

Marca	FLUKE
Modelo	
Serie	

- Cinta Métrica.
- Guía (Procedimiento).


### Procedimiento

- Instrumento de medición:

Marca: \_\_\_\_\_, Modelo: \_\_\_\_\_, Serie: \_\_\_\_\_

Fecha de Calibración: \_\_\_\_\_

- Área de vigilancia:

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: 01 Fecha: 01/11/2025	Página: 30 de 58

Mamografía

Tomografía

Rayos X Convencional

Fluoro radiografía

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

- Identifique la pared en la cual realizara las mediciones:

Pared A

Pared B

Pared C

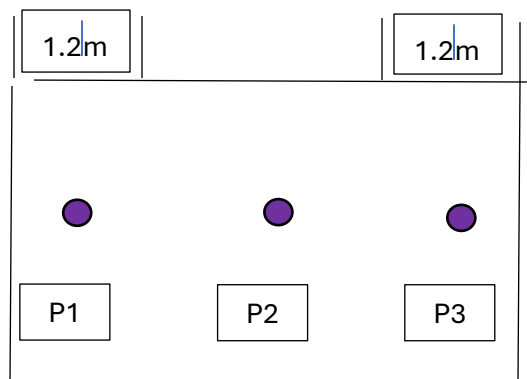
Pared D


- Con la cinta métrica mida y ubique tres puntos en la pared, posterior al equipo tal como se muestra a continuación:

P1: Extremo izquierdo a 1.2 metros aproximadamente.

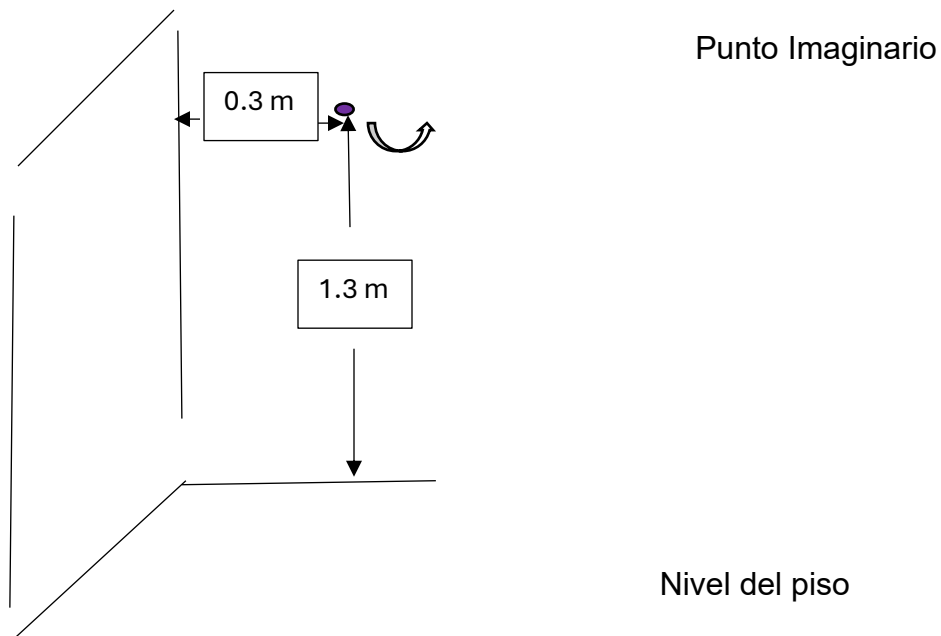
P2: En el centro de la pared.

P3: extremo derecho a 1.2 metros aproximadamente




	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 31 de 58

Nota: de cada punto ubicado en la pared, mida con la cinta métrica 0.3 m y a una altura de 1.3 m ubique los puntos imaginarios los cuales serán los puntos de medición:



- Encienda el instrumento y colóquelo en modo integrador para obtener mediciones de fondo.
- Anote el fondo ya que este valor deberá restárselo al valor medido una vez obtenga medidas con el equipo generador emitiendo radiación.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 32 de 58

- Para cada punto ubicado en las diversas paredes, pida al operario del equipo que haga disparos con el mayor tiempo de duración y tome mediciones (M) en cada punto y completa la tabla siguiente:

Pared	M 1	M 2	M 3	Promedio
A				
B				
C				
D				

### **Frecuencia**

Por la naturaleza de los equipos, ya que estos son generadores y no fuentes radiactivas la frecuencia en la que se realizará la vigilancia de área será: cuando se instalen o haya reparación, o cuando alguno de los equipos tengan problemas en el generador (Tubo de Rx).


### **Criterios de aceptación:**

Para fines prácticos, los criterios de aceptación deberán estar relacionados con lo establecido, en el informe NCRP 147 y deben considerarse los límites de dosis para diferentes áreas.

- Límite de dosis para área controlada 0.1mGy/semana.
- Límite de dosis para área no controlada 0.02 mGy/ semana.

*Información adaptada de:* (National council on radiation protection and measurements, 2015)

### **Apéndices:**


	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 33 de 58

Para cada recinto se realizan mediciones en distintos puntos de las paredes perimetrales (A, B, C y D). En cada pared se toman varias lecturas y luego se calcula un promedio individual. Una vez obtenidos los promedios de cada pared, se calcula un promedio general, que representa la tasa de exposición promedio del área evaluada.

De forma sencilla, el procedimiento puede resumirse así:

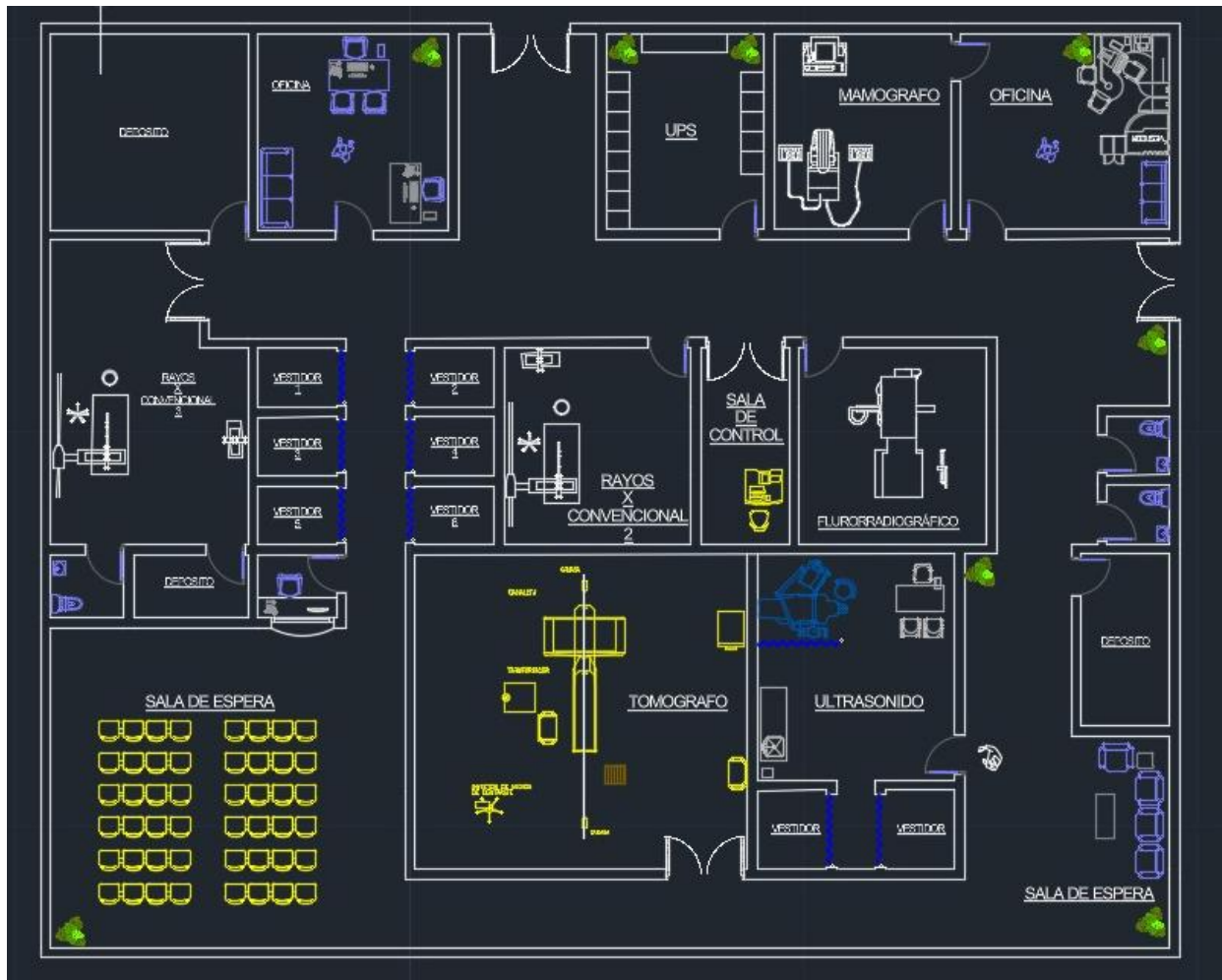
<b>Medición 1 (m1)</b>	<b>Medición 2(m2)</b>	<b>Medición 3(m3)</b>
M1	M1	M1
M2	M2	M2
M3	M3	M3
Promedio $(M1+M2+M3)/3$	Promedio $(M1+M2+M3)/3$	Promedio $(M1+M2+M3)/3$

El Oficial de Protección Radiológica analiza estos resultados y los compara con los niveles de referencia permitidos para cada área. Si alguna medición supera los valores establecidos, se procede a investigar la causa y aplicar las acciones correctivas necesarias para garantizar condiciones seguras.


 <p>HOSPITAL NICOLÁS SOLANO</p>	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 34 de 58

## CAPÍTULO IX. DISEÑO Y CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

### Plano de la instalación



**Figura 7:** Plano del Departamento de Imagenología – Creado en AutoCAD.


	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 35 de 58

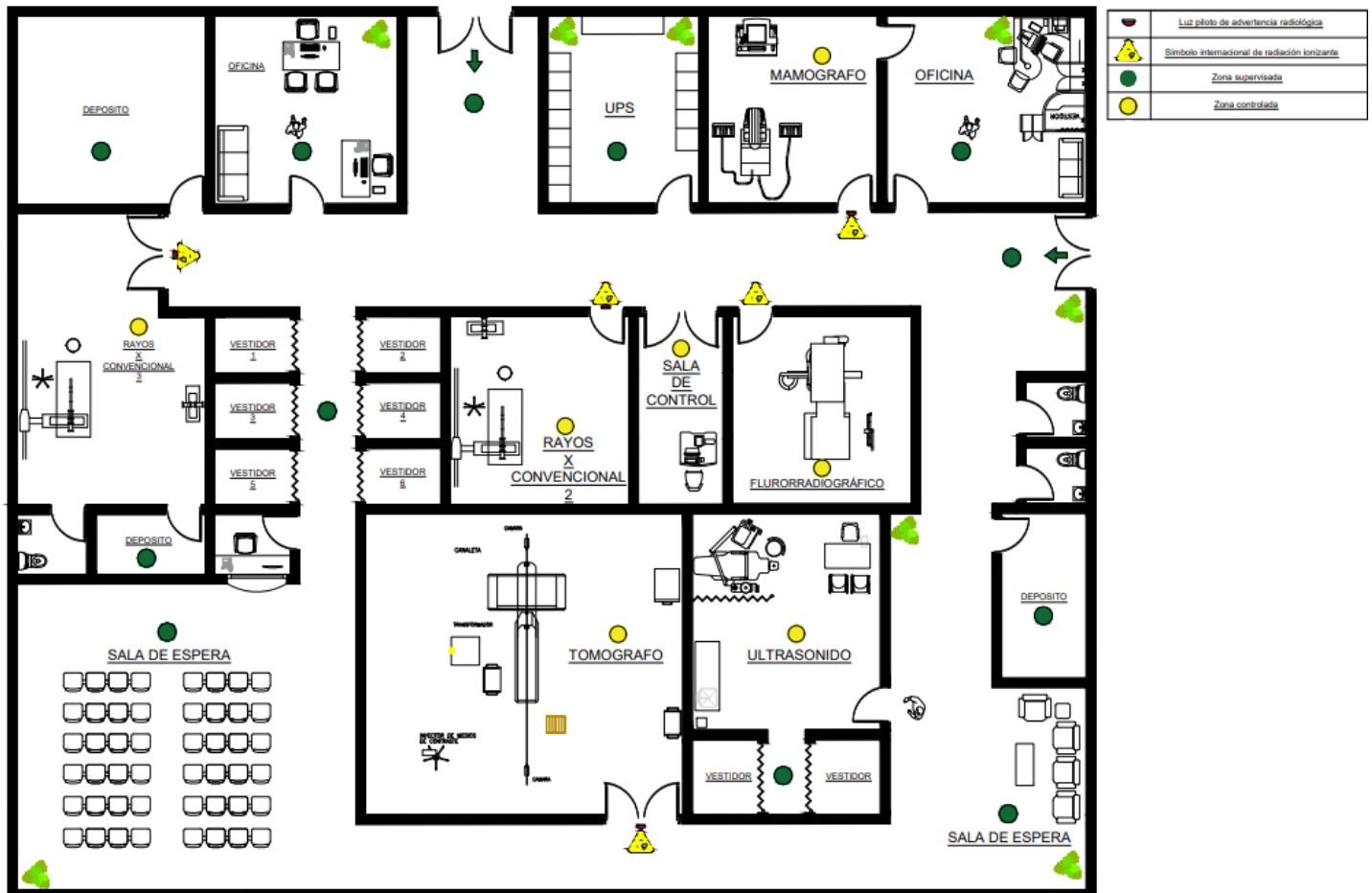


**Figura 8:** Plano del Departamento de Imagenología en 3D – Creado en AutoCAD.

Las señalizaciones de advertencia que debe poseer el Departamento de Imagenología son las siguientes:

- a) En la recepción: “Si usted piensa que puede estar embarazada; hágaselo saber al personal antes de su estudio”.
- b) En la puerta de cada sala de rayos X: “Cuidado Radiación”.


 <p>HOSPITAL NICOLÁS SOLANO</p>	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 36 de 58



**Figura 9:** Plano con señalización de radiación y luz piloto de alarma – Creado en AutoCAD.

### Clasificación de las zonas

**a) Zona Controlada:** se considera zona controlada toda área donde sea necesario aplicar medidas específicas de protección radiológica o disposiciones de seguridad para controlar las exposiciones en condiciones normales de trabajo, así como prevenir o reducir los efectos de posibles exposiciones accidentales. *Referencia:* (Ministerio de Salud de Panamá / Gaceta Oficial de Panamá, 2012).

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 37 de 58


Obligaciones del titular de la autorización:

- Delimitar claramente la zona controlada mediante medios físicos o señalizaciones apropiadas.
- Implementar las medidas de seguridad ocupacional y los procedimientos necesarios para garantizar la protección radiológica.
- Regular el acceso a la zona controlada, permitiendo la entrada únicamente al personal autorizado.

Obligaciones del personal que labora en la zona controlada:

- Hacer uso adecuado de los equipos de protección y monitoreo proporcionados.
- Operar los equipos generadores de radiación de acuerdo con las normas de seguridad y su nivel de competencia técnica.
- Portar su dosímetro personal durante la jornada laboral.
- Conocer los protocolos de actuación ante incidentes o accidentes radiológicos.
- Reportar al Encargado de Protección Radiológica (EPR) cualquier situación anómala, incidente o sobreexposición detectada.

**b) Zona Supervisada:** se entiende por zona supervisada aquella que, aunque no requiere medidas de protección específicas, debe mantenerse bajo observación debido a posibles exposiciones ocupacionales, a fin de garantizar que las dosis recibidas se mantengan dentro de los límites permitidos. *Referencia:* (Ministerio de Salud de Panamá / Gaceta Oficial de Panamá, 2012).

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 38 de 58

Obligaciones del titular de la autorización:

- Definir y señalar correctamente las zonas supervisadas.
- Evaluar periódicamente las condiciones de exposición y determinar si es necesario ajustar los límites o reforzar las medidas de protección.

Obligaciones del personal, que labora en la zona supervisada


- Utilizar correctamente los equipos de protección asignados.
- Conocer las normas básicas de seguridad radiológica y el funcionamiento de los equipos.
- Portar su dosímetro personal cuando corresponda.
- Notificar al EPR cualquier irregularidad o posible exposición no planificada.

### Señalización

Las áreas donde existan equipos generadores de radiación ionizante deben estar claramente identificadas con el símbolo internacional de radiación, representado por un trébol sobre fondo amarillo (Ver Figura 11).

Este símbolo debe colocarse en todas las puertas de acceso y en zonas visibles donde el personal pueda reconocer el riesgo de exposición antes de ingresar.

De manera general, la señalización debe ubicarse en puntos estratégicos y a una altura que garantice su visibilidad, contribuyendo así al cumplimiento de las normas de protección y seguridad radiológica. *Información adaptada de:* (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2014).

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 39 de 58



**Figura 10.** Símbolo de radiación ionizante. (Vecteezy,2019)


### **Protección Radiológica**

La protección radiológica se fundamenta en la aplicación de medidas técnicas, operativas y personales destinados a minimizar la exposición a la radiación ionizante. Dentro de este enfoque, se distinguen dos mecanismos principales: el blindaje estructural, que actúa como una barrera física de protección pasiva, y el equipo de protección personal (EPP), que representa la protección directa para el trabajador. *Referencia:* (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2014).

### **Blindaje**

El blindaje es uno de los pilares fundamentales de la protección radiológica en las instalaciones donde se utilizan equipos emisores de radiación ionizante. Su propósito principal es reducir la dosis de radiación, que puede alcanzar a los trabajadores y al público, manteniéndola dentro de los límites recomendados por las normas nacionales vigentes.

Los materiales comúnmente empleados para la construcción de blindajes son el plomo, el concreto y el vidrio plomado, seleccionados en función del tipo de

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 40 de 58

radiación, el nivel de energía emitida por los equipos y las características estructurales del recinto.

El diseño del blindaje considera variables como:

- La distancia entre la fuente emisora y la barrera.
- El tiempo de exposición.
- La frecuencia de uso del equipo.
- Y la ocupación de las áreas adyacentes.


Estas variables determinan la cantidad de material necesario para lograr una atenuación eficaz.

De acuerdo con las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), los cálculos de blindaje deben ser realizados por un físico médico o un especialista en protección radiológica, utilizando métodos estandarizados para definir el espesor de las paredes, puertas y ventanas plomadas.

En el Hospital Nicolás A. Solano, los blindajes estructurales deben ser esenciales para proteger a los trabajadores y al público, que transita por áreas adyacentes al Departamento de Imagenología.

Sin embargo, los cálculos y fórmulas específicas para determinar los espesores o factores de transmisión no forman parte del alcance de esta propuesta, dado que corresponden a un análisis técnico especializado.

Este manual se enfoca en destacar la importancia del blindaje como medida preventiva y su correcta supervisión dentro del programa integral de protección

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 41 de 58

radiológica. *Referencia:* (National Council on Radiation Protection and Measurements, 2004).

## **CAPÍTULO X. SISTEMA DE CALIDAD**

### **Introducción**


La aplicación médica, entre todas las prácticas, que involucran radiación ionizante, es responsable de la más alta contribución de la exposición de la población, por tal razón es de suma importancia contar con procedimientos de aseguramiento de la calidad, a fin de reducir la dosis al paciente manteniendo la adecuada calidad de imagen.

### **Misión**

Promover un entorno seguro en el Hospital Regional Nicolás A. Solano mediante la reducción continua de la exposición a radiación ionizante para el personal ocupacionalmente expuesto, los pacientes y el público.

### **Objetivo**

Establecer lineamientos claros, que garanticen el funcionamiento adecuado del sistema de calidad en protección radiológica del hospital, asegurando que todas las prácticas relacionadas con el uso de fuentes emisoras de radiación se realicen bajo medidas seguras y verificables.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 42 de 58

## Alcance

Este procedimiento involucra a todo el personal ocupacionalmente expuesto del Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

## Pruebas de control de calidad


Es preciso, que el jefe del Departamento de Biomédica coordine con cada empresa proveedora la realización de las pruebas de control de calidad y el mantenimiento correctivo y preventivo de los respectivos equipos generadores de radiación ionizante; quienes realizan las pruebas de acuerdo con los siguientes procedimientos en concordancia con cada fabricante:

 F-ST-86	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Versión 2
		30/01/2025

INSTITUCIÓN	HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO	N° DE CONTRATO:	SUB1192
AREA:		VIGENCIA:	DE: 01/01/2025 A: 31/12/2025

EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	AÑO 2025													
				PCC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JULIO	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
RAYOS X CONVENCIONAL	CEILING SUSPENSION CSM	PHILIPS	SN15000017														
RAYOS X CONVENCIONAL	DIGITAL DIAGNOSTIC C90	PHILIPS	21860084														
FLUROSCOPIO	PROXIDIAGNOST N90	PHILIPS	20000083														
TOMÓGRAFO	INGENUITY 5000 PLUS	PHILIPS	342003			15					9						13
ARCO EN C	BV PULSERA	PHILIPS	13432														

**Figura 11:** Cronograma de mantenimiento preventivo utilizado en el HRNAS. Cuadro brindado por el proveedor Electrónica médica.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 43 de 58

	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Versión
		30/01/2025

INSTITUCIÓN	HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO	N° DE CONTRATO:	
AREA:		VIGENCIA:	DE: 01/01/2025 A: 31/12/2025

EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	AÑO 2025													
				PCC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JULIO	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
RAYOS X PORTÁTIL	503-70000-61	SHIMADZU	0162S85703				20					17					
RAYOS X PORTÁTIL	566-20000-05	SHIMADZU	MQ00005AB06				21					18					11

**Figura 12:** Cronograma de mantenimiento preventivo utilizado en el HRNAS. Cuadro brindado por el proveedor Biomedical Support.

	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Versión
		30/01/2025

INSTITUCIÓN	HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO	N° DE CONTRATO:	
AREA:		VIGENCIA:	DE: 01/01/2025 A: 31/12/2025


EQUIPO	MODELO	MARCA	SERIE	AÑO 2025													
				PCC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JULIO	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
RAYOS X PORTÁTIL	TX-32HF-B-D-C	TRANSPORTIX	G-81616					22					13				10
RAYOS X PORTÁTIL	TX-32HF-B-D-C	TRANSPORTIX	G-87631					23					14				11
MAMÓGRAFO	6401-12M2	IMS GIOTTO	/							10							16

**Figura 13:** Cronograma de mantenimiento preventivo utilizado en el HRNAS. Cuadro brindado por el proveedor Reserma.

## Procedimiento de control de calidad

### Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado para la realización de las pruebas de control de calidad en los equipos generadores de radiación ionizante. Esto garantiza el cumplimiento de las Normas de Protección Radiológica vigentes en Panamá, así como la verificación de que los equipos mantienen sus parámetros técnicos dentro de las especificaciones del fabricante, de manera consistente y reproducible por el personal capacitado.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 44 de 58

### **Responsable**

Personal técnico especializado en soporte o mantenimiento de equipos radiológicos.

### **Equipos relacionados**


Todas las modalidades, que utilicen equipos radiográficos o generadores de rayos X.

### **Frecuencia**

Las pruebas de control de calidad deberán realizarse, como mínimo, una vez al año o cuando ocurra cualquiera de las siguientes situaciones: Sustitución del tubo de rayos X, cambio del convertidor o sistema de adquisición, reemplazo del intensificador de imagen o detector y recomendación del fabricante.

### **Pruebas por realizar**

- Prueba de penetración.
- Prueba de densidad.
- Evaluación de nitidez.
- Inspección visual del sistema.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 45 de 58

**Ejemplo de formato.**

Elaborado por: Ing. Azael Frias	Formulario FOR-MAM-100-1 Pruebas de Desempeño para Equipos de Mamografía
HORACIO ICAZA y CIA., S. A.	

**FORMULARIO DE PRUEBAS DE DESEMPEÑO**

**EQUIPO DE MAMOGRAFIA**


Modelo: 6401-12M2

- Nombre de la institución:
- Fecha de las pruebas:
- Datos del Equipo

Marca	Modelo del tubo:	
Modelo de equipo	Serie del tubo:	
Serie del equipo	Foco chico:	
Tensión Nominal:	Foco grande:	
Corriente max	Filtración total	

- Datos de los equipos de medición

Equipo de medición	Marca	Modelo	Serie	Fecha de calibración

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 46 de 58

## CAPÍTULO XI. INCIDENTES Y ACCIDENTES

### Procedimiento en caso de incidente o accidente


#### Objetivo

Definir las acciones que debe tomar el POE en situaciones de anomalías, incidentes o accidentes radiológicos en Imagenología.

#### Procedimiento

- En caso de incidente, el POE deberá comunicarse de inmediato con su superior jerárquico o con el Encargado de Protección Radiológica (EPR) a los números institucionales designados, informando los detalles del evento.
- El EPR iniciará la investigación correspondiente y solicitará al POE completar el Formulario para reporte de anomalías/ incidentes/ accidentes, en la sección destinada al reporte del accidente o incidente.
- Posteriormente, el EPR evaluará la dosis adicional recibida por el paciente y registrará los resultados en la parte correspondiente del formulario.
- Una vez recopilada la información, el EPR elaborará un informe dirigido al titular de la instalación, anexando el Formulario para reporte de anomalías/ incidentes/ accidentes con los detalles del suceso.
- Finalmente, el EPR remitirá un informe formal a la Autoridad Competente, debidamente firmado por el titular de la instalación, dando cumplimiento a los protocolos establecidos.

A continuación, se muestra el formulario para reporte de anomalías/incidentes

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 47 de 58

**FORMULARIO PARA REPORTE DE ANOMALÍAS / INCIDENTES /  
ACCIDENTES**

**SECCIÓN DEL POE**

Nombre del POE: \_\_\_\_\_ Fecha y hora: \_\_\_\_\_

Datos del Paciente, POE o Público afectado (si aplica): \_\_\_\_\_

Cédula o Pasaporte: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Motivo por el que se encontraba en las instalaciones del Hospital Nicolás Solano:

Estudio Radiológico

Otro: \_\_\_\_\_

Tipo de incidente/accidente según la clasificación establecida:

Equivocación del paciente  Fuentes externas o catástrofe  Fallo de equipo / error humano  Paciente en estado de embarazo  Otro: \_\_\_\_\_

Descripción de los hechos por el POE: \_\_\_\_\_


Firma del POE: \_\_\_\_\_

**SECCIÓN DEL EPR**

Región anatómica del paciente, POE o público expuesta: \_\_\_\_\_

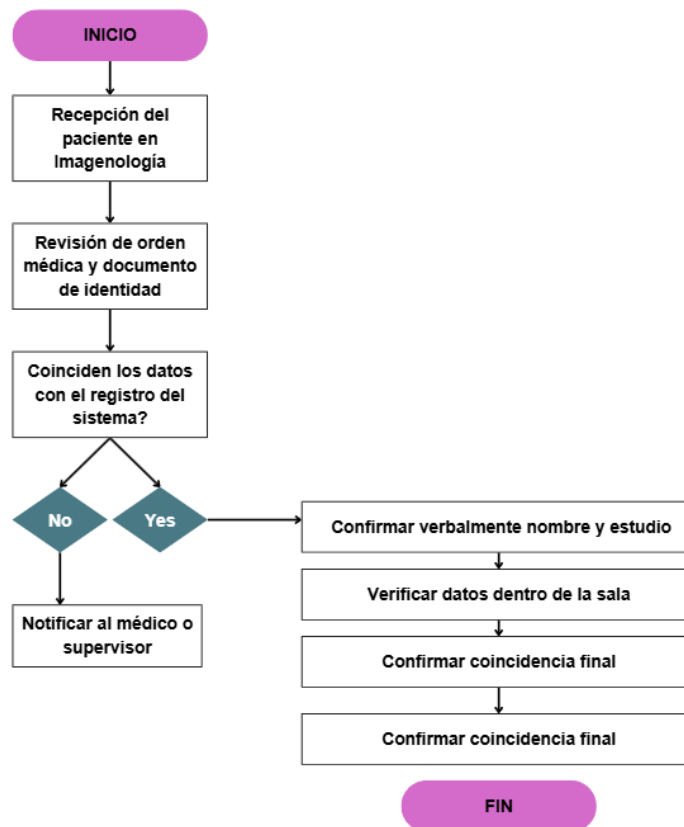
Dosis estimada suministrada: \_\_\_\_\_ (cálculo adjuntado)

Firma del EPR: \_\_\_\_\_


	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 48 de 58

### Posibles escenarios de incidentes y flujogramas de su prevención

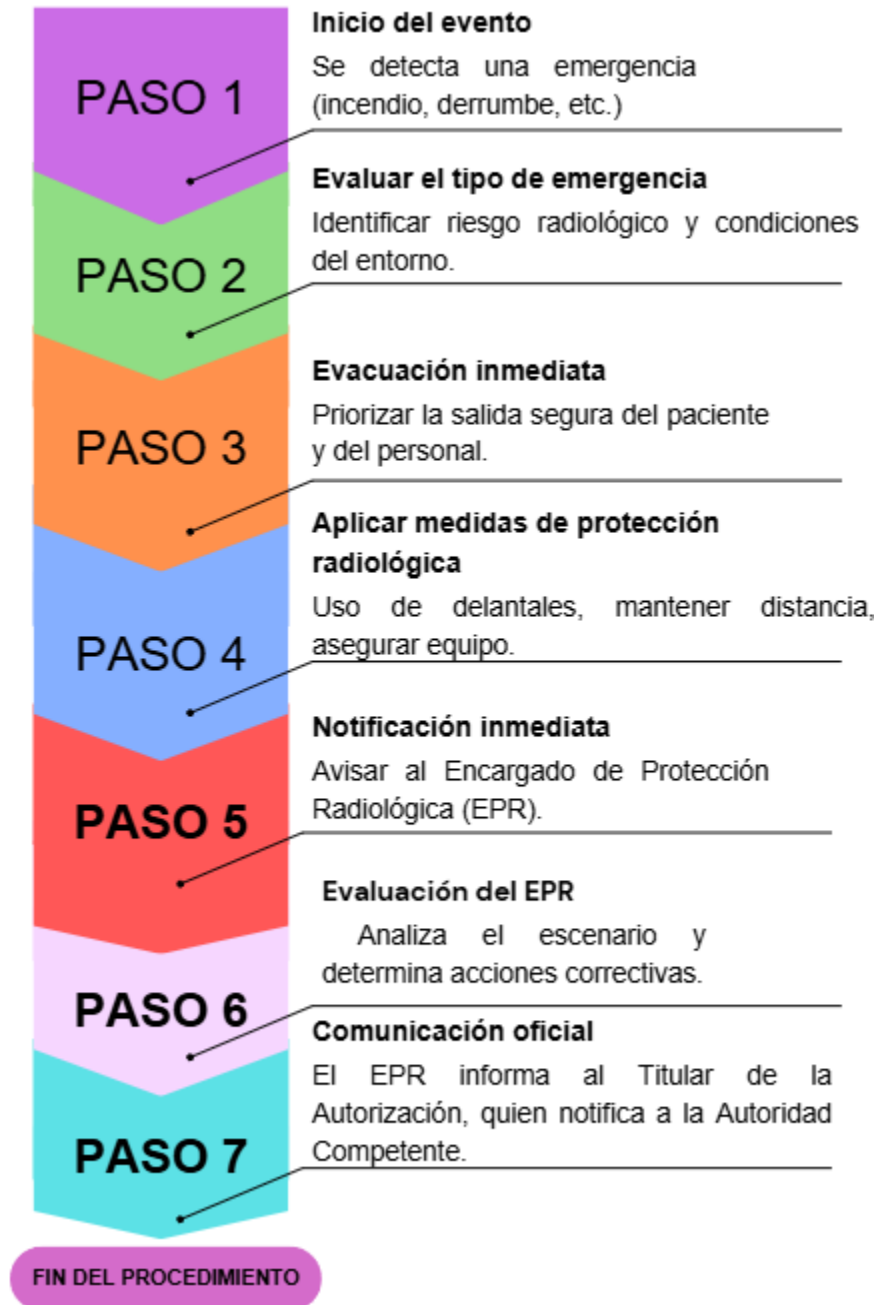
- Realización del estudio de un paciente por equivocación a otro paciente




**Figura 14:** Flujo de prevención de incidentes por identificación incorrecta del paciente. Información adaptada de: (Environmental Protection Agency (EPA), 2017)

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 49 de 58

○ **Eventos externos o catástrofes (incendio, derrumbes y otros)**



**Figura 15:** Pasos a seguir en caso de eventos externos o catástrofes. Información adaptada de: (Societie, 2015).

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 50 de 58

### Equipo de protección personal (EPP)

Según la Resolución No. 27 de 1995 (sección 5ª), emitida por el Ministerio de Salud de Panamá, los titulares registrados y licenciados tienen la responsabilidad de garantizar que los trabajadores cuenten con equipo de protección personal adecuado y suficiente, conforme a las normas de protección radiológica vigentes.

El equipo de protección personal tiene como finalidad reducir la dosis individual en las partes del cuerpo más expuestas a la radiación dispersa durante la realización de procedimientos radiológicos.

Entre los elementos más utilizados se incluyen: delantales plomados (de 0.25 a 0.5 mm de plomo equivalente), protectores tiroideos, gafas plomadas, pantallas móviles y protectores gonadales.



**Figura 16:** Equipo de protección personal.


(Colesa, 2020)



**Figura 17:** Pantalla móvil.

(Serofca, 2022)

El uso adecuado de estos elementos es obligatorio para todo el personal ocupacionalmente expuesto (POE), especialmente los técnicos de radiología y médicos radiólogos.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 51 de 58

Asimismo, el hospital debe garantizar que los trabajadores reciban capacitación periódica sobre el uso correcto, inspección y mantenimiento del EPP, y que cada pieza sea evaluada regularmente para verificar su integridad estructural.

Cualquier equipo dañado o con deterioro visible debe ser reemplazado de inmediato.

Todo equipo debe mantenerse en condiciones óptimas, disponible para su uso y sometido a pruebas de control de calidad periódicas. *Referencia:* (Ministerio de Salud, 1995).


## CAPÍTULO XII. EVALUACIÓN DE SEGURIDAD

### Clasificación de los incidentes o accidentes

**Incidente radiológico:** se considera incidente radiológico toda situación en la que ocurre una exposición no planificada o una desviación leve de los parámetros establecidos, ocasionando que, el paciente reciba una dosis diferente a la programada, sin superar el 10% de variación.

Este tipo de evento suele tener bajo impacto y permite la reanudación del servicio una vez corregida la anomalía.

**Accidente radiológico:** se considera accidente radiológico toda situación en la que ocurre una pérdida de control sobre la fuente de radiación, debido a fallas técnicas, errores de operación o imprevistos, que generan consecuencias significativas desde el punto de vista de la seguridad radiológica.

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 52 de 58

En estos casos, puede ser necesario suspender completamente las actividades hasta que se verifique la seguridad del área y la autoridad competente autorice su reactivación. Información adaptada de: (Ministerio de Salud de Panamá, 2017).

Categoría	Descripción	Ejemplo típico
<b>Categoría 1</b>	Consecuencias limitadas a una sala, laboratorio o área específica.	Fallo de calibración en un equipo dentro de la sala de rayos X.
<b>Categoría 2</b>	Consecuencias que se extienden hasta el perímetro de la instalación.	Fallo eléctrico que afecta a varias áreas del departamento de imagenología.

**Tabla 6.** Cuadro de clasificación según la extensión del área del suceso.

### **CAPÍTULO XIII. CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL**

La capacitación en protección radiológica es fundamental para garantizar que el personal ocupacionalmente expuesto (POE), realice sus funciones de forma segura y conforme a la normativa vigente.

El Hospital Nicolás A. Solano, como centro público de referencia en Panamá Oeste, debe buscar mantener actualizado a su personal mediante jornadas periódicas sobre buenas prácticas, uso adecuado de equipos y respuesta ante emergencias radiológicas.

A continuación, se propone un programa de formación continua enfocado en reforzar la seguridad y la calidad del servicio:



## PLAN DE CAPACITACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO (POE)

### **Objetivos:**

Afianzar y actualizar los conocimientos en el campo de la protección radiológica del personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes provenientes de equipos de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

### **Participantes:**

La capacitación estará especialmente dirigida a todo el personal del Hospital Nicolás A. Solano, ya sean médicos, enfermeras, técnicos y tecnólogos en radiología y todo personal, que por su labor se vean expuestos a las radiaciones. Eventualmente podrá participar cualquier otro personal de este hospital interesado en el tema.

### **Contenido fecha y lugar de realización:**

La capacitación estará formada por un conjunto de charlas que se detallan en el Cuadro 1 y se encuentran en las páginas de internet recomendadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), por lo que se llevarán a cabo en línea durante 2025 en el horario que a cada POE le resulte más conveniente.

Adicionalmente, el EPR del hospital deberá estar de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. en la Sección de Imagenología atendiendo las dudas y consultas que algún POE desee realizar.

#	Tema	Link	Expositor	Duración
1	Protección Radiológica en Tomografía	<a href="https://share.google.com/gvVfKUby4RQkw2Z1q">https://share.google.com/gvVfKUby4RQkw2Z1q</a>	Kirk Douglas, MSC. Guatemala	2:10 h
2	Medidas de Protección Radiológica	<a href="https://youtu.be/R8rMbNLAc-is?si=zgF9peENQHsf5n8">https://youtu.be/R8rMbNLAc-is?si=zgF9peENQHsf5n8</a>	Carlos Vega Pacheco, PhD. Colombia	2:05 h
3	Webinar Simposio de Radioprotección: Seguridad de las Prácticas Médicas con Radiación Ionizante	<a href="https://share.google.com/fqy0G5HJTF2vouhU">https://share.google.com/fqy0G5HJTF2vouhU</a>	Dr. Pablo Jiménez (USA), Dra. Amalia Descalzo (Argentina), Dr. Luis Bustamante (Colombia)	0:55 h / 0:30 h
4	Cómo Protegerse de la Radiación en Radiología	<a href="https://share.google.com/kWcQ8vIAcQeFNVqB">https://share.google.com/kWcQ8vIAcQeFNVqB</a>	Msc. Omar Arias, Físico Médico, Venezuela	1:45 h
5	Optimizar la Protección Radiológica o Inferir Riesgos	<a href="https://youtu.be/nN3-Q8pD8BU?si=86-8I_27DhXI8ty">https://youtu.be/nN3-Q8pD8BU?si=86-8I_27DhXI8ty</a>	Cai Barrás, DSC. España	1:20 h
6	Efectos Radiobiológicos de las Radiaciones Ionizantes	<a href="https://youtu.be/bWiUc9FFM7s?si=UAJZDXL-kfdiVYm">https://youtu.be/bWiUc9FFM7s?si=UAJZDXL-kfdiVYm</a>	Dra. Analia Randi, Msc. en Biología Molecular y Médica, Argentina	1:50 h
7	Magnitudes y Unidades Dosimétricas de Protección Radiológica utilizadas en Procedimientos Radiológicos	<a href="https://youtu.be/6lGqaKRCbHk?si=8MeJMWuVFezDFnWV">https://youtu.be/6lGqaKRCbHk?si=8MeJMWuVFezDFnWV</a>	Cari Borrás, DSC. España	1:30 h
8	El Servicio de Imagenología, rayos X y Protección Radiológica	<a href="https://youtu.be/D8eKd2A_ZNc?si=DW9s6WikKX0NsBzQX">https://youtu.be/D8eKd2A_ZNc?si=DW9s6WikKX0NsBzQX</a>	Dra. Liliana Hernández Marín, Radióloga de Méjico	1:40 h
9	Medidas de Protección Radiológica	<a href="https://youtu.be/R8rMbNLAc-i?si=93vYG9m0hdsKNjLdA">https://youtu.be/R8rMbNLAc-i?si=93vYG9m0hdsKNjLdA</a>	Carlos Vega Pacheco, PhD. Colombia	1:55 h
10	Protección Radiológica en Panamá – Normativa Nacional Vigente	<a href="https://www.youtube.com/live/Pp_9pTiy8Y?si=wIE6nW0VzS0QYyG">https://www.youtube.com/live/Pp_9pTiy8Y?si=wIE6nW0VzS0QYyG</a>	Ingeniero Sergio Rodríguez, EPR del Hospital Santo Tomás, Panamá	2:45 h

#### **Duración:**

Tendrá una duración total de 20 horas. Los participantes que participen en la capacitación deberán acercarse al EPR del hospital para validar mediante un breve resumen, cada uno de los temas que vayan atendiendo y así firmar posteriormente el formulario correspondiente (adjunto a continuación)



## Ficha de Evaluación de Acciones Formativas



Nombre:

Apellidos:

Centro:

Área/Servicio:

Con el fin de adecuar continuamente la calidad y contenido de las acciones formativas propuestas al personal de Hospital Nicolás Solano con las necesidades y centros de intereses de cada uno, necesitamos saber lo que usted opina respecto a la formación recibida últimamente.

Por lo tanto, le rogamos cumplimentar este breve impreso manifestando su grado de satisfacción o insatisfacción referente a distintos atributos de la acción formativa recibida. Por eso indique, por favor, a continuación, el contenido o tema de la formación y su percepción personal respecto a ésta, marcando el grado de satisfacción correspondiente según la escala siguiente: Muy Insatisfecho; Insatisfecho; Ni satisfecho Ni insatisfecho; Satisfecho; Muy satisfecho.

**Tema y/o contenido de la formación evaluada:**

### Contenido del curso:

Adecuación con sus necesidades formativas en el desempeño de sus funciones:

Adecuación con sus centros de interés personales:

Carácter homogéneo concreto y preciso del contenido del curso:

### Duración del curso

Adecuación de la duración del curso con el temario:

Adecuación de la duración del curso con sus necesidades formativas:


### Formato del curso

Adecuación del formato con su método personal de aprendizaje (o de asimilación de informaciones y o técnicas.

**Satisfacción general con la formación recibida:**


	<i>Muy insatisfecho</i>	<i>Insatisfecho</i>	<i>Ni Satisfecho Ni Insatisfecho</i>	<i>Satisfecho</i>	<i>Muy Satisfecho</i>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones, sugerencias o quejas:

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 57 de 58

## 5.18 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable): principio de protección radiológica que establece que toda exposición a la radiación ionizante debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible, considerando factores sociales, técnicos y económicos. (International Atomic Energy Agency, 2014).
- ICRP (International Commission on Radiological Protection): comisión Internacional de Protección Radiológica. Organismo científico que establece normas, principios y recomendaciones internacionales sobre el uso seguro de radiaciones ionizantes. (International Commission on Radiological Protection, 2007).
- Sievert (Sv): unidad derivada del Sistema Internacional que mide la dosis equivalente o efectiva de radiación, considerando el tipo de radiación y la sensibilidad de los tejidos humanos expuestos. (National Council on Radiation Protection and Measurements, 2004).
- Gray (Gy): unidad del Sistema Internacional que mide la dosis absorbida, equivalente a la cantidad de energía de radiación depositada por kilogramo de materia.  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule/kg}$ .
- (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2003).
- Foco–Receptor: distancia existente entre el punto focal del tubo de rayos X y el receptor de imagen (película, detector digital o pantalla). Su correcta calibración es esencial para la calidad diagnóstica y la reducción de dosis. (Bushong, S. C., 2017)
- Cámara de Ionización: instrumento utilizado para medir la cantidad de radiación ionizante en un área determinada. Funciona detectando los pares de iones generados por la radiación en el aire o en otro gas. (Attix, F. H., 2004).

	Firma del Encargado de Protección Radiológica:	Firma del titular:
	Versión: Fecha: 01/11/2025	Página 58 de 58

- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica): agencia especializada de las Naciones Unidas encargada de promover el uso seguro y pacífico de la energía nuclear, y de establecer normas internacionales de protección radiológica. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2014).
- EPP (Equipo de Protección Personal): conjunto de elementos diseñados para reducir la exposición individual a la radiación ionizante, tales como: delantales plomados, protectores tiroideos, guantes y gafas de plomo. (Ministerio de Salud de Panamá, 1995).
- Dosis Absorbida: Cantidad de energía de radiación ionizante transferida a la materia por unidad de masa. Es una medida física utilizada para evaluar el riesgo de daño biológico. (Turner, J. E., 2007).
- Exposición Médica: uso intencional de radiación ionizante con fines diagnósticos o terapéuticos en pacientes, bajo la responsabilidad de un profesional médico calificado, conforme a los principios de justificación y optimización. (World Health Organization, 2016).

**Anexo 2. Formulario de validación para la lista de cotejo (Instrumento 2).**



**Universidad Latina de Panamá**

**Facultad de Ingeniería**

**Licenciatura en Ingeniería Biomédica e Instrumentación**

**Escuela de Ingeniería Biomédica**

**Validación de encuesta para investigación de tesis**

**Estudiante:**

**Kimberly Aizpurúa 8-993-1259**

**Asesor:**

**Ingeniero Jesús Tapia**

**Título de la investigación:**

**Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.**

**Sede central, Ciudad de Panamá, 2025.**

**Título de la investigación:** Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

**Instrumento 2. Lista de cotejo aplicado en el Hospital Nicolás A. Solano**

CrITERIO	SI	NO	N/A	Observaciones
1. Existe un oficial de protección radiológica debidamente acreditado y nombrado.				
2. El plan de acción para obtener la licencia de fuentes de radiación está aprobado por Salud Pública.				
3. Se dispone de señalización reglamentaria en todas las zonas controladas y supervisadas.				
4. Hay un registro actualizado de calibración y mantenimiento de todos los equipos de imagenología.				
5. Se realizan inspecciones internas periódicas documentadas por el Departamento de Salud Radiológica.				
6. El personal cuenta con dosímetros personales y hay un procedimiento para su lectura y control.				
7. Existen protocolos escritos de emergencia radiológica, accesibles y actualizados.				
8. Se lleva a cabo capacitación anual en protección radiológica para todo el personal de imagenología.				
9. Se dispone de un manual de procedimientos operativos estándar (POE) para el uso seguro de equipos.				
10. Las áreas de espera y salas de pacientes están demarcadas y cumplen con las distancias de seguridad.				
11. Hay un registro de auditorías externas o inspecciones de la Autoridad Reguladora.				
12. Se han implementado medidas de blindaje (muros, mamparas) según las especificaciones				

técnicas.				
13. Existe un sistema de gestión documental para actualizaciones normativas y reportes de incidentes.				
14. El jefe confirma que se revisan y actualizan los límites de las zonas controladas al cambiar condiciones de trabajo.				
15. Se realiza seguimiento trimestral de los indicadores de dosis recibida por el personal.				

## Validación del Instrumento 2 – Lista de cotejo

- En relación con los criterios definidos en la lista de cotejo, se considera que éstos evalúan de manera:

Integral\_\_\_\_                  Parcial\_\_\_\_                  Limitada\_\_\_\_

- En cuanto a la correspondencia entre los ítems de la lista de cotejo y los objetivos de la investigación, se estima que esta relación es:

Integral\_\_\_\_                  Parcial\_\_\_\_                  Limitada\_\_\_\_

- A su juicio, ¿la lista de cotejo propuesta contribuye al cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación?

Sí\_\_\_\_                  No\_\_\_\_

- Respecto a su aplicabilidad práctica en el departamento de imagenología, el instrumento se considera:

Válido\_\_\_\_                  No válido\_\_\_\_

**Observaciones:**

**Firma del Evaluador:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** 10 de abril 2025

**Anexo 3. Formulario de validación para encuesta (Instrumento 1).**



**Universidad Latina de Panamá**

**Facultad de Ingeniería**

**Licenciatura en Ingeniería Biomédica e Instrumentación**

**Escuela de Ingeniería Biomédica**

**Validación de encuesta para investigación de tesis**

**Estudiante:**

**Kimberly Aizpurúa 8-993-1259**

**Asesor:**

**Ingeniero Jesús Tapia**

**Título de la investigación:**

**Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.**

**Sede central, Ciudad de Panamá, 2025.**

**Título de la investigación:** Propuesta de un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

**Objetivo General:** Proponer un programa de protección radiológica en el departamento de imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.

Objetivos Específicos	Variable	Dimensiones	Indicadores	Items	Pertinente	No pertinente	Observaciones
<b>Instrumento 1. Dirigida al personal técnico del departamento de imagenología en el Hospital Nicolás A. Solano</b>							
1. Identificar los elementos que conforman un programa de protección radiológica.	Programa de protección radiológica	Capacitación y formación	Conocimiento sobre los principios básicos de protección radiológica.	¿Conoce o ha recibido capacitación sobre los principios básicos de Protección Radiológica (Justificación, optimización y limitación de dosis)? a) Sí, capacitación continua b) Sí, pero con capacitación limitada c) No, nunca			
		Monitoreo y control	Conciencia sobre los riesgos de radiación para pacientes y personal médico.	¿Recibe monitoreo regular de la exposición a radiación mediante dosímetros personales? a) Sí, se realiza periódicamente b) Solo en casos específicos c) No, nunca			
		Infraestructura y señalización	Conocimiento y percepción sobre la señalización en áreas de radiación.	¿Se cuenta con señalización adecuada en las áreas de radiación para advertir al personal y a los pacientes? a) Sí, en todas las áreas b) En algunas áreas c) No, no hay señalización adecuada			
		Equipamiento y recursos	Disponibilidad y acceso de equipos de protección personal	¿Cómo califica la disponibilidad de equipos de			
2. Diagnosticar el cumplimiento de los requisitos de un programa de protección radiológica.							

				<p>protección personal (delantal plomado, gafas de protección, collar tiroideo, guantes plomados, mampara plomada)?</p> <p>a) Siempre disponibles y en buen estado</p> <p>b) Algunos disponibles</p> <p>c) No hay disponibilidad de equipos</p>			
		Mantenimiento de equipos	Conocimiento sobre el mantenimiento preventivo de los equipos de imagenología.	<p>¿Considera que los equipos de imagenología reciben mantenimiento preventivo regularmente para evitar fugas de radiación?</p> <p>a) Sí, el mantenimiento preventivo es programado</p> <p>b) No, no hay control de mantenimiento programado</p> <p>c) No lo se</p>			
		Gestión de riesgos	Impacto percibido de la propuesta de un programa de protección radiológica.	<p>¿Cree que la Propuesta de un Programa de Protección Radiológica beneficiaría al personal técnico?</p> <p>a) Sí, reduciría riesgos y mejoraría la bioseguridad hospitalaria</p> <p>b) Sí, beneficiaría, pero en menor escala</p> <p>c) No sería de gran necesidad la propuesta</p>			
		Gestión institucional	Necesidad percibida de un programa de protección radiológica estructurado.	¿Cree que el hospital necesita implementar un Programa de Protección Radiológica?			

## Validación del Instrumento 1 – Cuadro de variables

- En relación con los **indicadores** definidos para la variable de estudio, se considera que estos la evalúan de manera:

Integral\_\_\_\_                  Parcial\_\_\_\_                  Limitada\_\_\_\_

- En cuanto a la **correspondencia entre los ítems de la encuesta y los indicadores**, se estima que esta relación es:

Integral\_\_\_\_                  Parcial\_\_\_\_                  Limitada\_\_\_\_

- A su juicio, ¿el instrumento de encuesta propuesto contribuye al cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación?

Sí\_\_\_\_                  No\_\_\_\_

- Respecto a su aplicabilidad, el instrumento se considera:

Válido\_\_\_\_                  No válido\_\_\_\_

**Observaciones:**

**Firma del Evaluador:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** 10 de abril 2025

#### **ANEXO 4. Observaciones**

Observación: Durante la inspección visual realizada en las áreas del Departamento de Imagenología se observaron grietas en paredes y vidrios protectores, las cuales podrían comprometer la efectividad del blindaje radiológico si no se corrigen oportunamente.



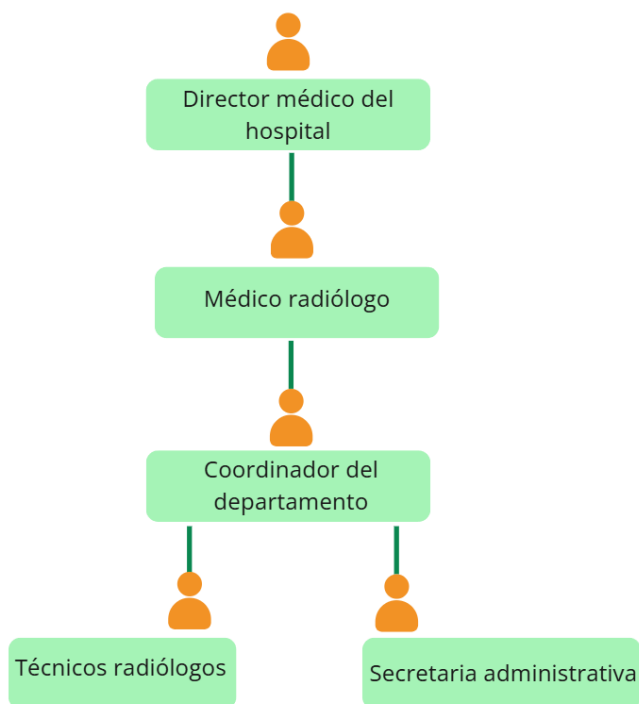
**Figura 9:** Grieta en pared



**Figura 10:** Vidrio plomado roto

**Fuente:** Registro fotografico propio (2025).

## ANEXO 5. Organigrama actual del departamento



**Figura 11:** organigrama actual del Departamento de Imagenología. (Kimberly Aizpurúa, 2025)

### ■ Debilidades:

- No hay una figura especializada que garantice el cumplimiento de normas de protección radiológica.
- La vigilancia de la exposición ocupacional y el mantenimiento de protocolos queda a cargo de personal técnico sin formación específica.
- No existe un responsable directo ante posibles inspecciones o auditorías externas.

**ANEXO 6. FORMULARIO PARA EL USO CORRECTO DEL DOSÍMETRO  
PERSONAL**

**HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO**

**MEMORANDO**

**PARA:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**ASUNTO:** uso correcto del dosímetro personal.

Le comunicamos que hemos observado que usted no utilizó su dosímetro la fecha del \_\_\_\_\_ en horario de \_\_\_\_\_.

Agradezco, nos informe sobre esta anomalía.

**NOTA:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
jefe inmediato del POE

**ANEXO 7. FORMULARIO PARA EL USO CORRECTO DEL DOSÍMETRO  
PERSONAL**

**HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO**

**MEMORANDO**

**PARA:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**ASUNTO:** devolución del dosímetro personal.

Le comunicamos, que en el reporte dosimétrico observamos que usted no entregó su dosímetro correspondiente al mes de \_\_\_\_\_ para su evaluación.

Agradeceré nos informe sobre esta anomalía.

**NOTA:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
Jefe inmediato del POE

**ANEXO 8. FORMULARIO PARA EL USO CORRECTO DE DOSIS EFECTIVA  
HOSPITAL NICOLÁS A. SOLANO**

**MEMORANDO**

**PARA:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**ASUNTO:** reporte de dosis efectiva.

Le comunicamos que en el reporte dosimétrico observamos que su dosis efectiva correspondiente al período de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ ha sido de \_\_\_\_\_ mSv.

Le informamos que, de acuerdo con las normas vigentes, la misma está por encima del límite esperado para ese período de \_\_\_\_\_ mSv.

**NOTA:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
Encargado de Protección Radiológica

**Panamá,**

**Señores**

**UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

**E. S. D.**

**Estimados Señores:**

*La (el) suscrita (o) notifica haber revisado por solicitud de la estudiante Kimberly Yazmín Aizpurúa Miranda, con cédula de identidad personal número 8-993-1259, el proyecto de Investigación Final de Graduación titulado “Propuesta de un programa de protección radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano”, y a su vez doy fe de que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.*

Atentamente



Magister de Español  
E. Elizabeth A. de Panamá  
Registro 6267

Firma del Profesor (a) de español

Nombre del o la profesora)a:

Cédula de identidad

# UNIVERSIDAD DE PANAMA

LA FACULTAD DE

## Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,  
HACE CONSTAR QUE

*Elizabeth del C. Alvarado A.*

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS  
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TITULO DE

*Licenciada en Humanidades  
con Especialización en Español*

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,  
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE  
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMA A LOS *veinticinco*  
DIAS DEL MES DE *Febrero* DE MIL NOVECIENTOS *noventa y cuatro*

*A. Williams*  
Secretario General

Diploma 41282

Identificación Personal 9-123-1842

*Gustavo Garcia de los Angeles*  
Decano

*Antonio J. ...*  
Rector

ELIZABETH DEL C. ALVARADO  
388882 807

*[Handwritten signature]*

SS DE MARZO

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LA FACULTAD DE

## Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO  
HACE CONSTAR QUE

### Elizabeth del Carmen A. de Varela

HA TERMINADO ESTUDIOS DE MAESTRÍA Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS  
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

## Magister en Lingüística Aplicada con Especialización en Redacción y Corrección de Textos

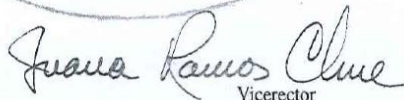
Y EN CONSECUENCIA SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,  
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE  
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE DAVID, A LOS *TRECE* DÍAS  
DEL MES DE *DICIEMBRE* 1995 DEL AÑO DOS MIL DOS.

  
Secretario General

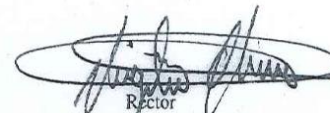
Diploma -07570-

Identificación Personal 9-123-1842

  
Decano

  
Vicerector

de Investigación y Postgrado

  
Rector

REPUBLICA DE PANAMA  
MINISTERIO DE EDUCACION  
SECRETARIA REGIONAL DE EDUCACION DE VERAGUAS  
3 DE ENERO  
ELIZABETH  
DE VARELA  
100  
Oficina de Registro

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**  
**TRIBUNAL ELECTORAL**

**Elizabeth Del Carmen**  
**Alvarado Aguilar de Varela**



NOMBRE USUAL:  
FECHA DE NACIMIENTO: **18-JUN-1963**  
LUGAR DE NACIMIENTO: **VERAGUAS,SANTIAGO**  
SEXO: **F** TIPO DE SANGRE: **O+**  
EXPEDIDA: **05-AGO-2020** EXPIRA: **05-AGO-2035**

**9-123-1842**



*Elizabeth A. de Varela*



SEDE CENTRAL

## FORMULARIO DE ENTREGA DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

*Nota: Llenar este formulario a máquina de escribir. Entregar este formulario junto con el Proyecto Final de Graduación y los Paz y Salvo*


Por este medio, notifico que el Proyecto titulado “Propuesta de un programa de protección radiológica en el Departamento de Imagenología del Hospital Nicolás A. Solano.”

Correspondiente al estudiante de la carrera Ingeniería Biomédica e Instrumentación.

Doy fe que he revisado y autorizado la entrega del Proyecto Final de Graduación (Documento Final), a Secretaría Académica, por reunir los requisitos y acatamientos exigidos por la Universidad Latina de Panamá y sugiere se le asigne la fecha para su defensa oral (sustentación).

### **Autorización del director del Proyecto Final de Graduación:**


Nombre del Profesor director: Jesús Tapia

Firma de Autorización 

Teléfono: 6410-6554

### **Autorización del Profesor responsable del Curso Proyecto Final de Graduación:**

Nombre del Profesor: Alfredo Lescher

Firma de Autorización 

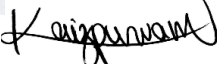
Teléfono: 6126-3467

### **En caso de revisión de un Profesor de Español**

Notifico que doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.

Nombre del Profesor de español: Elizabeth de Varela

Autorización 

Firma del Estudiante  Fecha de Entrega 03 de marzo 2026.

Recibido por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_