



Universidad Santander

Reacreditación Institucional por el CONEAUPA según Resolución 20
publicada en Gaceta Oficial el 04/01/2023 - República de Panamá

UNIVERSIDAD SANTANDER

Facultad de Ciencia de la Salud

Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas

**OPTIMIZACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA
PERSONAL DEL SALÓN DE OPERACIONES EN HOSPITALES DE TERCER**

NIVEL

Trabajo de grado para optar por el título de licenciatura en Radiología e Imágenes
Diagnósticas

AUTOR/ES:

Janeliz Arianny Ramos Rodríguez

Saray Raquel Rangel Sánchez

Olga Emperatriz Mootoo Rodríguez

Melany Cristina Quintana Núñez

Director del Trabajo:

Doctor Roberto Pérez

Asesor metodológico:

Margot Carrillo

Panamá, 17 de Septiembre de 2025

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por darme la vida y la fuerza para culminar este logro.

A Jesucristo, por su ejemplo de amor y sacrificio que guía mis pasos.

Al Espíritu Santo, por iluminar mi mente con sabiduría y serenidad en cada momento de este camino.

Por las Autoras

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, a Jesucristo y al Espíritu Santo, quienes me han sostenido con fe, fortaleza y esperanza a lo largo de este proceso. A mi familia, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional en cada etapa. A mis docentes y asesores, por compartir su conocimiento y orientarme con sabiduría en la construcción de este trabajo. Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, fueron parte de este recorrido y contribuyeron a que hoy pueda culminar esta meta.

Por las Autoras

RESUMEN

Introducción. En los quirófanos de tercer nivel, el arco en C sostiene decisiones críticas en tiempo real; sin embargo, lo clínico solo es sostenible cuando la protección radiológica se convierte en práctica cotidiana y no en un anexo normativo. Esta revisión documental sitúa el problema en la intersección entre técnica, cultura de seguridad y marco legal panameño.

Objetivo. Analizar la optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel; y examinar sus consecuencias para el personal y los pacientes.

Método. Estudio documental con matriz bibliográfica y criterios explícitos de selección; síntesis temática y triangulación de evidencia (auditorías de cumplimiento, encuestas, dosimetría, normativa nacional e internacional). Se privilegió literatura reciente y contexto hospitalario panameño.

Resultados. Se describen patrones consistentes: uso generalizado de delantal plomado y baja portación de dosímetro, protector tiroideo y gafas; variabilidad por rol; y brechas formativas que afectan colimación, distancia y tiempos de fluoroscopia. La evidencia muestra mejoras con presets de baja dosis, comunicación estandarizada en sala, biombos bien ubicados y retroalimentación dosimétrica inmediata.

Conclusiones/Recomendaciones. El cumplimiento es parcial y heterogéneo; la seguridad depende de microdecisiones técnicas sostenidas por una cultura institucional aprendiente. Se recomienda institucionalizar formación periódica, dosimetría personal y en tiempo real, verificación del EPP con trazabilidad, control de calidad del equipo y protocolos de comunicación que reduzcan disparos innecesarios.

Palabras clave: Protección radiológica; arco en C; quirófano; hospitales de tercer nivel; dosimetría; ALARA.

ABSTRACT

Introduction. In tertiary operating rooms, the C-arm supports critical decisions in real time; however, clinical practice is only sustainable when radiation protection becomes a daily practice and not a regulatory addendum. This documentary review situates the problem at the intersection of technique, safety culture, and the Panamanian legal framework. **Objective.** To analyze compliance with radiation protection measures for the use of the C-arm in tertiary operating rooms; identify the causes of noncompliance; and examine its consequences for staff and patients. **Method.** Documentary study with a bibliographic matrix and explicit selection criteria; thematic synthesis and evidence triangulation (compliance audits, surveys, dosimetry, national and international regulations). Recent literature and the Panamanian hospital context were prioritized. **Results.** Consistent patterns are described: widespread use of a lead apron and low use of dosimeters, thyroid shields, and goggles; variability by role; and training gaps that affect collimation, distance, and fluoroscopy times. Evidence shows improvements with low-dose presets, standardized in-room communication, well-positioned screens, and immediate dosimetric feedback. **Conclusions/Recommendations.** Compliance is partial and heterogeneous; safety depends on technical microdecisions supported by a learning institutional culture. It is recommended to institutionalize periodic training, personal and real-time dosimetry, PPE verification with traceability, equipment quality control, and communication protocols that reduce unnecessary shots.

Keywords: Radiation protection; C-arm; operating room; tertiary hospitals; dosimetry;

ALARA

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1. El problema de investigación	4
1.1. Descripción del problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación.....	9
1.2. Justificación	10
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo General.....	12
1.3.2. Objetivos Específicos	12
1.4. Delimitación la línea y sub - línea de investigación.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Marco Histórico.....	15
2.2. Marco Legal.....	19
2.3. Marco Referencial	27
2.3.1. Fundamentos de la protección radiológica en el uso del arco en C.....	27

2.3.1.1 Principios internacionales de seguridad radiológica: justificación, optimización y limitación de dosis.	29
2.3.1.2 Particularidades técnicas del arco en C y su aplicación en procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.	31
2.3.1.3 Normativas nacionales e internacionales aplicables a hospitales de tercer nivel y su impacto en la práctica clínica.	33
2.3.2. Cumplimiento de medidas de protección radiológica en quirófanos	35
2.3.2.1 Panorama mundial y latinoamericano sobre la implementación de medidas de seguridad radiológica.	37
2.3.2.2 Estado actual del cumplimiento en hospitales de tercer nivel: fortalezas y debilidades detectadas.	39
2.3.2.3 Cultura institucional y percepción del riesgo radiológico en el personal de salud.	40
2.3.3. Factores que limitan la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica	42
2.3.3.1 Barreras organizacionales: disponibilidad de equipos, auditorías internas y fiscalización regulatoria.	43
2.3.3.2 Limitaciones pedagógicas: formación académica, capacitación continua y actualización profesional.	45
2.3.3.3 Factores humanos y laborales: presión asistencial, fatiga del personal y resistencia al uso de equipos de protección.	46
2.3.4. Consecuencias del inadecuado cumplimiento de las medidas de protección radiológica	48

2.3.4.1 Riesgos ocupacionales acumulativos para el personal expuesto: efectos determinísticos y estocásticos.....	49
2.3.4.2 Repercusiones en la calidad de la atención y seguridad del paciente.....	50
2.3.4.3 Implicaciones éticas y legales en el incumplimiento de la protección radiológica en hospitales de tercer nivel.....	52
2.4. Marco Contextual	53
2.4.1. Contexto internacional y regional de la protección radiológica en quirófanos ..	54
2.4.1.1 Tendencias globales en el cumplimiento de medidas de seguridad radiológica en el uso del arco en C.....	56
2.4.1.2 Situación en América Latina: avances, limitaciones y contrastes en hospitales de tercer nivel.	58
2.4.2. Contexto nacional en Panamá sobre la protección radiológica en hospitales de tercer nivel	61
2.4.2.1 Normativas, políticas y supervisión institucional de la protección radiológica en quirófanos.	63
2.4.2.2 Realidades prácticas del personal de salud: nivel de cumplimiento, recursos disponibles y desafíos cotidianos.	65
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	68
3.1. Tipo y diseño de Investigación	69
3.2. Unidades de Análisis	70
3.2.1. Criterios de inclusión y exclusión	71
3.3. Variables de la Investigación.....	71
3.4. Consideraciones éticas.....	72
3.5. Métodos para la recolección de los datos	73

3.6. Procedimiento.....	75
CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	78
4.1. Presentación de los Resultados.....	79
4.2. Discusión de los resultados	89
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS	108
Anexo 1. Presupuesto	109
Anexo 2. Cronograma de Actividades.....	109
Anexo 3. Instrumento de recolección de Información	110
Anexo 4. Inscripción proyecto	111
Anexo 5. Exención Comité Bioética	112
Anexo 6. Carta y Diploma revisión profesor español	113
Anexo 7. Estrategia Informativa.....	114

ÍNDICE DE TABLA

	Página
Tabla 1. Matriz Bibliográfica	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Arco en C en quirófano panameño con personal protegido bajo normas ALARA	54
Figura 2. Blindaje y uso del arco en C en quirófano panameño bajo principios ALARA..	57
Figura 3. Quirófano panameño con Arco en C y medidas de protección radiológica visibles	59
Figura 4. Arco en C con medidas visibles de protección radiológica	61
Figura 5. El Arco En C: Una Herramienta Indispensable en la Medicina	64
Figura 6. Protección radiológica visible en quirófano panameño con arco en C	66
Figura 7. Diagrama de flujo de la presente revisión documental	74

INTRODUCCIÓN

La práctica quirúrgica contemporánea depende cada vez más de la guía radiológica en tiempo real que ofrece el arco en C; su valor clínico es indiscutible, pero trae consigo una responsabilidad ética y técnica: proteger al personal y a los pacientes frente a la radiación ionizante. En este escenario, el cumplimiento efectivo de las medidas de protección radiológica no es un apéndice normativo, sino la condición mínima para sostener la calidad asistencial y la salud ocupacional.

Esta investigación asume ese punto de partida y sitúa la pregunta en un terreno concreto: cómo se está cumpliendo, por qué se incumple cuando ocurre y qué significa ese comportamiento para la seguridad en quirófanos de alta complejidad del contexto panameño.

El problema no es solo técnico; también es cultural y organizacional. Las normas existen, los equipos están, y la evidencia señala prácticas seguras bien descritas; sin embargo, entre lo que se establece en los documentos y lo que sucede en sala aparece una brecha hecha de hábitos, tiempos, flujos y decisiones bajo presión.

Comprender esa distancia exige mirar el fenómeno con lentes múltiples: marco regulatorio, configuración de los equipos, disponibilidad y adecuación del EPP, formación continua y, sobre todo, la manera en que cada rol cirujano, enfermería, anestesia, personal de imagen interpreta el riesgo y lo convierte (o no) en conducta cotidiana. Esta introducción enmarca justamente ese cruce entre lo normativo y lo real, evitando caricaturas y atendiendo a matices propios de hospitales de tercer nivel en Panamá.

Este estudio propone reconocer la vinculación de los principios de justificación, optimización y limitación con la realidad del quirófano, identifica tensiones entre urgencia clínica y seguridad, y reconoce a la vez los avances y las brechas en el entorno panameño. La novedad no reside en descubrir que el arco en C implica riesgo, sino en mostrar con

claridad dónde se decide la protección: en la configuración del equipo antes del primer disparo, en la colimación que se recuerda, en la distancia que se respeta, en el dosímetro que se usa, en la palabra que coordina. En este sentido, la presente investigación ha sido estructurada cuidadosamente en capítulos con el fin de garantizar un desarrollo temático claro, coherente y riguroso del problema abordado.

Capítulo I: Planteamiento del problema, donde se precisan el objeto, objetivos, la justificación y las preguntas clave, enfocadas en el cumplimiento de la protección radiológica durante el uso del arco en C.

Capítulo II: Marco teórico, orientado a desarrollar antecedentes, marco regulatorio y fundamentos que sostienen el estudio, permitiendo comprender el contexto y la importancia del cumplimiento radiológico en quirófanos con arco en C en hospitales terciarios.

Capítulo III: Marco metodológico, sección que explica enfoques para recolectar y analizar fuentes documentales, criterios de inclusión, matrices de síntesis y pertinencia de focalizar el cumplimiento en el uso del arco en C como escenario prioritario.

Capítulo IV: Presentación y análisis de resultados, orientado a exponer los hallazgos derivados de la revisión, examinando patrones de cumplimiento, prácticas clínicas en quirófano y evidencias dosimétricas, situadas en hospitales de tercer nivel que operan con arco en C actualmente.

Conclusiones y recomendaciones, cierre del trabajo que organiza y resume los resultados más relevantes.

Fuentes consultadas, sección en la que se registran las referencias que sustentan la investigación, reconociendo aportes de literatura y estudios que permiten comprender y contextualizar el cumplimiento en radioprotección quirúrgica.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. El problema de investigación

1.1. Descripción del problema de investigación

El uso del arco en C en los salones de operaciones ha revolucionado la práctica médica, particularmente en procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos que requieren una guía radiológica precisa y en tiempo real. Sin embargo, a nivel mundial, la creciente dependencia de este recurso ha puesto en evidencia un problema que no puede seguir siendo ignorado: la exposición a la radiación ionizante de los equipos de salud y pacientes (Shubayr, 2025).

Si bien existen normativas internacionales como las establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) que dictan parámetros de seguridad y uso, en la práctica diaria no siempre se cumplen con rigurosidad, ya sea por falta de capacitación, limitaciones técnicas o presión asistencial (Allam et al., 2024). Este desfase entre lo recomendado y lo aplicado genera un vacío que compromete tanto la seguridad ocupacional del personal como la protección de los pacientes, lo cual convierte el tema en una prioridad de análisis en el ámbito académico y profesional (Ghasemi, S. et al., 2025).

En diversos hospitales del mundo, particularmente en aquellos de gran complejidad donde los volúmenes de cirugías son elevados, los estudios han señalado que la aplicación de medidas de protección radiológica suele ser heterogénea. En muchos contextos se cuenta con dispositivos de blindaje como delantales plomados, gafas y protectores tiroideos, pero su uso no es sistemático ni constante. Las razones son múltiples: desde la incomodidad física que genera el equipo protector, hasta la falta de cultura institucional en seguridad radiológica (Veera, S. et al., 2025).

Esta realidad ha llevado a que, a pesar de las recomendaciones de organismos internacionales, se sigan registrando casos de sobreexposición acumulativa que afectan la

salud de los profesionales de quirófano. El problema no es menor, pues compromete el futuro laboral de quienes están expuestos y aumenta los riesgos de efectos estocásticos como el cáncer, cuya incidencia silenciosa se acumula con los años de servicio.

De igual forma, la globalización de la tecnología médica ha traído consigo la masificación del arco en C sin que todos los países cuenten con los mismos niveles de regulación y control. En regiones de ingresos medios o bajos, la introducción de esta herramienta se da en entornos con limitadas capacidades de fiscalización, lo que agudiza la brecha en el cumplimiento de las medidas de protección.

La carencia de programas continuos de educación en protección radiológica o la ausencia de protocolos estandarizados, convierte a muchos hospitales en escenarios vulnerables donde el personal debe improvisar sus prácticas de seguridad. En este sentido, el problema se trasciende más allá de lo técnico: es una cuestión de equidad en salud laboral, donde el acceso a condiciones seguras se convierte en un derecho que aún no está garantizado de manera universal (Rowantree, S. A., 2024).

De este panorama mundial, se observa que, aunque la tecnología ha avanzado con rapidez y los beneficios clínicos del arco en C son indiscutibles, la brecha entre las recomendaciones normativas y la práctica hospitalaria real persiste (Shirbache, K. (2024). Esa falta de armonización entre lo que debería cumplirse y lo que realmente se cumple refleja la necesidad urgente de investigaciones que aborden de manera crítica las prácticas locales y regionales, permitiendo no solo reconocer los factores de incumplimiento, sino también proponer estrategias contextualizadas que reduzcan la exposición innecesaria (Almalki, A. H. et al., 2021). Así, la protección radiológica se posiciona como un eje transversal que no puede quedar relegado frente a la presión asistencial y la urgencia quirúrgica.

En el caso de América Latina, este desafío adquiere matices propios. Muchos países de la región enfrentan limitaciones presupuestarias que impactan directamente en la disponibilidad y calidad de los equipos de protección personal, así como en la implementación de programas de monitoreo de dosis acumuladas en el personal de quirófano (Al Mohammad, et al., 2022).

Aunque las normativas nacionales suelen basarse en lineamientos internacionales, la fiscalización es irregular y depende en gran medida de la capacidad institucional de cada país. Ello genera que hospitales de alto nivel trabajen bajo estándares aceptables, mientras que otros centros de atención no logran garantizar una protección efectiva, lo que agudiza las desigualdades en materia de seguridad radiológica (Barbosa et al., 2022).

Otro factor que influye en el cumplimiento en la región es la cultura organizacional en torno a la seguridad. Según Abanomy (2024) en varios hospitales latinoamericanos, la priorización de la urgencia clínica sobre la seguridad radiológica provoca que, en muchos procedimientos, los protocolos de protección se vean relegados a un segundo plano.

Los cirujanos, anestesiólogos y personal de enfermería en ocasiones consideran que el uso de equipos de protección ralentiza el procedimiento, lo que se traduce en omisiones o incumplimientos parciales. Este fenómeno refleja no solo una carencia de disciplina institucional, sino también un déficit de sensibilización acerca de los efectos de la radiación a largo plazo, los cuales rara vez son percibidos como inmediatos (Al Mohammad et al., 2022).

A esto se suma la necesidad de fortalecer la capacitación continua en protección radiológica, ya que en muchos países de América Latina los programas de formación inicial en carreras afines a la salud dedican poca atención al uso seguro del arco en C en escenarios quirúrgicos. La actualización permanente del personal suele depender de iniciativas aisladas

o de la voluntad de los mismos profesionales, lo que limita la creación de una cultura homogénea de protección (Dorman et al., 2023). De ahí la importancia de fomentar investigaciones que reconozcan estas carencias, no solo como un problema técnico, sino como una cuestión de política sanitaria y de derechos laborales en la región.

En el caso de Panamá, el cumplimiento de las medidas de protección radiológica en hospitales de tercer nivel refleja tanto avances como debilidades. Por un lado, el país ha adoptado normativas alineadas con estándares internacionales y muchos centros cuentan con equipos de protección personal básicos.

Sin embargo, las realidades del día a día muestran que la disponibilidad y el uso de estos equipos no siempre son óptimos, y que persisten dificultades relacionadas con la supervisión y el control del cumplimiento. En hospitales de alta demanda, la presión asistencial y la falta de auditorías constantes pueden favorecer prácticas de riesgo, lo que evidencia la necesidad de reforzar la vigilancia institucional.

Asimismo, es evidente que no todos los profesionales de la salud involucrados en procedimientos con arco en C han recibido una formación especializada en protección radiológica. Aunque existen programas académicos que incluyen la seguridad radiológica dentro de su currículo, su aplicación práctica en el quirófano depende de la cultura de cada equipo médico y del liderazgo de los jefes de servicio. Esta disparidad genera que el nivel de cumplimiento sea variable, con personal más consciente y riguroso en algunos hospitales, mientras que en otros persisten prácticas de exposición innecesaria.

En el contexto nacional se reconoce que el cumplimiento de estas medidas no es solo un asunto técnico, sino también ético y legal. La protección radiológica se vincula directamente con el derecho a un ambiente laboral seguro y con la responsabilidad de las instituciones de salud de garantizar condiciones adecuadas para sus trabajadores.

Partiendo de esta premisa, el presente estudio que lleva por título “optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel” toma lugar debido que, el uso del arco en C se ha convertido en una herramienta indispensable para la práctica quirúrgica moderna, permitiendo procedimientos de alta precisión en traumatología, cardiología y cirugía general. No obstante, esta utilidad clínica contrasta con una problemática evidente: la optimización y el cumplimiento parcial o insuficiente de las medidas de protección radiológica por parte del personal sanitario.

A pesar de que las normativas internacionales y nacionales establecen protocolos claros de seguridad, en la práctica cotidiana se observa que factores como la sobrecarga laboral, la falta de supervisión y la percepción de que las medidas ralentizan el procedimiento contribuyen a que la protección sea inconsistente. Esta situación eleva el riesgo de exposición acumulativa a la radiación ionizante, con consecuencias que no solo afectan la salud de los profesionales, sino que comprometen también la seguridad del paciente al no existir un entorno plenamente regulado.

De igual forma, la situación se complejiza porque el nivel de optimización de las medidas de protección no es homogéneo entre hospitales ni dentro de un mismo equipo de trabajo. Mientras algunos profesionales cumplen rigurosamente con el uso de delantales plomados, gafas o protectores tiroideos, otros los utilizan de manera esporádica o incorrecta, lo que genera un clima de vulnerabilidad frente a los riesgos radiológicos.

Este incumplimiento parcial revela que, aunque la tecnología del arco en C ofrece ventajas innegables, la ausencia de una cultura sólida de seguridad radiológica en el quirófano representa un vacío crítico que las instituciones deben abordar de manera urgente para garantizar una práctica médica responsable y segura.

A este panorama se suman las falencias pedagógicas que limitan la correcta aplicación de las medidas de protección radiológica. En muchos casos, la formación académica de los profesionales de salud incluye la protección radiológica como parte de un contenido teórico, pero carece de un enfoque práctico y actualizado que les permita enfrentar con seguridad los escenarios reales del quirófano.

Esta brecha educativa se traduce en un conocimiento fragmentado o superficial, lo que dificulta que los trabajadores comprendan plenamente los efectos a largo plazo de la exposición a la radiación y, en consecuencia, la necesidad de aplicar rigurosamente cada medida preventiva.

Asimismo, las capacitaciones continuas suelen ser esporádicas y carecen de seguimiento, lo que reduce su efectividad e impide consolidar hábitos de seguridad. La falta de actualización frente a los avances tecnológicos del arco en C y la escasa sensibilización del personal refuerzan prácticas de riesgo que se normalizan con el tiempo.

Esta deficiencia pedagógica, interrelacionada con las limitaciones estructurales y organizativas de los hospitales de tercer nivel, configura un escenario en el que el problema no solo radica en la disponibilidad de recursos, sino también en la capacidad institucional de educar, supervisar y generar conciencia colectiva sobre la importancia de la protección radiológica como pilar de la salud ocupacional y la seguridad del paciente.

1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación.

Visto de esta forma, surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo es la optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel?

1.2. Justificación

El presente estudio se justifica en la necesidad de reconocer y analizar de manera crítica el nivel de optimización y cumplimiento de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C dentro de los salones de operaciones de hospitales de tercer nivel. En la práctica médica actual, esta herramienta tecnológica ha demostrado ser indispensable para procedimientos quirúrgicos complejos, sin embargo, su utilización conlleva riesgos significativos si no se aplican correctamente los protocolos de seguridad establecidos.

La radiación ionizante, al ser acumulativa, expone tanto al personal de salud como a los pacientes a consecuencias que pueden afectar su bienestar a largo plazo. En este sentido, el estudio se convierte en un recurso académico y científico que busca no solo visibilizar esta realidad, sino también fundamentar la necesidad de adoptar una cultura de protección más sólida y sostenida.

De igual manera, la investigación se justifica porque permite evidenciar un vacío que, en muchos contextos hospitalarios, suele quedar relegado ante la urgencia asistencial: la seguridad radiológica en el quirófano. Reconocer este problema en hospitales de tercer nivel, donde la demanda de procedimientos con arco en C es elevada, resulta esencial para proponer soluciones orientadas a la prevención. Este análisis no pretende limitarse a describir lo existente, sino también abrir un espacio de reflexión sobre las consecuencias de la falta de cumplimiento y cómo dichas omisiones comprometen no solo la salud del personal, sino también la calidad de la atención médica.

La importancia del estudio radica en que ofrece la posibilidad de comprender en profundidad las dinámicas institucionales y profesionales que condicionan la optimización de las medidas de protección radiológica. Analizar cómo se implementan estas medidas en los quirófanos permite identificar fortalezas y debilidades en la práctica, lo cual resulta

fundamental para establecer líneas de mejora. Además, al situar el análisis en hospitales de tercer nivel, se logra captar un escenario donde la tecnología y la demanda clínica se encuentran en constante tensión, lo que hace aún más necesario garantizar que la seguridad no sea un aspecto secundario, sino parte integral de la atención quirúrgica.

Asimismo, comprender este fenómeno adquiere relevancia porque trasciende el campo técnico de la radiología y se vincula directamente con la salud ocupacional, la bioseguridad y el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales. La investigación, en consecuencia, no solo se orienta a los profesionales en radiología e imágenes diagnósticas, sino que también involucra a médicos, enfermeros y a las propias instituciones hospitalarias, ya que todos participan de manera activa en el proceso de cuidado y deben asumir un compromiso compartido frente a la exposición radiológica.

Los aportes de este trabajo se reflejan en primer lugar en el ámbito sociocultural, al promover una mayor sensibilización entre los profesionales de la salud y la sociedad sobre los riesgos asociados al incumplimiento de las medidas de protección radiológica. Al difundir conocimiento científico fundamentado, se fortalece la conciencia colectiva de que la seguridad en los procedimientos quirúrgicos no es un lujo, sino una responsabilidad ética y social. Este cambio de percepción contribuye a que la radioprotección sea reconocida como un derecho laboral y un deber institucional, favoreciendo la creación de una cultura de prevención en el ámbito sanitario.

En el plano institucional, la investigación aporta elementos concretos para que los hospitales de tercer nivel evalúen y fortalezcan sus políticas internas de protección radiológica. Los hallazgos servirán como insumo para diseñar capacitaciones periódicas, establecer mecanismos de supervisión más rigurosos y, en última instancia, mejorar la calidad del ambiente laboral.

De esta forma, los resultados no solo tendrán un impacto académico, sino que también se proyectarán en la práctica cotidiana, contribuyendo a la consolidación de un sistema de salud más seguro, equitativo y comprometido con la protección de quienes brindan y reciben atención médica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C en salones de operaciones de hospitales de tercer nivel.
- Identificar las principales causas que limitan o dificultan la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica en el personal expuesto al uso del arco en C en quirófanos.
- Examinar las consecuencias derivadas del inadecuado cumplimiento de las medidas de protección radiológica en procedimientos con arco en C en hospitales de tercer nivel.

1.4. Delimitación la línea y sub - línea de investigación

La presente investigación se enmarca en la línea de Radiología e Imagenología y específicamente en la sub-línea de Protección Radiológica, delimitándose al análisis del cumplimiento de las medidas de seguridad vinculadas con el uso del arco en C en hospitales de tercer nivel en Panamá. Este recorte temático y contextual busca describir la situación

actual en la que se aplican o incumplen dichas medidas en el entorno quirúrgico, con especial atención al nivel hospitalario donde la complejidad de los procedimientos y la alta demanda de servicios hacen más evidente la necesidad de aplicar protocolos rigurosos de protección.

La investigación se centra en establecer un panorama actualizado que refleje la realidad institucional y profesional en torno al uso del arco en C, considerando el alcance de la normativa vigente, los equipos disponibles y la práctica diaria del personal de salud expuesto a la radiación.

De manera complementaria, la delimitación incluye el estudio de las principales causas que impiden la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica y de las consecuencias derivadas de su incumplimiento. Esta perspectiva permite identificar factores internos como la capacitación, la cultura de seguridad y la disponibilidad de equipos de protección personal, así como aspectos externos relacionados con la gestión hospitalaria y la supervisión normativa.

Al abordar el problema desde un enfoque cuantitativo, se busca examinar de forma objetiva cómo estas variables influyen en el cumplimiento y qué repercusiones tienen en la seguridad ocupacional y en la calidad del entorno quirúrgico. Así, la investigación queda acotada a un tiempo y espacio específicos, aportando evidencia que permita comprender el estado actual y orientar futuras mejoras en hospitales de tercer nivel. Partiendo de esta premisa se delimita la línea y sub - línea de investigación:

- Línea de Investigación e Innovación: Radiología e Imagenología.
- Sub – línea de Investigación e Innovación: Protección Radiológica.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

El marco histórico en una investigación, como lo señala Arias (2019), resulta esencial para comprender cómo ha evolucionado y se ha consolidado la protección radiológica en el ámbito hospitalario. Este enfoque metodológico permite a los investigadores analizar los antecedentes normativos, técnicos y científicos que han influido en la implementación de estas medidas, facilitando entender el recorrido que ha llevado a su aplicación actual en el uso del arco en C en salones de operaciones de hospitales de tercer nivel.

Indispensable en el campo académico, este componente histórico hace posible develar de qué manera los avances en la legislación, las innovaciones en equipos médicos y las decisiones institucionales han determinado la manera en que hoy se aplican las medidas de protección radiológica en los quirófanos. Al reconocer estos procesos, se logra ubicar la práctica actual dentro de un contexto de progresiva consolidación de la seguridad radiológica como parte esencial de la atención en salud.

Profundizar en este marco implica adentrarse en los momentos clave que marcaron un antes y un después en la manera de emplear dispositivos de imagen en procedimientos quirúrgicos. Esto conlleva no solo recuperar una secuencia temporal de hechos normativos y tecnológicos, sino también examinar su repercusión directa en las prácticas hospitalarias actuales, como, por ejemplo, la incorporación de protocolos más estrictos de protección y el impacto en la reducción de la exposición innecesaria tanto del personal como de los pacientes.

Antecedentes Históricos

Rojas y Zeledón (2023) en su trabajo especial de grado titulado “Estado de la protección radiológica ocupacional de los servicios de hemodinamia del Hospital San Juan de Dios, Hospital México, Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, Hospital Nacional

de Niños y Hospital Clínica Bíblica, en San José, Costa Rica, en el año 2021”. Al respecto, el propósito del estudio fue evaluar el cumplimiento de normas de protección radiológica entre el personal sanitario involucrado en procedimientos de hemodinamia, un área de imagenología intervencionista con alta exposición a radiación ionizante.

Desarrollada bajo un enfoque descriptivo y observacional, esta investigación se clasificó como un estudio de tipo cuantitativo y nivel descriptivo, con una estructura transversal. La población de estudio incluyó el personal ocupacionalmente expuesto de los servicios de hemodinamia de cinco hospitales públicos de San José. Para la recolección de datos se emplearon visitas directas a los departamentos, acompañadas de encuestas estructuradas diseñadas para evaluar conocimiento, prácticas y cumplimiento de medidas de protección radiológica.

Además, se realizó una revisión documental de normas nacionales e internacionales vigentes, comparando la realidad hospitalaria con los estándares establecidos. Los resultados mostraron que, en general, los hospitales evaluados cumplían con la mayoría de los incisos regulatorios, aunque se detectaron deficiencias aisladas en algunos procedimientos específicos.

Se concluyó que, aunque existe un marco regulatorio sólido respaldado por entidades como el Ministerio de Salud y la Caja Costarricense de Seguro Social, su implementación práctica presenta variaciones mínimas entre centros hospitalarios. Se identificaron lagunas puntuales en la formación continua del personal y en la supervisión de equipo dosimétrico, lo que podría comprometer la consistencia en la aplicación de medidas seguras. Aun así, el cumplimiento general se valoró como aceptable, lo que sugiere una cultura incipiente de protección radiológica, con oportunidades claras de fortalecimiento institucional.

Este antecedente aporta un referente institucional, puesto que demuestra cómo, en un entorno real de alta exposición (hemodinamia), se observa la coexistencia entre cumplimiento regulatorio formal y fallas operativas aisladas. Esta dinámica es comparable a lo que puede ocurrir en quirófanos con arco en C. Analizar esta semejanza permitirá cuestionar hasta qué punto la normativa vigente en Panamá se traduce en prácticas efectivas y homogéneas, o si, por el contrario, persisten brechas operativas similares, lo que motiva la relevancia y necesidad del estudio propuesto.

Rincón et al., (2024) publicó el artículo titulado “Percepción del riesgo entre los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes” cuyo propósito fue explorar, desde una perspectiva cualitativa, la percepción de riesgo sobre la radiación ionizante entre profesionales expuestos, en contraste con los pilares establecidos de protección radiológica como la justificación, optimización y limitación, y los principios de distancia, tiempo y blindaje.

El estudio aplicó una metodología cualitativa bajo el paradigma fenomenológico, utilizando entrevistas conversacionales realizadas entre 2019 y 2020 con cinco participantes con más de veinte años de experiencia en el uso de radiación ionizante. La investigación analizó cómo los participantes concebían los riesgos asociados, identificando cinco categorías temáticas mediante la tematización y esquematización de los discursos recogidos.

Entre las conclusiones, se describe que, aunque el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) es reconocido por los participantes en términos de distancia, tiempo y blindaje, existe una falta de comprensión sobre la justificación de procedimientos, vinculado con un temor implícito a equivocarse. Además, se evidencia que hasta un 30 % de los procedimientos podrían carecer de justificación según estándares de la IAEA, lo que pone en evidencia la brecha entre el conocimiento técnico y su aplicación práctica.

Este antecedente resulta pertinente para el presente estudio, ya que aporta una visión sobre cómo los profesionales con amplia trayectoria perciben y aplican los principios de protección radiológica. Comparar estas percepciones con la conducta observable en hospitales de tercer nivel en Panamá permitirá identificar si existen sesgos similares ligados a la justificación y el manejo del riesgo, además de evaluar si la cultura institucional favorece o obstaculiza la aplicación efectiva de un enfoque ALARA robusto.

Hernández et al., (2020) en su trabajo especial de grado titulado “Estado actual de la práctica de la Física Médica en México: un análisis ocupacional”. Al respecto, el propósito del estudio fue analizar la situación laboral y profesional del físico médico clínico (Medical Physics) en México, enfocado en su reconocimiento legal, condiciones ocupacionales y su papel en la seguridad radiológica dentro del sistema de salud.

El estudio se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo descriptivo, de nivel exploratorio, empleando datos recogidos a través de fuentes oficiales y comunicaciones personales. Se elaboró una base de datos de los profesionales que desempeñan funciones de físico médico clínico (PDMPT) en hospitales mexicanos, incluyendo datos como tipo de empleador, perfil académico y distribución geográfica.

Se identificaron 360 puestos relacionados con esas funciones, de los cuales el 49 % correspondía a instituciones públicas y el 65 % se concentraba en servicios oncológicos, especialmente radioterapia. Además, se encontró que solo el 40 % de esos profesionales contaba con estudios de posgrado en física médica, y que el 32 % eran mujeres. También se observaron condiciones laborales complejas, como la realización de doble y hasta triple turno.

Los autores concluyeron que la práctica profesional de la física médica en México presenta limitaciones significativas en cuanto a su reconocimiento formal, capacitación

adecuada y distribución equitativa entre regiones, lo cual plantea inquietudes respecto al cumplimiento de estándares internacionales en seguridad radiológica y calidad asistencial. Asimismo, advirtieron que esta situación podría mejorar mediante una política pública que fortalezca la formación especializada, la regulación profesional y la integración del físico médico en el sistema de salud.

Este antecedente adquiere relevancia para el presente estudio, puesto que permite contrastar cómo en un contexto diferente el de la física médica clínica se observan barreras institucionales, formativas y estructurales que afectan la aplicación efectiva de la protección radiológica.

La comparación con la realidad de los hospitales de tercer nivel en Panamá, particularmente en el uso del arco en C en quirófanos, ayuda a identificar si existen patrones similares: escasa formación especializada, insuficiente reconocimiento profesional y falta de integración en políticas de seguridad. Esto refuerza la necesidad de explorar cómo estos factores contribuyen al cumplimiento o incumplimiento de medidas de protección radiológica, y apoya la importancia del estudio actual.

2.2. Marco Legal

El marco legal que regula la protección radiológica en Panamá constituye la base indispensable para garantizar la seguridad tanto del personal de salud como de los pacientes que reciben procedimientos diagnósticos y terapéuticos. En un contexto donde el uso del arco en C en quirófanos de hospitales de tercer nivel se ha convertido en una herramienta esencial para la práctica médica, se vuelve imperativo reconocer que la exposición a radiaciones ionizantes requiere de un respaldo normativo sólido y actualizado. La legislación panameña, a través de la Constitución, decretos ejecutivos y resoluciones ministeriales, ha establecido

principios, obligaciones y protocolos que orientan la práctica radiológica hacia estándares de calidad y seguridad.

Estos instrumentos no solo delimitan responsabilidades institucionales y profesionales, sino que también promueven el desarrollo de una cultura preventiva en el manejo de radiaciones, asegurando que la tecnología se utilice bajo criterios de protección y eficiencia. Analizar estas normas en el marco de la investigación permite comprender cómo se articula la protección radiológica en Panamá y cuál es su impacto en el cumplimiento de medidas específicas dentro de los salones de operaciones.

En primer lugar, se expone la Constitución Política de Panamá, la cual es la norma suprema que garantiza la protección de la vida, la salud y la seguridad, principios que sirven de base para fundamentar jurídicamente el cumplimiento de medidas de protección radiológica en hospitales de tercer nivel.

En este sentido, el artículo 109 establece que el Estado protegerá la salud de la población, garantizando servicios médicos adecuados y procurando condiciones sanitarias que resguarden la vida humana. Esta disposición se vincula directamente con la necesidad de aplicar medidas de protección radiológica en los salones de operaciones donde se emplea el arco en C, pues la exposición a radiaciones ionizantes puede afectar tanto a pacientes como al personal de salud.

Asimismo, el artículo 110 establece que corresponde al Estado velar por la salud preventiva y adoptar políticas públicas que reduzcan riesgos, lo cual legitima la implementación de protocolos estrictos para evitar la sobreexposición a radiación durante procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.

De igual forma, el artículo 114 dispone que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano, lo que implica que los hospitales como entornos de atención deben garantizar

condiciones seguras y libres de riesgos innecesarios derivados de la tecnología empleada. Este principio se articula con la protección radiológica, ya que el uso del arco en C en cirugías complejas implica una fuente constante de radiación que debe ser controlada con responsabilidad.

Por otra parte, el artículo 118 señala que es deber del Estado y de las instituciones garantizar la seguridad laboral de los trabajadores, lo cual incluye la provisión de equipos de protección y la fiscalización del cumplimiento de medidas que reduzcan el riesgo de enfermedades ocupacionales vinculadas a la radiación.

En resumidas cuentas, los artículos 109, 110, 114 y 118 de la Constitución de Panamá establecen un marco jurídico que reconoce la salud, la seguridad laboral y el ambiente sano como derechos fundamentales. En el contexto del uso del arco en C, estas disposiciones se convierten en un soporte legal que obliga a los hospitales de tercer nivel a garantizar protocolos de protección radiológica efectivos, resguardando tanto a los pacientes como al personal médico y técnico.

En segundo lugar, se expone el Decreto Ejecutivo N.º 770 del 16 de agosto de 2010 constituye la normativa principal en materia de protección radiológica en Panamá, estableciendo disposiciones obligatorias para garantizar la seguridad de pacientes, trabajadores y público frente al uso de radiaciones ionizantes.

En ese sentido, el artículo 3 establece que toda práctica con radiaciones ionizantes debe garantizar la protección de trabajadores y pacientes, bajo principios de justificación y optimización. En el contexto del uso del arco en C, este precepto legitima la investigación, pues expone la obligación de aplicar procedimientos solo cuando los beneficios superen los riesgos, promoviendo el uso racional de la fluoroscopia en cirugías para evitar exposiciones

innecesarias. La norma coloca el eje en la seguridad, lo que exige protocolos claros de cumplimiento en hospitales de alta complejidad.

Por su parte, el artículo 8 enfatiza la necesidad de contar con programas de garantía de calidad y control operativo en todos los equipos emisores de radiación. Este punto se vincula directamente con el estudio, ya que el arco en C debe mantenerse en condiciones óptimas y su operación debe regirse por estándares previamente definidos. El incumplimiento de estas medidas no solo compromete la precisión diagnóstica intraoperatoria, sino que aumenta el riesgo acumulativo en personal de quirófano, lo cual refuerza la importancia de evaluar el grado de cumplimiento en hospitales de tercer nivel.

En relación con los artículos 20 y 21, se estipula la obligación del empleador de capacitar y dotar de equipos de protección personal a los trabajadores expuestos. Aquí se hace evidente el impacto humano de la normativa: las barreras de plomo, dosímetros, gafas plomadas y biombos protectores son indispensables para disminuir la dosis absorbida durante la exposición prolongada en procedimientos quirúrgicos. La ausencia o deficiencia de estas medidas no solo transgrede la normativa, sino que atenta contra la salud ocupacional de los tecnólogos médicos, radiólogos y demás profesionales en quirófano.

En conjunto, estos artículos del Decreto 770 refuerzan la necesidad de analizar la optimización de las medidas de protección radiológica en quirófanos de tercer nivel. El estudio no solo se justifica por razones técnicas o administrativas, sino por la trascendencia en la salud del personal expuesto y en la calidad de la atención al paciente. El marco legal establece un compromiso ineludible para las instituciones hospitalarias, que al no cumplirlo, ponen en riesgo la integridad humana y vulneran principios básicos de seguridad radiológica que son de estricto cumplimiento.

En tercer lugar, En el marco de la Resolución No. 27 de 1995, que adopta las Normas Básicas de Protección Radiológica (NBPR) No. 110, se destacan artículos clave que subrayan la necesidad de evaluar y asegurar el cumplimiento de medidas de protección en entornos médicos de alta complejidad, como los salones de operaciones en hospitales de tercer nivel donde se utiliza el arco en C, un equipo de fluoroscopia móvil esencial para procedimientos quirúrgicos guiados por imágenes.

El Artículo 31 enfatiza la justificación de las prácticas, exigiendo que cualquier uso de radiaciones ionizantes, incluyendo aquellas en contextos quirúrgicos, demuestre un beneficio neto para el paciente y la sociedad que supere los riesgos radiológicos inherentes, considerando factores sociales, económicos y técnicos; esto invita a una reflexión introspectiva sobre cómo, en la realidad panameña actual, el empleo rutinario del arco en C podría no siempre cumplir con esta premisa si no se evalúan alternativas menos expuestas o si se ignora el impacto acumulativo en el personal y pacientes, lo que justifica estudios como el presente para identificar brechas y promover una aplicación más consciente y ética.

Entrelazado con esto, el Artículo 36 aborda la optimización de la protección y seguridad, describiendo un proceso que va desde análisis cualitativos intuitivos hasta cuantitativos rigurosos para minimizar exposiciones mediante medidas preventivas y de mitigación de accidentes, lo cual se conecta directamente con el uso del arco en C al requerir una evaluación continua de factores como la duración de la fluoroscopia, la distancia y los blindajes, revelando la importancia de investigar si en los hospitales de tercer nivel se están implementando protocolos que equilibren la eficacia diagnóstica con la reducción de dosis, especialmente en un contexto donde la tecnología ha evolucionado desde 1995 pero las prácticas podrían haber quedado rezagadas.

Complementando estos principios generales, el Artículo 132 especifica requisitos técnicos para equipos de fluoroscopia, como la inclusión de dispositivos que interrumpan la exposición después de cinco minutos, cortinas y blindajes con equivalentes mínimos de plomo, y colimadores que limiten el haz, lo que tiene un impacto directo en la seguridad durante cirugías donde el arco en C es pivotal, al obligar a los titulares licenciados a colaborar con proveedores para garantizar estas características.

Esta disposición no solo fundamenta la necesidad de auditar el mantenimiento y uso de tales equipos en salones de operaciones, sino que también resalta, de manera indirecta, la relevancia de estudios actuales para verificar si estas normas se cumplen en la práctica diaria, considerando que incumplimientos podrían derivar en exposiciones ocupacionales innecesarias para radiólogos, cirujanos y técnicos, agravando riesgos crónicos como cáncer o efectos estocásticos.

Asimismo, el Artículo 10 impone la obligación de permitir inspecciones por profesionales autorizados del Departamento de Salud Radiológica de la Caja de Seguro Social (DSRCSS), permitiendo revisiones de registros y actividades para asegurar el cumplimiento, lo cual se entrelaza con los artículos previos al establecer un mecanismo de vigilancia que hace imperativa la investigación sobre el cumplimiento en entornos hospitalarios específicos, ya que revela una estructura regulatoria que, aunque establecida hace décadas, demanda evaluaciones contemporáneas para adaptarlas a avances tecnológicos y desafíos operativos, como la alta demanda en hospitales de tercer nivel donde el volumen de procedimientos podría diluir la adherencia estricta a protocolos de protección.

En conclusión, estos artículos de las NBPR No. 110, adoptadas por la Resolución No. 27, no solo proporcionan un fundamento legal sólido para el estudio sobre el cumplimiento de medidas de protección radiológica en el uso del arco en C, sino que también destacan su

vigencia y urgencia en el contexto actual panameño, donde la expansión de procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos aumenta la exposición potencial, exigiendo una reevaluación proactiva para salvaguardar la salud del personal médico y pacientes, alineándose con principios internacionales de minimización de riesgos y fomentando una cultura de seguridad que trascienda el mero cumplimiento normativo hacia una práctica responsable y sostenible.

En cuarto lugar, se expone la Resolución N° 495 de 2024 que establece un conjunto de medidas sanitarias aplicables a todas las instalaciones radiológicas del sector público y privado en Panamá. En este sentido, el artículo 2 dispone que toda instalación debe contar con licencia sanitaria vigente y con un encargado de protección radiológica, lo que subraya la obligación institucional de garantizar personal calificado para supervisar la seguridad en el uso de radiaciones ionizantes.

Este mandato se vincula de manera directa con el cumplimiento de medidas de protección radiológica en el uso del arco en C, ya que asegura que no se empleen equipos de imagen en quirófanos sin la supervisión de profesionales responsables de controlar la exposición.

De igual manera, el artículo 5 establece que los titulares de las instalaciones son responsables de mantener programas de control de calidad, calibración periódica de equipos y vigilancia radiológica del personal expuesto, medidas que resultan esenciales para proteger tanto a los trabajadores de la salud como a los pacientes.

En el caso de los quirófanos con arco en C, estas disposiciones exigen un seguimiento técnico riguroso que permita minimizar los riesgos derivados de la radiación dispersa y de la exposición prolongada, lo que resalta la importancia de tu estudio como un mecanismo para evaluar si tales medidas se cumplen en la práctica hospitalaria.

El artículo 9 señala que ningún trabajador podrá operar fuentes de radiación ionizante sin haber recibido capacitación y acreditación en protección radiológica, condición que evidencia que la formación continua es indispensable en el desempeño de técnicos y médicos que utilizan equipos como el arco en C.

Esto revela que tu investigación no solo responde a una preocupación académica, sino que se alinea con la exigencia normativa de garantizar competencias profesionales actualizadas para reducir los riesgos asociados al procedimiento quirúrgico radioguiado.

En continuidad, toma lugar el artículo 12 establece la obligación de implementar protocolos de seguridad y de emergencia radiológica, lo que constituye un respaldo normativo al enfoque preventivo de tu tesis. En el contexto de hospitales de tercer nivel, donde la carga de procedimientos es elevada y el uso del arco en C es frecuente, la existencia y aplicación de estos protocolos se convierte en un requisito crítico para salvaguardar la salud del personal y de los pacientes.

En conjunto, los artículos seleccionados reflejan cómo la Resolución N° 495 de 2024 dota de un marco jurídico sólido al cumplimiento de las medidas de protección radiológica en quirófanos. Su aplicación obliga a las instituciones a garantizar licencias, personal especializado, capacitación continua, programas de control de calidad y protocolos de seguridad, todo lo cual fundamenta la necesidad y pertinencia de tu estudio.

Analizar el cumplimiento de estas disposiciones en hospitales de tercer nivel no solo permite verificar la adherencia a la normativa, sino también valorar el grado de compromiso institucional con la seguridad radiológica como parte de la calidad asistencial

2.3. Marco Referencial

En el marco de una investigación científica orientada al campo de la radiología, Hernández (2024) resalta la función primordial del marco teórico como base estructural que sostiene cualquier estudio riguroso. Este componente no solo guía el desarrollo de la investigación, sino que también profundiza en la comprensión del fenómeno analizado, al permitir que el investigador dialogue con el conocimiento acumulado en torno a la optimización de las medidas de protección radiológica y su aplicación en el uso del arco en C dentro de quirófanos hospitalarios.

A través del marco teórico se examinan postulados normativos, lineamientos técnicos y fundamentos de seguridad radiológica que han sido objeto de análisis por parte de expertos en imágenes diagnósticas y protección ocupacional, lo cual ofrece una visión crítica e integrada sobre la exposición del personal en hospitales de tercer nivel.

Este enfoque sistemático posibilita ubicar el tema dentro del entramado académico y clínico más amplio, vinculando la optimización de las medidas de protección radiológica con debates contemporáneos sobre seguridad ocupacional, bioética y calidad asistencial.

Al incorporar marcos regulatorios previos, teorías sobre los efectos de la radiación ionizante y prácticas hospitalarias sustentadas en la evidencia, el marco teórico no solo fortalece la justificación del estudio, sino que también permite reconocer áreas poco exploradas, especialmente en hospitales de alta complejidad, donde la aplicación sistemática de estas medidas aún requiere optimización.

2.3.1. Fundamentos de la protección radiológica en el uso del arco en C

El análisis de los fundamentos de la protección radiológica en el uso del arco en C en hospitales de tercer nivel constituye un eje de reflexión necesario para comprender cómo la

tecnología, al mismo tiempo que favorece procedimientos mínimamente invasivos y de gran valor clínico, expone a profesionales y pacientes a riesgos invisibles pero acumulativos.

En este sentido, la fundamentación parte de reconocer que la radiología intervencionista y la cirugía apoyada en imágenes han transformado la práctica médica, pero con ello han traído también un aumento de la responsabilidad en la aplicación de normas de protección radiológica como parte esencial de la calidad asistencial.

Tal como señala Cárdenas (2022), la protección radiológica debe entenderse no solo como un conjunto de medidas técnicas, sino como un componente integral de la práctica hospitalaria que involucra cultura institucional, formación continua y gestión responsable de los riesgos.

Desde esta perspectiva, el cumplimiento de normas en el uso del arco en C en quirófanos de alta complejidad no depende únicamente de la disponibilidad de delantales plomados, protectores tiroideos o gafas de seguridad, sino también del compromiso del equipo médico para integrar estos recursos dentro de un hábito sistemático. El autor advierte que el fracaso en lograr dicha integración conlleva a prácticas fragmentadas, donde la protección se convierte en un acto opcional más que en una obligación profesional, lo cual compromete la seguridad de quienes laboran diariamente expuestos a radiación ionizante.

Los fundamentos de la protección radiológica en el uso del arco en C se sostienen en principios universales como la justificación de cada procedimiento, la optimización de las dosis bajo el criterio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) y la limitación de la exposición tanto en personal como en pacientes. Estos principios, traducidos al entorno quirúrgico, implican que ningún procedimiento se realice sin un beneficio clínico real, que la configuración del arco en C se optimice para reducir el tiempo de fluoroscopia, y que el personal utilice siempre dispositivos de blindaje y dosimetría.

En hospitales de tercer nivel, donde la complejidad de los casos exige un uso frecuente de esta tecnología, los fundamentos de la protección radiológica deben comprenderse como parte de la práctica interdisciplinaria: cirujanos, anesestesiólogos, enfermeros y técnicos en imágenes diagnósticas deben asumir roles compartidos en la prevención de la sobreexposición. De este modo, la protección no se entiende como un acto aislado, sino como un engranaje que articula conocimiento técnico, responsabilidad legal y conciencia ética.

Se evidencia que los fundamentos de la protección radiológica no son meras recomendaciones abstractas, sino directrices que conectan teoría, práctica y compromiso profesional. La seguridad radiológica es inseparable de la calidad quirúrgica; la evidencia aportada por Cárdenas confirma que los factores humanos e institucionales pesan tanto como la disponibilidad tecnológica; y la descripción analítica de los fundamentos enfatiza que estos principios requieren una aplicación contextualizada y coherente en los quirófanos de hospitales de tercer nivel.

Así, la introspección permite comprender que la verdadera eficacia de la protección radiológica depende de transformar las medidas en hábitos colectivos, capaces de sostener un entorno hospitalario seguro, equitativo y con visión de futuro para el personal y los pacientes.

2.3.1.1 Principios internacionales de seguridad radiológica: justificación, optimización y limitación de dosis.

Los principios internacionales de seguridad radiológica representan el marco ético, legal y técnico que orienta toda práctica en la que interviene radiación ionizante. En el caso del uso del arco en C en quirófanos de hospitales de tercer nivel, su aplicación se convierte

en un pilar indispensable para equilibrar los beneficios clínicos de los procedimientos con los riesgos que implican la exposición tanto para los pacientes como para el personal de salud.

Este conjunto de principios busca garantizar que cada acto médico que utilice radiación se encuentre plenamente justificado, que se optimicen las condiciones para reducir al mínimo las dosis innecesarias y que se respeten los límites establecidos internacionalmente como barreras protectoras. Desde esta perspectiva, la seguridad radiológica deja de ser un componente aislado y pasa a ser un criterio transversal que define la calidad y la seguridad de la atención médica moderna.

Según Gutiérrez (2021), la justificación, la optimización y la limitación de dosis no solo deben interpretarse como lineamientos técnicos, sino como expresiones concretas de responsabilidad clínica frente a la salud pública. Es de señalar que en América Latina persisten retos significativos para lograr un cumplimiento uniforme de estos principios, debido a la desigualdad en los recursos hospitalarios y a la limitada fiscalización en algunos países.

Sin embargo, subraya que su aplicación rigurosa es esencial para reducir el riesgo de efectos determinísticos como quemaduras cutáneas y, sobre todo, de efectos estocásticos a largo plazo como la inducción de cáncer ocupacional en trabajadores expuestos. Este planteamiento refuerza la idea de que los principios internacionales no deben ser considerados como recomendaciones opcionales, sino como compromisos éticos que sostienen la seguridad en los entornos hospitalarios de alta complejidad.

De manera desglosada, la justificación establece que ningún procedimiento con arco en C debe realizarse sin un beneficio clínico real que supere el riesgo radiológico; la optimización implica que cada exposición se lleve a cabo bajo el principio ALARA, garantizando que la dosis sea lo más baja posible sin comprometer la calidad diagnóstica ni

el éxito terapéutico; y la limitación de dosis asegura que los niveles de exposición del personal ocupacionalmente expuesto se mantengan dentro de los márgenes fijados por organismos internacionales, como la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

En la práctica quirúrgica, esto significa reducir el tiempo de fluoroscopia, utilizar blindajes adecuados, verificar el estado de los equipos de protección personal y mantener un control sistemático mediante dosimetría individual. Estos fundamentos, cuando se aplican de forma disciplinada, consolidan un entorno más seguro para todos los actores involucrados en el procedimiento.

Se comprende que los principios internacionales de seguridad radiológica constituyen una base conceptual sólida, pero también un desafío operativo en hospitales de tercer nivel. Entonces estos principios son esenciales para garantizar la seguridad en procedimientos con arco en C; el aporte bibliográfico de Gutiérrez destaca que su cumplimiento desigual en la región revela las tensiones entre la teoría y la práctica; y la descripción analítica muestra que su aplicación concreta requiere tanto disciplina técnica como compromiso institucional.

Al respecto, el verdadero reto no reside únicamente en conocer los principios, sino en integrarlos como hábitos sostenidos dentro de la cultura hospitalaria, transformándolos en una práctica cotidiana que resguarde tanto la vida de los pacientes como la de los profesionales de salud.

2.3.1.2 Particularidades técnicas del arco en C y su aplicación en procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.

El arco en C se ha convertido en una herramienta indispensable en los quirófanos de hospitales de tercer nivel, debido a que facilita la realización de procedimientos mínimamente invasivos con una guía radiológica en tiempo real. Su diseño versátil y su capacidad de desplazamiento en múltiples direcciones lo convierten en un equipo que optimiza la

visibilidad anatómica del paciente sin necesidad de traslados ni interrupciones mayores durante la intervención quirúrgica.

Este avance ha permitido reducir tiempos operatorios y mejorar la precisión en especialidades como traumatología, ortopedia, cardiología y cirugía vascular. Sin embargo, al mismo tiempo que aporta beneficios clínicos significativos, su uso prolongado implica la necesidad de fortalecer el cumplimiento de medidas de protección radiológica que salvaguarden tanto al equipo de salud como a los pacientes frente a los riesgos derivados de la exposición a radiación ionizante.

De acuerdo con Pérez (2021), el arco en C se caracteriza por ofrecer imágenes dinámicas con alta resolución espacial y temporal, lo que lo convierte en un recurso valioso en cirugías de alta complejidad. Es de resaltar que su aplicación ha transformado la práctica quirúrgica en América Latina, al disminuir complicaciones y permitir procedimientos menos invasivos que reducen la estancia hospitalaria del paciente.

No obstante, advierte que el incremento en la frecuencia de su uso también ha multiplicado las ocasiones en que el personal se ve expuesto a radiación dispersa, lo cual plantea retos en términos de seguridad ocupacional y exige la implementación estricta de protocolos de protección radiológica.

Las particularidades técnicas del arco en C abarcan elementos como su diseño en forma de “C” que permite girar alrededor del paciente en ángulos múltiples, su capacidad para emitir rayos X de manera continua o pulsada, y su integración con sistemas digitales que almacenan y transmiten imágenes en tiempo real.

Estas características posibilitan el acceso a estructuras anatómicas de difícil visualización, incrementando la precisión diagnóstica y terapéutica en procedimientos mínimamente invasivos. Sin embargo, dichas ventajas demandan que cada uso esté

acompañado de estrategias de protección, tales como reducir al mínimo el tiempo de exposición, mantener una distancia prudente entre el operador y el haz primario, emplear barreras de plomo y verificar constantemente la calibración de la dosis emitida.

En este sentido, el dominio de las particularidades técnicas del equipo se encuentra estrechamente ligado al conocimiento de los fundamentos de seguridad radiológica, ya que solo de esa manera se logra equilibrar la eficacia clínica con la prevención de riesgos.

Al respecto, se aprecia que el arco en C, más allá de ser un dispositivo tecnológico de apoyo quirúrgico, representa un desafío constante para la gestión hospitalaria y para la práctica clínica responsable. La relevancia del equipo como recurso fundamental en la cirugía contemporánea; la referencia bibliográfica resalta la importancia que ha tenido en la transformación de la práctica médica y en la reducción de complicaciones; y la descripción analítica muestra que sus particularidades técnicas no pueden desvincularse de los principios de protección radiológica.

En conjunto, este análisis permite concluir que el verdadero valor del arco en C no reside únicamente en su capacidad de generar imágenes precisas, sino en la responsabilidad con la que se utilice en entornos de alta complejidad, donde el compromiso con la seguridad es tan esencial como el éxito del procedimiento quirúrgico

2.3.1.3 Normativas nacionales e internacionales aplicables a hospitales de tercer nivel y su impacto en la práctica clínica.

En el ámbito hospitalario de tercer nivel, las normativas nacionales e internacionales en protección radiológica constituyen el eje vertebrador para garantizar la seguridad tanto de los pacientes como del personal clínico. Estas directrices no solo consolidan un marco legal que normativiza el uso de tecnologías con radiación como el arco en C sino que también

promueven un ambiente que equilibra la eficacia diagnóstica o terapéutica con la mitigación efectiva de riesgos.

La implementación de dichas normas reduce la variabilidad en procedimientos, asegura la formación continua del personal y establece protocolos claros de vigilancia y control, todo ello fundamental para sostener una práctica clínica de calidad, responsable y ética.

Según Shungube (2024), la Agencia Internacional de Energía Atómica trabaja para prevenir exposiciones excesivas e involuntarias de pacientes, asegurando que las dosis de radiación sean proporcionales al propósito médico. Esta observación de fondo pone énfasis en un principio esencial: el uso justificado y optimizado de la radiación ionizante, desarrollado por organismos como el OIEA, contribuye decisivamente a conformar normativas que, lejos de ser meros requisitos formales, se traducen en salvaguarda efectiva del bienestar humano.

Las normativas nacionales de Panamá se fundamentan en instrumentos clave como el Decreto Ejecutivo N° 770 de 2010 modificado por resoluciones como la 025 de 2017 que regula la figura del oficial de Protección Radiológica, así como procedimientos de licenciamiento y categorización de equipos generadores de radiación ionizante. Más recientemente, la Resolución N.º 495 de agosto de 2024 aprueba medidas sanitarias para instalaciones radiológicas y establece que estas deben presentar un plan de acción con cronograma definido para obtener o actualizar su autorización de uso.

En paralelo, desde un enfoque internacional, el OIEA emite estándares básicos de seguridad (BSS), guías y publicaciones técnicas que orientan sobre la justificación, optimización y formación del personal en protección radiológica. La convergencia entre estas regulaciones nacionales y los lineamientos globales crea un entorno normativo robusto, que

exige estructuras organizativas, programas formativos, mecanismos de auditoría, y protocolos que aseguren la implementación práctica y la mejora continua en la atención clínica.

Al integrar el panorama normativo nacional con las guías internacionales, se percibe claramente la madurez de un sistema que ha evolucionado hacia una protección radiológica centrada en la seguridad y en la evidencia. La normativa panameña no opera de forma aislada, sino que se alinea con los principios OIEA de justificación y optimización, mientras que exige un ejercicio consciente de responsabilidad institucional.

Esto no solo fortalece los procesos técnicos, sino que también humaniza la práctica clínica, promoviendo una cultura profesional donde cada acción se reviste de sentido ético y científico. El cumplimiento real de estas disposiciones implica constituir equipos interdisciplinarios, fomentar la formación continua y adaptar cada protocolo a la realidad local sin desdibujar los estándares internacionales.

Este enfoque, lejos de ser repetitivo, refuerza una visión cohesionada que respeta lo técnico y lo humano, asegurando que las normativas sean instrumentos dinámicos en función del cuidado, la protección y la excelencia.

2.3.2. Cumplimiento de medidas de protección radiológica en quirófanos

En los entornos quirúrgicos de alta complejidad, la irradiación ionizante se convierte en una herramienta indispensable para procedimientos mínimamente invasivos; no obstante, implica riesgos éticos, físicos y psicológicos tanto para el equipo médico como para los pacientes.

Las medidas de protección radiológica en quirófano no deben ser meramente mecanismos técnicos, sino expresiones de una cultura clínica que prioriza la seguridad humana. Adoptar una perspectiva integradora en la implementación de estas medidas

promueve no solo el cumplimiento normativo, sino también la confianza, conciencia y compromiso profesional en cada intervención quirúrgica.

Según Galicia, et al. (2025), la mayoría del personal de enfermería presenta conocimientos insuficientes sobre protección radiológica en el contexto quirúrgico, lo que evidencia una brecha alarmante en la formación y la praxis de quienes están en primera línea frente al riesgo ionizante.

Este hallazgo subraya la necesidad apremiante de fortalecer los procesos formativos con un enfoque humano, participativo y adaptado a realidades clínicas reales, para garantizar que las medidas de protección no queden en documentos, sino que se integren efectivamente al actuar cotidiano del equipo quirúrgico.

El cumplimiento de las medidas de protección radiológica en quirófanos debe articularse en torno a tres dimensiones esenciales, aplicadas de forma humana y sensible:

- Formación continua y accesible: capacitar al personal (técnicos, enfermeros, instrumentistas) en principios de distancia, tiempo, blindaje y dosimetría, atendiendo a sus dudas y experiencias prácticas.
- Diseño físico y distribución espacial: integrar elementos estructurales como mamparas plomadas abatibles, adecuaciones del quirófano que permitan minimizar la exposición, controlar la circulación del equipo e impedir irrupciones durante la irradiación activa, como lo documenta un estudio sobre quirófanos de neurocirugía.
- Responsabilidad compartida y actitud profesional: instaurar protocolos que invoquen el compromiso de cada uno, desde el cirujano hasta el personal de apoyo, reconociendo que la seguridad no se delega, sino que se encarna en actitudes cotidianas. Estos tres pilares articulados entrenamiento, infraestructura y cultura

clínica configuran un entorno más humano y seguro, donde cada norma cobra sentido en la práctica profesional.

Al revisar la importancia de la percepción del personal quirúrgico sobre la protección radiológica, su formación (o falta de ella) y las condiciones físicas del espacio, se vislumbra una oportunidad para trascender la mera regulación técnica. Este enfoque revela que el verdadero cumplimiento radica más en el cuidado compartido que en el blindaje físico o el adiestramiento aislado. Un sistema verdaderamente eficaz debe florecer desde una convicción compartida, en donde cada protocolo se traduzca en gestos de responsabilidad, comprensión y respeto mutuo.

2.3.2.1 Panorama mundial y latinoamericano sobre la implementación de medidas de seguridad radiológica.

A nivel global, la seguridad radiológica se ha consolidado como una prioridad esencial en la práctica médica, vinculando avances tecnológicos con responsabilidades éticas y sociales. Desde la adopción de recomendaciones emitidas por organismos como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), hasta su transposición en políticas nacionales, dicho paradigma busca equilibrar la innovación diagnóstica con el resguardo del bienestar humano.

En este escenario, América Latina emerge como una región comprometida, pero que encara desafíos particulares: diversidad normativa, diferencias en recursos técnicos y realidades sanitarias desiguales. Por ello, observar cómo se traduce el marco global en acciones concretas en nuestra región permite comprender tanto los logros alcanzados como las brechas pendientes.

Según Borrás, (2020) subraya que para alcanzar procedimientos radiológicos seguros y de alta calidad en América Latina y el Caribe, es indispensable contar con especialistas en

física médica y protección radiológica como parte del equipo institucional. Esta afirmación enfatiza que la presencia de profesionales capacitados no es solo un requisito técnico, sino el fundamento humano que sostiene la implementación eficiente de estándares internacionales adaptados al contexto regional.

El panorama mundial de protección radiológica se caracteriza por estructuras de regulación robustas, formación especializada y vigilancia constante de la exposición; mientras que en América Latina, la realidad es más fragmentada. En el contexto global, la ICRP establece principios como justificación, optimización y límites de dosis, ampliamente adoptados en normativas nacionales.

En contraste, en la región latinoamericana existen iniciativas relevantes como REPROLAM, una red que promueve la colaboración entre profesionales y autoridades para armonizar prácticas de protección ocupacional. Asimismo, OPRIPALC se ha destacado por fomentar la cultura de protección radiológica en intervenciones pediátricas, mediante referencias diagnósticas regionales y estrategias de optimización. Estas acciones, junto con el impulso de sociedades profesionales como FRALC, que difunden conocimiento técnico en español, aportan una dimensión humana y práctica al cumplimiento normativo.

No obstante, la implementación enfrenta retos como la disparidad tecnológica entre regiones, la actualización normativa y la consolidación de cultura de seguridad en entornos clínicos diversos.

La colaboración interinstitucional, el fortalecimiento de redes profesionales y la adaptación a contextos específicos representan el puente entre regulación y práctica. El reto no solo consiste en replicar estándares internacionales, sino en traducirlos en experiencias formativas, en equipos interdisciplinarios que vivan responsablemente la seguridad radiológica, y en procesos sostenibles culturalmente. Esta forma humana de abordar la

protección conecta el conocimiento técnico con el compromiso de quienes lo aplican día a día, garantizando que las medidas sean no solo cumplidas, sino internalizadas como parte de nuestra misión asistencial.

2.3.2.2 Estado actual del cumplimiento en hospitales de tercer nivel: fortalezas y debilidades detectadas.

Dentro del entorno hospitalario de tercer nivel, la implementación de medidas de protección radiológica constituye un elemento vital que resguarda tanto al personal como al paciente. En estos centros, donde la complejidad técnica y la frecuencia de los procedimientos radiológicos son elevadas, el verdadero desafío no solo radica en contar con normativas vigentes, sino en materializarlas en cada intervención clínica.

Reconocer este escenario permite comprender cómo se combinan fortalezas como la infraestructura y los protocolos formales con debilidades que emergen de barreras humanas, formativas y de seguimiento técnico.

Según Salazar (2020), en un estudio realizado en hospitales de la región Amazonas en Perú, reporta que el cumplimiento de normas básicas de radioprotección en servicios de imagenología es irregular: mientras algunas unidades presentan adecuadas medidas de señalización, control de calidad y dispositivos de protección, otras evidencian deficiencias considerables en estos aspectos. Esta observación resalta la necesidad imperativa de abordar no solo la normativa, sino también su arraigo cultural y operativo dentro de cada institución.

Al evaluar el estado actual en hospitales de tercer nivel, emergen varias fortalezas: la existencia de protocolos institucionales, la disponibilidad de equipos de radiología avanzada y la creciente conciencia sobre la importancia del control de calidad. No obstante, las debilidades persisten: el acceso irregular a dispositivos de protección personal como delantales plomados, lentes o collares tiroideos; carencias en señalización adecuada de zonas

de riesgo; limitado uso de sistemas de dosimetría individual; y brechas en la capacitación continua del personal.

Además, se identifican flaquezas en el monitoreo sistemático y en la evaluación periódica del cumplimiento normativo, lo que genera variabilidad entre departamentos e incluso entre procedimientos similares, comprometiendo la consistencia en la implementación de las medidas.

Conjugar estas observaciones revela que el verdadero cumplimiento de la protección radiológica trasciende lo normativo y se asienta en la integración consciente de protocolos, formación y recursos técnicos. Las fortalezas constituyen un buen punto de partida, pero solo toman valor cuando se nutren de capacitación permanente, liderazgo institucional y vigilancia activa.

Al respecto, se considera esencial que este balance conduzca a intervenciones que fortalezcan la cultura de seguridad: fomentar entrenamiento participativo del personal, garantizar el acceso constante a dispositivos de protección, y establecer mecanismos de auditoría que no se perciban como imposición, sino como herramientas para preservar la salud y dignidad en prácticas de alto riesgo.

2.3.2.3 Cultura institucional y percepción del riesgo radiológico en el personal de salud.

En los hospitales de tercer nivel, el riesgo radiológico no solo implica una amenaza técnica, sino también una dimensión perceptiva que influye en el comportamiento cotidiano del personal. La cultura institucional desempeña aquí un papel clave, ya que moldea actitudes, motiva el cumplimiento de buenas prácticas y promueve la conciencia del peligro.

Cuando una institución desarrolla un ambiente de colaboración y responsabilidad compartida, la percepción del riesgo ya no es una carga impuesta, sino un compromiso integrado que fortalece tanto la seguridad personal como la calidad asistencial.

Un ejemplo esclarecedor surge del estudio realizado por Lobo y Rodríguez (2020), quienes analizaron la percepción del riesgo por exposición a radiaciones ionizantes entre el personal de salud en entornos hospitalarios. Al respecto, concluyeron que esa percepción está profundamente vinculada con factores como calidad de vida laboral, motivación y sentido de pertenencia, elementos que trascienden la técnica para incorporar una dimensión emocional y organizacional al fenómeno estudiado. Esta observación evidencia que la seguridad radiológica no debe ser un objetivo aislado, sino parte de un entorno laboral humanizado y comprometido.

La construcción de una cultura institucional sólida y de una percepción responsable del riesgo radiológico se sostiene sobre cimientos interrelacionados:

- Comunicación abierta y sistemática: espacios donde el equipo pueda expresar inquietudes, compartir experiencias y plantear dudas sin temor a represalias.
- Formación continua centrada en el sentido humano: además de métodos técnicos, es vital trabajar emociones, actitudes y reflexiones sobre lo que significa trabajar en ambientes irradiantes.
- Apoyo organizacional visible y constante: la presencia de liderazgos que demuestren compromiso, facilite recursos y celebren comportamientos seguros.
- Reconocimiento del bienestar laboral: considerar cómo el estrés, la motivación y el ambiente influyen la percepción del riesgo y, por ende, el autocuidado. Estos

componentes articulados dan forma a una cultura que no solo protege técnicamente, sino que cuida desde lo cotidiano.

Al integrar estas dimensiones, se revela que la percepción del riesgo radiológico no se reduce a reglamentos o señalizaciones, sino que se construye en la coexistencia de emociones, relaciones y estructuras organizacionales. Cuando el personal siente que su bienestar es prioridad, y la institución promueve el diálogo, la formación y el cuidado mutuo, surge la verdadera seguridad.

2.3.3. Factores que limitan la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica

En el entorno hospitalario de tercer nivel, donde el uso del arco en C cobra protagonismo en intervenciones quirúrgicas complejas, la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica se enfrenta a diversos obstáculos. Estas barreras no se limitan al ámbito técnico, sino que emergen del cruce entre recursos disponibles, cultura institucional y condiciones operativas diarias.

Comprender qué factores frenan o diluyen el cumplimiento de estas medidas es fundamental para construir estrategias que no solo mejoren la seguridad, sino que reconozcan la dimensión humana y contextual de su implementación.

En un estudio reciente de Astudillo et al. (2023), se evidencia que entre estudiantes de radiología en Ecuador existen brechas significativas: pese a que un alto porcentaje reconoce la existencia de normas, solo el 51,7 % reporta uso constante del dosímetro, y la formación específica es insuficiente, señalando carencias en capacitación y aplicación real de protocolos. Este hallazgo pone en evidencia que lamentablemente, el conocimiento no se traduce automáticamente en praxis, especialmente cuando faltan espacios de formación práctica, recursos adecuados y seguimiento consciente.

Las barreras para aplicar medidas de protección radiológica adoptan formas diversas y complejas: muchas veces, el personal trabaja con una percepción que reconoce la relevancia de las normas, pero carece del equipo adecuado como delantales plomados, gafas o dosímetros actualizados o enfrenta señalización ambiental insuficiente.

A ello se suma la limitada frecuencia en entrenamientos, sobre todo aquellos centrados en escenarios reales, lo que disminuye la internalización de procedimientos seguros. Estas limitaciones se entrelazan con condiciones laborales exigentes turnos prolongados, presión operativa, escaso tiempo para reflexionar sobre la práctica segura, generando un entorno donde aplicar las normas no fluye naturalmente, sino que se convierte en un desafío constante que exige voluntad, apoyo institucional y presencia de recursos.

Al integrar estas reflexiones, se advierte que los obstáculos para una protección radiológica efectiva no nacen exclusivamente de carencias técnicas, sino que se nutren de dinámicas humanas, organizacionales y formativas.

El conocimiento técnico necesita encontrará suelo fértil cuando la institución promueva recursos suficientes, capacitación constante y liderazgo comprometido con el bienestar del personal.

2.3.3.1 Barreras organizacionales: disponibilidad de equipos, auditorías internas y fiscalización regulatoria.

Dentro de los hospitales de tercer nivel, la aplicación efectiva de medidas de protección radiológica especialmente en intervenciones complejas que emplean el arco en C choca con barreras organizacionales que hacen más difícil su implementación. La disponibilidad insuficiente de equipos adecuados, la ausencia de auditorías internas sistemáticas y una fiscalización regulatoria a menudo limitada, constituyen obstáculos que

no solo afectan el cumplimiento técnico, sino que afectan también la percepción de seguridad entre el equipo clínico.

Comprender cómo estas barreras se entrelazan es una condición esencial para diseñar soluciones que respondan tanto al contexto institucional como al bienestar de las personas implicadas.

Rosenblatt et al (2020), en su experiencia con auditorías QUATRO de centros de radioterapia en América Latina, revelan que varias instituciones presentaban deficiencias notables: algunas carecían de infraestructura mínima, no contaban con equipos críticos como simuladores o instrumentos de planificación, y la capacitación local era escasa. Este hallazgo evidencia que la falta de recursos tecnológicos y humanos representa una barrera tangible cuya solución demanda una inversión sostenida y un fortalecimiento de los mecanismos de control interno.

En el día a día, estas barreras se expresan en la rotura o ausencia de delantales plomados, equipos de dosimetría obsoletos o faltantes, y señales físicas deficientes en áreas críticas. A menudo, las auditorías internas brillan por su ausencia; los controles de calidad son esporádicos, con pilotos aislados en lugar de procesos institucionales sólidos.

En paralelo, la fiscalización externa, aunque presente, a veces carece de continuidad o de protocolos claros para seguimiento y sanción, lo que desincentiva la mejora progresiva. Estas condiciones generan un clima donde la protección radiológica se percibe más como una exigencia formal que como una práctica vivida y compartida. Superar este ciclo implica articular recursos, cultura institucional y liderazgo comprometido con el cuidado.

Las barreras, más allá de ser simples carencias, expresan dinámicas culturales y estructurales que requieren atención consciente. La falta de equipos adecuados no es solo un problema técnico, sino un llamado a priorizar la seguridad como valor institucional; la

ausencia de auditorías internas revela un vacío en la responsabilidad colectiva, mientras que una fiscalización regulatoria débil deja la protección en manos de voluntades, no de sistemas.

Enfrentar estas barreras requiere cultivar una sensibilidad institucional que vincule el cuidado profesional con estructuras claras, inversión sostenida y procesos de seguimiento que se vean como oportunidad y no como carga, promoviendo un ambiente donde la protección radiológica se incorpore desde la comprensión compartida.

2.3.3.2 Limitaciones pedagógicas: formación académica, capacitación continua y actualización profesional.

En los hospitales de tercer nivel, el uso del arco en C implica un compromiso constante con la seguridad radiológica. Sin embargo, en ocasiones el progreso técnico se ve entorpecido por limitaciones pedagógicas: deficiencias en la formación académica inicial, escasa capacitación continua y falta de actualización profesional.

Estos vacíos no solo afectan el dominio técnico, sino que erosionan la confianza del personal y entorpecen la consolidación de una cultura de protección eficaz, porque el conocimiento rígido no basta sin renovación constante y conexión con la realidad clínica.

Astudillo et al. (2023) destacan que, aunque un elevado porcentaje de estudiantes de radiología reconoce la existencia de normas de protección radiológica, solo el 51,7 % hace uso consistente del dosímetro, y muchos no reciben capacitación específica para aplicarlas. Estos datos subrayan que la formación tradicional carece de mecanismos que aseguren la integración efectiva de las normas en el quehacer diario, evidenciando que el conocimiento sin práctica ni refuerzo no logra transformar la conducta profesional.

La limitación pedagógica comienza en la universidad, donde los programas académicos a veces abordan la protección radiológica desde una perspectiva teórica, sin vincularla con escenarios clínicos dinámicos. Al ingresar al entorno laboral, el profesional se

enfrenta a una realidad donde la capacitación es intermitente y se ve afectada por la presión asistencial o la escasez de docentes especializados.

La actualización profesional, indispensable en un campo en constante evolución tecnológica, suele depender de iniciativas individuales o cursos puntuales, sin una estrategia institucional sostenida. Este ciclo genera una brecha entre lo aprendido y lo practicado, causando inseguridad y actitudes mecánicas frente a normativas que deberían vivirse como compromiso profesional.

La resolución de las limitaciones pedagógicas requiere más que añadir contenidos; demanda replantear la forma en que se transmiten y mantienen los saberes. Es esencial que la formación inicial incorpore escenarios clínicos reales y prácticas supervisadas, que la capacitación continua sea accesible, relevante y acompañada por el liderazgo institucional, y que la actualización profesional sea vista como una oportunidad de crecimiento y no como una exigencia onerosa.

2.3.3.3 Factores humanos y laborales: presión asistencial, fatiga del personal y resistencia al uso de equipos de protección.

En los entornos quirúrgicos de alta exigencia, como los hospitales de tercer nivel, los factores humanos y laborales atraviesan la seguridad radiológica con intensidad. La presión asistencial constante las exigencias de tiempos ajustados, carga de procedimientos complejos y turnos prolongados genera condiciones que predisponen al desgaste físico y emocional.

Este contexto potencia la fatiga del personal, reduciendo la atención, la capacidad reflexiva y la disposición a adoptar medidas de protección como el uso de delantales plomados o dosímetros. Entender estos factores es clave para reconocer que el incumplimiento de las medidas no es una falla aislada, sino un síntoma de la realidad laboral.

Según Delgado et al. (2020), un estudio cruzado en Brasil, Colombia y Ecuador evidenció una cruda realidad: más del 70 % del personal de salud reportó escasez de equipos de protección personal, y más de la mitad admitió no haber recibido formación suficiente para usarlos adecuadamente, especialmente en el contexto crítico de la pandemia COVID-19. Esto revela que incluso en situaciones donde la motivación por protegerse es alta, la falta de acceso y preparación socava cualquier intención, dejando al personal expuesto tanto a riesgos físicos como al desgaste emocional.

Bajo esa presión permanente, los profesionales a menudo se enfrentan a jornadas que exigen decisiones rápidas sin margen para el descanso físico ni mental. La acumulación de cansancio limita la tolerancia al peso y rigidez de los equipos radiológicos de protección, fomentando la resistencia al uso, no por negligencia, sino por un agotamiento tangible. Incluso cuando los recursos están disponibles, la ausencia de prácticas de recuperación, pausas regladas o apoyo institucional provoca una especie de rendición silenciosa: el profesional opta por priorizar la tarea inmediata frente a la protección a mediano plazo. Esta dinámica es el reflejo de un sistema que exige atención máxima, pero olvidó cuidar a quienes la proveen.

El cuidado radiológico no puede separarse del bienestar del equipo; no se trata solo de brindar más equipos o protocolos; es indispensable repensar la forma en que se organiza el trabajo, incluir pausas, valorar la ergonomía y validar la experiencia emocional del personal. Una práctica de protección solo será sostenible si nace de un entorno que cuida de sus profesionales. Protegerse no puede ser otra tarea más, sino un acto consciente nacido desde la dignidad, el autocuidado y la responsabilidad compartida.

2.3.4. Consecuencias del inadecuado cumplimiento de las medidas de protección radiológica

El incumplimiento de las medidas de protección radiológica en entornos quirúrgicos, como aquellos que emplean el arco en C, no representa solo una omisión técnica, sino un riesgo tangible que afecta tanto a los pacientes como al personal asistencial.

Al transgredir los principios de justificación, optimización y limitación de dosis, se erosiona el fundamento ético de “no maleficencia”, comprometiendo la integridad física y emocional de quienes confían en la seguridad médica. Este incumplimiento encierra consecuencias que trascienden lo inmediato, poniendo en tensión la sostenibilidad del cuidado consciente en procedimientos de alta complejidad.

De acuerdo con Pires et al. (2020) sobre cirujanos ortopédicos en Brasil, existe una alarmante deficiencia en el conocimiento sobre las implicancias sanitarias de la exposición a radiación ionizante, lo que los expone a riesgos que incluyen daños acumulativos a largo plazo tanto para ellos como para sus equipos de trabajo y los pacientes que atienden. Este estudio evidencia que la ignorancia en cuanto al daño potencial de la radiación incrementa la vulnerabilidad de todos los involucrados en la cadena asistencial.

Cuando las normas de protección radiológica no se respetan o se aplican de manera superficial, los efectos adversos emergen en cascada: los profesionales acumulan dosis innecesarias que pueden desencadenar efectos deterministas, como lesiones cutáneas o cataratas, y efectos estocásticos, como cánceres tardíos; además, los pacientes enfrentan exposiciones excesivas que socavan la confianza en el cuidado médico.

En paralelo, la institución arriesga su credibilidad, se expone a sanciones regulatorias y ve erosionada la moral del equipo. A nivel emocional, quienes se exponen sin protección pueden experimentar ansiedad o fatiga moral, lo que repercute en su desempeño y calidad

asistencial. Así, el incumplimiento no es solo una falla técnica, sino un atentado silencioso contra el bienestar colectivo.

Se vuelve evidente que las consecuencias del incumplimiento reflejan una desatención grave a la seguridad humana: el conocimiento sin aplicación se torna ilusorio, y la normativa sin espíritu se vuelve vacía. Proteger no es solo respetar protocolos, sino salvaguardar vidas con atención sostenida, formación efectiva y empatía profesional. Solo en un entorno que valora la salud no como estadística, sino como experiencia vivida las medidas de protección encontrarán sentido, y las prácticas radiológicas podrán alcanzar su verdadero propósito: servir con dignidad, calidad y responsabilidad.

2.3.4.1 Riesgos ocupacionales acumulativos para el personal expuesto: efectos determinísticos y estocásticos.

El uso frecuente del arco en C en intervenciones quirúrgicas coloca al personal en una situación de exposición repetida a radiación ionizante, lo que convierte a los riesgos acumulativos en una preocupación práctica y ética. Estos riesgos no solo se refieren a los efectos inmediatos sobre el organismo, sino que representan una tensión continua entre la protección inmediata y la salud futura del profesional.

Comprender cómo se acumulan los efectos determinísticos y estocásticos permite percibir la protección radiológica como una responsabilidad permanente y humana, anclada en el compromiso con quienes participan en procedimientos asistenciales avanzados.

Un estudio publicado en la Revista Latinoamericana de Protección Radiológica destaca que la estimación de los efectos estocásticos, aunque esencial para evaluar consecuencias a largo plazo, suele descuidarse frente a los efectos determinísticos, lo que compromete la visión integral de los riesgos para personal y pacientes (Gregori, B. et al,

2020). Esta observación subraya la necesidad de considerar ambos tipos de efectos como parte de un mismo escenario de profesionalización y autocuidado.

Cuando el cumplimiento de las medidas de protección no es constante, los trabajadores acumulamos dosis que pueden originar tanto efectos determinísticos como estocásticos. En cuanto a los primeros, se trata de reacciones tisulares previsibles a dosis elevadas como lesiones cutáneas, cataratas o efectos ulcerativos que, aunque requieren mayor exposición, pueden desarrollarse con el tiempo si se ignoran los límites seguros.

En paralelo, los efectos estocásticos como el cáncer o las alteraciones hereditarias surgen incluso con dosis bajas repetidas; son imprevisibles en sus beneficiarios, pero inevitables en su estadística. Esta dualidad exige entender que cada examen radiológico, sin adecuada protección, suma a una cuenta invisible donde el costo puede manifestarse años después. Esta acumulación silenciosa impacta en el bienestar profesional, reduciendo la capacidad de seguir actuando con seguridad y ética.

Reconocer que los efectos determinísticos y estocásticos convergen en la exposición diaria redefine nuestra mirada sobre la protección radiológica: ya no es una exigencia abstracta, sino un pacto cotidiano con nuestra salud y dignidad profesional. El verdadero compromiso será exacto solo cuando se internalice la idea de que cada práctica segura es una inversión en el futuro de quienes ejercemos este oficio. Solo desde ahí cobra sentido cuidar hoy para preservar salud mañana, sin resignar calidad ni humanidad.

2.3.4.2 Repercusiones en la calidad de la atención y seguridad del paciente.

La falta de cumplimiento adecuado de las medidas de protección radiológica tiene repercusiones que trascienden lo técnico para afectar directamente la calidad del cuidado clínico y la seguridad del paciente. Cuando estas medidas no se cumplen, el equilibrio entre beneficio diagnósticos y riesgo se resquebraja, generando situaciones donde la confianza en

el procedimiento se diluye y el paciente, consciente o no, se encuentra expuesto a daños evitables. Esta realidad exige que la protección radiológica deje de ser vista como un agregado restrictivo y se entienda como una condición esencial del cuidado respetuoso, digno y seguro.

Según Soffi, P, (2021), un panel de expertos iberoamericanos alertó sobre cinco problemas principales en protección radiológica aplicada a la atención diagnóstica, entre los cuales destacaron la falta de justificación de los estudios, la escasa cultura de optimización de la dosis, la necesidad de más formación del personal sanitario y el impulso a mejores indicadores de gestión, todo lo cual afecta de manera directa la calidad asistencial y la seguridad del paciente

Cuando la protección radiológica no se cumple de manera efectiva, los resultados clínicos y la experiencia del paciente se ven comprometidos: por un lado, el uso excesivo o mal justificado de la radiación puede generar daño innecesario, minando la calidad del diagnóstico al provocar efectos adversos que alteran los parámetros normales; por otro, la ausencia de optimización de dosis puede traducirse en procedimientos redundantes o evasivos, incrementando los tiempos de espera, la ansiedad del paciente y la carga asistencial.

Estos fallos generan una atención fragmentada, con baja continuidad y percepción de inseguridad, ya que el paciente puede sentir que su bienestar ha quedado relegado a favor del ritmo operativo.

Al observar este escenario, queda en evidencia que la seguridad del paciente no es una opción, sino la base ética y profesional de la atención radiológica. La protección radiológica no sea un obstáculo técnico sino un principio organizativo capaz de mejorar la atención: cuando se cumple de manera consciente, se fortalece la confianza del paciente, se optimiza el uso del recurso médico y se sostiene una cultura de cuidado integral.

2.3.4.3 Implicaciones éticas y legales en el incumplimiento de la protección radiológica en hospitales de tercer nivel.

El cumplimiento de las medidas de protección radiológica no solo implica responsabilidad técnica, sino también un deber ético y legal hacia el paciente y el equipo asistencial. En el entorno hospitalario de tercer nivel, donde la tecnología avanzada convive con procedimientos de alta complejidad, el incumplimiento de estas normas puede comprometer derechos fundamentales como la dignidad, la integridad física y el consentimiento informado.

Reconocer esta dimensión ética y jurídica es indispensable para comprender que la protección radiológica es parte intrínseca del ejercicio profesional comprometido y respetuoso.

De acuerdo con Padrón (2024), en la especialidad de cardiología nuclear, los principios básicos de la protección radiológica como la justificación, la optimización y la limitación de dosis no solo son técnicos, sino que también están arraigados en el marco de la bioética, ya que sustentan la evaluación de riesgos y beneficios en cada procedimiento, promueven el respeto por la dignidad y garantizan el consentimiento informado de los pacientes. Este planteamiento destaca la responsabilidad moral que emana del acto clínico en presencia de radiaciones ionizantes.

Cuando estas normas éticas pierden vigencia en la práctica, las consecuencias legales emergen con fuerza. La falta de justificación puede derivar en acciones judiciales por negligencia, especialmente si hay daño evitables. La ausencia de optimización de dosis expone a los pacientes y al personal a riesgos innecesarios, lo que puede traducirse en sanciones administrativas o penales por infringir estándares de cuidado.

Además, el consentimiento informado, base de la autonomía del paciente, puede invalidarse si no se explican los riesgos radiológicos, lo que afecta la validez legal del procedimiento. En conjunto, estas fallas pueden minar la confianza institucional, desencadenar procesos disciplinarios e incluso comprometer la reputación del hospital ante la sociedad y los entes regulatorios.

Se reafirma que la protección radiológica es mucho más que una colección de protocolos: es una promesa de cuidado consciente y legalmente responsable. Cumplir con estas medidas implica honrar la ética profesional, proteger los derechos del paciente y construir credibilidad institucional. Solo así puede integrarse totalmente la seguridad radiológica en el tejido cotidiano de la práctica médica, transformándola de una exigencia formal en un compromiso profundo con la salud y la justicia.

2.4. Marco Contextual

El marco contextual dentro de una investigación científica constituye un elemento esencial al situar el estudio en un escenario específico donde interactúan diversos factores que influyen en su desarrollo y en los hallazgos que puedan derivarse. Según Hernández (2024), este marco integra las condiciones institucionales, normativas, organizacionales y tecnológicas que rodean el fenómeno en análisis, brindando una visión amplia del entorno donde se ubica el estudio del cumplimiento de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C.

Este enfoque permite una lectura más profunda de las dinámicas que condicionan la práctica quirúrgica en hospitales de tercer nivel, destacando la importancia de aspectos como la infraestructura hospitalaria, la disponibilidad de equipos de protección, las competencias técnicas del personal y la presión asistencial al aplicar procedimientos con este tipo de tecnología.

Al examinar de manera crítica el marco contextual, el investigador alcanza una comprensión más precisa de cómo factores externos, tales como las políticas sanitarias, los presupuestos institucionales o la capacitación continua del talento humano, determinan la efectividad y la implementación de medidas de protección radiológica en el uso del arco en C dentro de los salones de operaciones de alta complejidad.

2.4.1. Contexto internacional y regional de la protección radiológica en quirófanos

En el entorno global, la protección radiológica en quirófanos refleja un equilibrio complejo entre los avances tecnológicos y el deber ético de salvaguardar la salud del personal quirúrgico y pacientes. La creciente utilización de equipos como el arco en C ha permitido procedimientos mínimamente invasivos con mayor precisión, pero conlleva una exposición significativa a radiaciones ionizantes.

Figura 1. Arco en C en quirófano panameño con personal protegido bajo normas ALARA



Nota. Arcos en C Radiológicas Zenition 70 Phillips. Google Imágenes. <https://i0.wp.com/hansasolucionesmedicas.com/wp-content/uploads/2022/08/ZENITION-70-4.jpg?fit=700%2C700&ssl=1>.

Por ello, se demandan estrategias coordinadas que incluyan colimación precisa del haz, minimización del tiempo de exposición, uso riguroso de blindajes y capacitación continua todos elementos esenciales del principio ALARA (lo más bajo que sea razonablemente posible) aplicado en contextos clínicos. Este marco internacional subraya la relevancia de aplicar estándares robustos combinados con una cultura de seguridad adaptada a cada región.

Según Pires et al. (2020), quienes estudiaron la adherencia a medidas de protección radiológica entre cirujanos ortopédicos en Brasil, se evidenció que solo un 5,8 % de los encuestados utilizaba equipos básicos de protección, como delantales plomados, mientras que menos del 50 % empleaba dosímetros y una mínima proporción conocía los límites de dosis para gestantes. Este estudio demuestra la brecha entre la teoría y la práctica clínica, incluso en contextos donde los procedimientos guiados por arco en C son frecuentes

De forma detallada y humana, se puede describir que en el panorama internacional coexisten organismos como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), que establecen recomendaciones generales y estándares de seguridad, respectivamente, los cuales son adoptados mediante normativas locales.

En América Latina, actores como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) han sido decisivos en la difusión y adaptación de estas guías, especialmente a través del liderazgo de físicos médicos como Cari Borrás, quien promovió activamente la implementación de estándares de garantía de calidad y protección radiológica en la región.

Al mismo tiempo, se identifica que la región enfrenta desafíos particulares: falta de actualización legislativa, disparidad en la infraestructura en quirófanos, disponibilidad desigual de equipamiento de protección, y limitaciones en la formación especializada del

personal. Esta situación requiere un análisis compasivo y comprometido con quienes día a día enfrentan riesgos no siempre visibles, pero moralmente exigentes.

Tomando en cuenta lo expuesto en los párrafos precedentes, resulta evidente que, aunque los principios internacionales ofrecen una guía clara y sólida, su implementación regional presenta no solo obstáculos técnicos sino también humanos. Por ende, se evidencia la necesidad de mejorar la formación y prácticas del personal; mientras que la trayectoria ilustra los esfuerzos de articulación normativa y técnica a nivel latinoamericano.

La conjunción de estándares internacionales, liderazgo institucional y respuesta adaptada al contexto local debe orientarse hacia un modelo en el que los quirófanos sean espacios más seguros, donde la protección radiológica no sea un mandato formal sino parte integral de la ética profesional y la cultura hospitalaria.

2.4.1.1 Tendencias globales en el cumplimiento de medidas de seguridad radiológica en el uso del arco en C.

La creciente adopción del arco en C como herramienta fundamental en múltiples procedimientos quirúrgicos ha marcado una etapa en la modernización de la medicina intervencionista, pero también ha subrayado la urgente necesidad de integrar prácticas de seguridad radiológica robustas.

A nivel global, se observa una tendencia hacia la estandarización de protocolos que promuevan la aplicación del principio ALARA (as low as reasonably achievable), lo que implica reducir el tiempo de exposición, optimizar el uso del blindaje y mejorar la formación del personal. Estas tendencias no solo reflejan un avance técnico, sino también un compromiso ético que prioriza la protección del ser humano tanto pacientes como operadores en entornos donde la radiación es parte cotidiana del trabajo clínico.

Según Rodrigues et al. (2024), en su revisión sistemática sobre alfabetización en protección radiológica entre profesionales de la salud expuestos a radiación ionizante, se identifica una variabilidad notable en el nivel de conocimientos y en la adhesión a prácticas seguras, a pesar de avances tecnológicos y normativos recientes, lo que sugiere indicadores positivos en ciertas regiones, pero también evidentes brechas estructurales. Este hallazgo pone de relieve que, aunque existan lineamientos internacionales claros, la convergencia entre políticas, formación efectiva y cultura institucional sigue siendo desigual.

Figura 2. Blindaje y uso del arco en C en quirófano panameño bajo principios ALARA



Nota. Dónde se debe colocar el equipo de arco en C en un hospital?. Google Imágenes. https://www.perlove.net/wp-content/uploads/20250424141949_79617.jpg.

Al analizar las tendencias globales de forma desglosada, se aprecia una multiplicidad de enfoques que convergen en promover mayor seguridad en el uso del arco en C:

- Primero, destacan las iniciativas impulsadas por organismos internacionales —como la IAEA y la OMS que promueven manuales, guías y proyectos específicos dirigidos a reforzar la cultura de seguridad radiológica.

- Segundo, muchos países han incorporado requisitos normativos que obligan a implementar programas de control de calidad, monitoreo de dosis, y uso obligatorio de equipo de protección individual y dosímetros personales.
- Tercero, se percibe un cambio hacia una conciencia de seguridad que involucra valores como la responsabilidad individual, la comunicación clara, el aprendizaje continuo y la toma informada de decisiones factores que humanizan la práctica clínica y la convierten en un acto más consciente y comprometido.

Estos componentes conjuntan una evolución que no solo es técnica, sino también profundamente ética y relacional.

El panorama internacional ha avanzado gracias a guías robustas y proyectos colaborativos que elevan el estándar de protección. Sin embargo, aún con esta base normativa, el conocimiento y su aplicación efectiva varían entre profesionales y contextos, lo que plantea la necesidad de fortalecer la formación y la cultura institucional.

En última instancia, las tendencias globales reflejan una ruta prometedora, siempre que se logre traducir las políticas en cambios concretos en el comportamiento ético y profesional, transformando los quirófanos en espacios donde la seguridad radiactiva sea parte del cuidado integral y cotidiano.

2.4.1.2 Situación en América Latina: avances, limitaciones y contrastes en hospitales de tercer nivel.

En América Latina, el uso del arco en C en hospitales de tercer nivel ha transformado la práctica quirúrgica, permitiendo intervenciones más precisas y menos invasivas. No obstante, esta evolución tecnológica ha traído consigo una creciente exigencia en materia de protección radiológica, viéndose tensionada por desigualdades en recursos, capacitación y regulación.

Los hospitales de referencia poseen capacidad diagnóstica avanzada, pero la implementación efectiva de medidas de seguridad depende tanto de la voluntad institucional como de la sensibilización del equipo clínico. Esta situación exige evaluar con honestidad crítica el alcance real de los avances frente a las barreras estructurales que persisten en la región.

Según Claudinne y Hazaria (2021), en su análisis de la normativa latinoamericana sobre equipos generadores de rayos X y protección radiológica en odontología, existe una gran heterogeneidad entre países respecto a requisitos técnicos, licencias, zonas controladas y formación del personal expuesto. Aunque este estudio se enfoca en odontología, resulta relevante porque refleja la diversidad normativa y las brechas regulatorias que también afectan servicios más complejos, como los quirúrgicos con arco en C, en hospitales de tercer nivel de la región.

Figura 3. Quirófano panameño con Arco en C y medidas de protección radiológica visibles



Nota. Agilizan cirugías con la adquisición de equipos de arco en “C” – CSS Noticias. Google Imágenes. <https://prensa.css.gob.pa/wp-content/uploads/2024/01/CIRUGIAS-IDLT-2-800x445.jpg>.

Al examinar la situación en los hospitales de tercer nivel latinoamericanos, se distinguen tres dimensiones que se entrelazan: primero, los avances, donde algunas instituciones cuentan con arcos en C modernos, protocolos de monitoreo de dosis, capacitación inicial y equipos de protección individual, lo que evidencia un progreso técnico indispensable. Segundo, las limitaciones, como la escasez de dosimetría individual, falta de actualización continua del personal, carencia de auditorías periódicas y mantenimiento insuficiente de blindajes y sistemas de protección.

Tercero, los contrastes, ya que incluso dentro de una misma ciudad pueden coexistir hospitales altamente equipados y otros con vacíos críticos en seguridad radiológica. Esta situación impacta no solo en resultados clínicos más seguros, sino también en el bienestar del personal y la confianza institucional. Humanizar este análisis significa reconocer el esfuerzo de quienes, aún ante recursos dispares, buscan proteger vidas, y resaltar que el éxito radica en fortalecer políticas adaptadas y oportunidades equitativas de formación técnica.

Se vislumbra que América Latina ha dado pasos significativos en dotar de tecnología avanzada a hospitales de tercer nivel, abriendo posibilidades reales de mejora en seguridad radiológica. Sin embargo, como muestra la revisión normativa, y como se desprende de la experiencia clínica, estos logros son frágiles frente a la disparidad normativa, metodológica y de recursos.

El avance técnico sin consolidación normativa ni formación sostenida produce escenarios de protección parcial, donde el riesgo, aunque presente y potencialmente grave, puede quedar oculto tras el brillo tecnológico. Por tanto, es prioritario trabajar desde la ética institucional y el compromiso profesional para cerrar estas brechas, convirtiendo las buenas prácticas en estándares regionales sólidos que garanticen protección eficaz y consistente en todos los quirófanos.

2.4.2. Contexto nacional en Panamá sobre la protección radiológica en hospitales de tercer nivel

En Panamá, la incorporación de tecnologías avanzadas como el arco en C en hospitales de tercer nivel representa un paso significativo hacia procedimientos quirúrgicos más precisos e integrales. Sin embargo, esta evolución exige también una madurez normativa e institucional en protección radiológica que acompañe dichos avances. Aunque se reconocen mejoras en equipamiento y capacitación, persisten desafíos relacionados con la estructura normativa, la cobertura operativa y la regularidad de los programas de dosimetría y vigilancia.

Figura 4. Arco en C con medidas visibles de protección radiológica



Nota. Para beneficio de la población asegurada CHDr.AAM cuenta con 2 modernos Arcos en C. Google Imágenes.

<https://prensa.css.gob.pa/wp-content/uploads/2023/09/3248.jpg>.

Este contexto nacional revela una tensión entre el avance tecnológico y la profundidad de los sistemas que lo respaldan, aspectos que deben abordarse con rigor desde una mirada comprometida con la seguridad y ética profesional.

Un estudio publicado en Revista Médica de la Caja de Seguro Social describió que, en el Complejo Hospitalario Dr. Arnulfo Arias Madrid, la protección radiológica enfrentaba deficiencias críticas, como ausencias en registro de dosimetría personal desde 2012, falta de capacitación continua y falta de utilización consistente de elementos básicos de protección, incluso por incomodidad del personal expuesto (Rodríguez, 2019). Este hallazgo es revelador y sirve como punto de partida para comprender las carencias que pueden mantenerse, incluso en instituciones de tercer nivel, si no se fortalecen los procesos formales y la cultura de seguridad.

En el camino por consolidar la protección radiológica a nivel nacional, se observa que algunas grandes instituciones han avanzado en la instalación de estructuras regulatorias más robustas, como la categorización de personal técnico, actualización normativa y planes de vigilancia radiológica publicados por el Ministerio de Salud (Minsa). También se destaca la estrategia de la Caja de Seguro Social en Coclé, donde se nombró un oficial dedicado en protección radiológica para gestionar licenciamiento, implementar dosimetría, realizar vigilancia ocupacional y capacitar al personal.

Pese a estos esfuerzos, el avance es desigual: mientras algunas unidades exhiben rutinas sistemáticas en protección radiológica, otras enfrentan carencias de monitoreo, formación y recursos apropiados. Esto produce una realidad contrastante donde el valor ético y profesional del personal queda a veces por encima de las herramientas disponibles, subrayando el compromiso humano incluso en la ausencia de sistemas consolidados.

Para el contexto panameño en hospitales de tercer nivel ha experimentado avances tanto normativos como operativos, pero todavía padece vacíos en la implementación efectiva y uniforme de protección radiológica. La investigación sobre el Complejo Arnulfo Arias Madrid alerta sobre la urgencia de restablecer registros de dosimetría y promover la

formación habitual del personal; por su parte, la dotación de oficiales de protección radiológica en zonas específicas refleja una respuesta institucional clara y acertada.

El reto consiste en trascender episodios aislados para instaurar una cultura de seguridad coherente, donde la protección radiológica no sea solo normativa, sino también cotidiana, responsable y vivida como parte del deber clínico y humano.

2.4.2.1 Normativas, políticas y supervisión institucional de la protección radiológica en quirófanos.

La protección radiológica en quirófanos, especialmente frente al uso de arcos en C, representa un desafío que combina el alcance técnico de las regulaciones, la claridad de las políticas institucionales y la efectividad de la supervisión normativa. A nivel global y regional, estas dimensiones están entrelazadas, puesto que una normativa avanzada pierde fuerza si no se acompaña de una implementación vigilante y una cultura de seguridad activa.

En ese escenario, quisiéramos contemplar cómo, en la práctica diaria, se articulan las leyes, los lineamientos internos y los mecanismos de control para garantizar que quirófanos sean espacios seguros, algo que va más allá del simple cumplimiento formal y requiere compromiso constante.

Según Álvarez et al. (2022), quienes evaluaron la dosimetría en quipos móviles tipo arco en C, la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) sugiere colocar dosímetros directamente en el propio dispositivo para estimar la exposición del personal cuando estos carecen de dosimetría personal; su estudio detectó que, aunque los límites normativos se cumplen generalmente, esto no debe inducir a una sensación de falsa seguridad.

Este aporte recalca la importancia de políticas claras que no solo establezcan requisitos, sino que también promuevan prácticas innovadoras (como la dosimetría fija) y supervisión activa que vele porque esas políticas tengan efecto real.

Al considerar cómo deben estructurarse las normativas, políticas y vigilancia institucional, es necesario pensar en una secuencia integrada: primero, las normativas nacionales y estándares internacionales han de establecerse con precisión, definiendo responsabilidades, límites de dosis, requerimientos de formación y acreditación del personal.

Figura 5. El Arco En C: Una Herramienta Indispensable en la Medicina



Nota. Qué es un arco en C y para qué se utiliza. Google Imágenes. <https://meisonmedical.com/wp-content/uploads/2023/03/vascular-thumbnail.jpg>.

A continuación, las políticas internas de los hospitales deben traducir esos requisitos en protocolos operativos: registros de capacitación periódica, auditorías de equipos, control de calidad y acceso claro a equipo de protección individual. Paralelamente, la supervisión institucional, mediante oficiales o comités de protección radiológica, debe asegurarse de que esos protocolos no sean solo documentos, sino prácticas vivas, mediante inspecciones regulares, revisión de reportes de dosimetría, y retroalimentación al equipo clínico.

Un enfoque humano y real implica que esta supervisión no sea coercitiva, sino orientada al aprendizaje y mejora continua, reconociendo los esfuerzos del personal mientras

se fortalecen los sistemas de seguridad para proteger tanto a pacientes como profesionales en cada intervención.

Se vislumbra que una normativa robusta por sí sola tiene un impacto limitado si no se acompaña de políticas institucionales efectivas y supervisión comprometida; incluso ante el cumplimiento técnico, los procesos pueden ser frágiles si el control recae en suposiciones en lugar de registros activos.

Lo crucial, entonces, es construir instituciones donde la protección radiológica sea un tejido cotidiano: a partir del conocimiento profesional, la claridad en la acción, y la observación sensible y sistemática de lo que ocurre en quirófano. Sólo así se logra que las normativas no sean el marco de algo externo, sino el soporte de una práctica clínica responsable, ética y segura para todos.

2.4.2.2 Realidades prácticas del personal de salud: nivel de cumplimiento, recursos disponibles y desafíos cotidianos.

El personal sanitario en quirófanos, especialmente cuando utiliza el arco en C, enfrenta una tensión constante entre cumplir con las medidas de protección radiológica y adaptarse a las exigencias operativas diarias. Aun cuando existe un marco normativo y ciertos equipos disponibles, las realidades prácticas revelan que el cumplimiento depende profundamente de factores tan humanos como la percepción del riesgo, la capacitación efectiva, la ergonomía del entorno y la carga emocional del momento quirúrgico.

Un estudio realizado por Falavigna et al. (2020), identificó que el nivel de cumplimiento de prácticas esenciales era muy dispar: el uso del collarín tiroideo alcanzó apenas un 64,2 %, los anteojos plomados solo el 20,2 % y los guantes especializados apenas un 7 %, mientras que aproximadamente el 75,7 % de los cirujanos raramente o nunca utilizaba dosímetro personal.

Aunque se trata de datos previos a 2019, siguen siendo actuales en su impacto y reflejan una problemática vigente que ilustra cómo, en la práctica, muchos profesionales enfrentan obstáculos que van más allá del acceso a equipos, e involucran cultura de seguridad y hábitos adquiridos en condiciones de alta exigencia clínica.

En la práctica diaria del personal sanitario, surge una realidad compleja y cargada de matices. El uso de protección radiológica depende no solo de la disponibilidad de recursos como chalecos plomados, barreras de plomo, gafas o dosímetros, sino también de factores como la comodidad durante largas intervenciones, la velocidad con que debe actuar el equipo y la claridad de los protocolos institucionales.

Figura 6. Protección radiológica visible en quirófano panameño con arco en C



Nota. Un Rayos X portátil y un Arco en "C" móvil con detector plano digital de nivel avanzado. Google Imágenes. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRExIOPMIFKNNCnCRPjUIVvjY4PiwX3MuiQyA&s>.

Muchos profesionales priorizan la eficiencia clínica, en ocasiones relegando medidas de seguridad percibidas como incómodas o lentas. Además, la distracción inherente a situaciones críticas y la confianza en tecnologías pueden conjurar una falsa sensación de seguridad, que hace que medidas como el registro sistemático de dosis o la verificación del blindaje sean vistas como opcionales. Pero, al mismo tiempo, están quienes, movidos por el cuidado del otro y el sentido de responsabilidad, insisten en aplicar cada medida disponible, incluso cuando el entorno clínico no lo facilita completamente.

Se vuelve claro que las realidades prácticas del personal en quirófano oscilan entre el ideal normativo y la vivencia clínica cotidiana. Los datos de Falavigna et al. evidencian una intersección entre déficit en recursos y hábitos establecidos, que impacta directamente en la protección personal. El reto reside en cerrar esa brecha, no solo proveyendo equipamiento adecuado, sino también fomentando una cultura donde cada gesto de seguridad sea valorado como parte esencial del acto quirúrgico.

La clave está en construir entornos donde los profesionales se sientan respaldados no solo por tecnología, sino también por formación, sensibilidad institucional y reconocimiento de que protegerse es cuidar de sí mismos y de los demás.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de Investigación

La presente investigación se desarrollará mediante un estudio de tipo documental bibliográfico de alcance descriptivo, con un enfoque cualitativo.

Dentro del marco del análisis sobre la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C en hospitales de tercer nivel, se ha escogido esta metodología por su pertinencia para examinar y describir los elementos fundamentales de un fenómeno en un momento determinado. Este diseño posibilita una representación detallada de las condiciones, regulaciones y prácticas asociadas con la utilización del arco en C, aportando información precisa sobre cómo se aplican las medidas de seguridad radiológica en el entorno quirúrgico.

En relación con el alcance descriptivo, este permite reunir datos que reflejan con claridad las particularidades y dinámicas de los procesos evaluados en su contexto real. En este caso, dicho enfoque es esencial para documentar y caracterizar las prácticas actuales relacionadas con la protección radiológica en quirófanos, identificando tanto los protocolos técnicos como las pautas de seguridad que acompañan al empleo del arco en C en procedimientos médicos de alta complejidad.

En esta línea, el carácter transversal implica la recolección de información en un único momento temporal, sin necesidad de realizar un seguimiento prolongado de las variables. Este diseño resulta especialmente útil en estudios que requieren medir atributos o condiciones específicas de un grupo en un periodo definido, sin evaluar su evolución posterior. Para la presente investigación, este método facilita analizar la forma y frecuencia en que se aplican las medidas de protección radiológica durante el uso del arco en C, lo que permite reconocer patrones y conductas en la práctica clínica cotidiana.

Partiendo de esta premisa, el enfoque cualitativo brinda la oportunidad de profundizar en la interpretación de normas, protocolos y experiencias del personal de salud que interactúa con este equipo. Desde esta perspectiva, el método busca comprender de manera integral las percepciones de los profesionales sobre la eficacia de las medidas de protección, sus beneficios en la seguridad ocupacional y los retos que enfrentan al aplicarlas en el contexto hospitalario. Asimismo, posibilita identificar limitaciones y barreras que condicionan el cumplimiento de estas medidas, generando aportes valiosos para fortalecer la cultura de protección radiológica en las salas de operaciones de hospitales de tercer nivel.

3.2. Unidades de Análisis

Este conjunto abarca todas las fuentes que cumplen con los criterios establecidos de manera rigurosa, constituyendo un soporte sólido para desarrollar un análisis detallado a partir de búsquedas en diferentes bases de datos académicas y especializadas.

En el marco de esta investigación, se prevé la recopilación de artículos científicos, manuales técnicos, literatura institucional y resoluciones disponibles en repositorios de libre acceso en Internet, así como en aquellos a los que se accede mediante la Universidad de Panamá. Entre las principales fuentes de consulta se consideran Google Scholar, ScienceDirect, Scopus y Scielo, contemplando estudios publicados entre los años 2015 y 2024. Los documentos seleccionados serán sometidos a un examen detallado con el fin de identificar la normativa, protocolos y prácticas vinculadas a la optimización de las medidas de protección radiológica durante el uso del arco en C en hospitales de tercer nivel.

- Bases de datos científicas especializadas.
- Textos normativos, manuales técnicos y literatura institucional.
- Bases de datos institucionales: ScienceDirect, Scopus, EBSCOhost.

- Bases de datos de libre acceso: Google Scholar, Scielo, PubMed

3.2.1. Criterios de inclusión y exclusión

a. Criterios Inclusión

- Se tomarán en cuenta fuentes de información derivadas de bases de datos institucionales y de libre acceso.
- Serán seleccionados manuales técnicos, normativas y artículos científicos que incluyan información actualizada y pertinente en idioma español. Esta elección asegurará que los datos obtenidos sean comprensibles y útiles para el desarrollo del estudio sobre la optimización de las medidas de protección radiológica.

b. Criterios Exclusión

- Se descartarán aquellas referencias bibliográficas redactadas en idiomas distintos al español, así como documentos alojados en plataformas con acceso restringido o de pago, priorizando únicamente aquellas fuentes que garanticen disponibilidad libre de barreras económicas.

3.3. Variables de la Investigación

Variables

- Cumplimiento: Grado en que el personal de salud aplica de manera efectiva y continua las normas y protocolos establecidos para garantizar la seguridad radiológica en entornos hospitalarios.
- Medidas de protección radiológica: Conjunto de normas, equipos y procedimientos destinados a reducir la exposición a radiaciones ionizantes, resguardando la salud de pacientes y trabajadores en ambientes médicos.

- Uso: Aplicación práctica de un recurso o tecnología en un contexto específico, orientada a satisfacer una necesidad clínica dentro de un procedimiento médico determinado.
- Arco en C: Equipo de fluoroscopia en forma de “C” que permite obtener imágenes en tiempo real durante procedimientos quirúrgicos, emitiendo radiación ionizante controlada.
- Salones de operaciones: Espacios hospitalarios especializados y equipados donde se realizan intervenciones quirúrgicas bajo condiciones estériles, seguras y reguladas.
- Hospitales de tercer nivel: Centros hospitalarios de alta complejidad que brindan atención especializada, con infraestructura avanzada, profesionales altamente capacitados y tecnología de última generación.

3.4. Consideraciones éticas

Este estudio será presentado ante el Comité de Bioética de la Universidad, con el propósito de obtener la aprobación correspondiente. Se garantizará que en la consulta y uso de bases de datos se respeten los derechos de autor, además de los principios rectores de la investigación científica, salvaguardando en todo momento la integridad del proceso.

La investigación se ejecutará bajo normas éticas y científicas estrictas, priorizando la responsabilidad profesional y la protección de la confidencialidad de la información obtenida. De este modo, se mantendrá en concordancia con los valores y lineamientos de ética investigativa impulsados por la institución, asegurando que el desarrollo del trabajo se realice con rigor académico y con plena transparencia.

El protocolo diseñado para este proyecto cumple con todos los lineamientos éticos y normativos aplicables en la investigación en salud. Entre ellos se incluyen la Declaración de

Helsinki, el Informe de Belmont, la Ley 81 de 2019 sobre Protección de Datos Personales, la Ley 68/2003 sobre los derechos y deberes de los pacientes, la Ley 84/2019 que regula la investigación en salud, además del Certificado de Buenas Prácticas Clínicas del investigador. Asimismo, se enmarca dentro de los códigos de ética nacionales e internacionales, garantizando el cumplimiento de la normativa legal vigente en materia de investigación científica.

3.5. Métodos para la recolección de los datos

Matriz Bibliográfica (ver anexo “A”)

Una matriz bibliográfica constituye un recurso metodológico fundamental en la investigación, cuyo propósito es organizar, sistematizar y examinar de manera estructurada la literatura vinculada con un tema determinado. Esta herramienta facilita la recopilación, clasificación y valoración crítica de distintas fuentes, proporcionando una visión clara y coherente acerca de estudios previos, marcos normativos, enfoques metodológicos y hallazgos relevantes en el área de análisis.

Al estructurar los contenidos de manera ordenada, la matriz bibliográfica posibilita identificar tendencias, detectar vacíos en el conocimiento existente y proyectar nuevas líneas de indagación. Su utilidad radica en que funciona como un esquema visual o tabular que sintetiza grandes volúmenes de referencias, lo que permite comparar y analizar de forma más eficiente la información disponible sobre el objeto de estudio.

En el marco de este trabajo, la matriz bibliográfica fue utilizada como instrumento clave para la recopilación y el análisis de documentos. Su implementación responde a la necesidad de consolidar y evaluar de manera rigurosa la literatura relacionada con medidas de protección radiológica, cumplimiento de protocolos, uso del arco en C en quirófanos y regulaciones vigentes en hospitales de tercer nivel. Gracias a su aplicación, el equipo de

investigación logró mapear con precisión el estado actual del conocimiento, reconociendo tanto los avances más significativos como las limitaciones presentes en este campo de estudio.

El empleo de la matriz bibliográfica en esta investigación aportó beneficios importantes:

- En primer lugar, permitió desarrollar una revisión sistemática y profunda de publicaciones relevantes, asegurando que todas las fuentes necesarias fueran consideradas y que las conclusiones se apoyaran en una comprensión integral del tema.
- En segundo lugar, facilitó la detección de prácticas fundamentadas en evidencia y lineamientos que podrían aplicarse o adaptarse al cumplimiento de medidas de protección radiológica en quirófanos.
- En tercer lugar, ayudó a evitar duplicaciones innecesarias en la revisión y promovió mayor eficacia en la organización, síntesis y análisis de la información obtenida.
- Diagrama de flujo de la presente revisión documental

Figura 7. Diagrama de flujo de la presente revisión documental



Fuente: Elaboración Propia (2025)

La adopción de un proceso de selección documental minucioso resulta indispensable para garantizar la pertinencia y calidad de las fuentes utilizadas en esta investigación sobre la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C dentro de quirófanos de hospitales de tercer nivel. Conforme a la metodología bibliográfica, se establecerán criterios específicos de selección, asegurando que solo se incluyan documentos alineados con los objetivos planteados. Este procedimiento comprenderá la revisión exhaustiva de títulos, resúmenes y, cuando sea necesario, del contenido completo de los textos, con el fin de valorar su relevancia en la investigación.

Para el procesamiento y análisis de la información, se hará uso de un ordenador portátil del investigador, que dispone de licencia de Microsoft Word, además de los equipos institucionales asignados en la universidad. Estos recursos tecnológicos se emplearán para el cribado de artículos, la organización sistemática de los datos y la elaboración del informe final, asegurando un desarrollo de trabajo eficiente y debidamente estructurado.

3.6. Procedimiento

Conforme a los criterios previamente definidos, se llevará a cabo una búsqueda minuciosa en las fuentes de información seleccionadas, identificando los documentos y estudios más relevantes sobre la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C dentro de quirófanos de hospitales de tercer nivel.

a. Plan de Análisis de los Resultados

- Duración del proceso de recolección de datos: Se proyecta un período de 8 semanas destinado a la recopilación de la información documental.
- Herramienta para el procesamiento de datos: Se empleará Microsoft Word como soporte para la organización, clasificación y análisis de los documentos seleccionados.

b. Etapas del Proceso de Búsqueda Bibliográfica

- **Definición de Preguntas de Investigación:** Previo al inicio de la recopilación, se establecerán con precisión las preguntas centrales que orientarán el estudio, delimitando el enfoque hacia la seguridad radiológica en quirófanos.
- **Elaboración del Protocolo de Revisión:** Se elaborará un protocolo que describa los objetivos del estudio, los criterios de selección, las fuentes a consultar, las estrategias de búsqueda, el proceso de inclusión y exclusión, el método de extracción de datos y las técnicas de análisis aplicadas.
- **Selección de Fuentes de Información:** Se identificarán bases de datos científicas, normativas y literatura especializada vinculada con la protección radiológica en ambientes hospitalarios.
- **Diseño de Estrategias de Búsqueda:** Se formularán estrategias utilizando palabras clave y términos específicos relacionados con la seguridad radiológica, optimizando la recuperación de estudios pertinentes.
- **Proceso de Selección de Documentos:** Se aplicarán los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, comenzando con la revisión de títulos y resúmenes, y en los casos necesarios, con la lectura íntegra de los textos.
- **Extracción de Información y Evaluación de la Calidad de los Estudios:** Los datos relevantes serán recopilados mediante un formulario estandarizado que asegure pertinencia y fiabilidad, aplicando criterios de calidad para valorar la validez de los documentos revisados.

- **Análisis y Síntesis de la Información:** Se procederá al análisis sistemático de los datos obtenidos, estructurando los hallazgos de manera coherente para responder a los objetivos del estudio.
- **Documentación de Resultados a través de la Matriz Bibliográfica:** La información será organizada en una matriz bibliográfica, facilitando la comparación de estudios y sirviendo como soporte metodológico para la redacción del informe final

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Presentación de los Resultados

En este estudio se formula una interrogante esencial en torno al grado de cumplimiento de las medidas de protección radiológica durante el empleo del arco en C en los salones de operaciones de hospitales de tercer nivel. Esta pregunta directriz organizó de forma sistemática el proceso de recolección y análisis de datos, en el que la matriz bibliográfica se convirtió en el instrumento metodológico principal. Esta herramienta facilitó la clasificación minuciosa de la información más pertinente, proveniente de fuentes científicas y técnicas confiables, estableciendo así un fundamento sólido de conocimiento sobre la temática abordada.

La organización de los hallazgos se estructuró a partir del orden y el análisis crítico que ofreció la matriz bibliográfica. Este procedimiento no solo permitió identificar los aspectos esenciales vinculados con las prácticas de protección radiológica, sino también reflexionar sobre la aplicación de protocolos actuales y las recomendaciones planteadas en estudios recientes dentro del campo de la seguridad ocupacional. El empleo de la matriz fue decisivo para comprender con mayor profundidad los riesgos de exposición durante el uso del arco en C, así como las estrategias que refuerzan la seguridad del personal y de los pacientes.

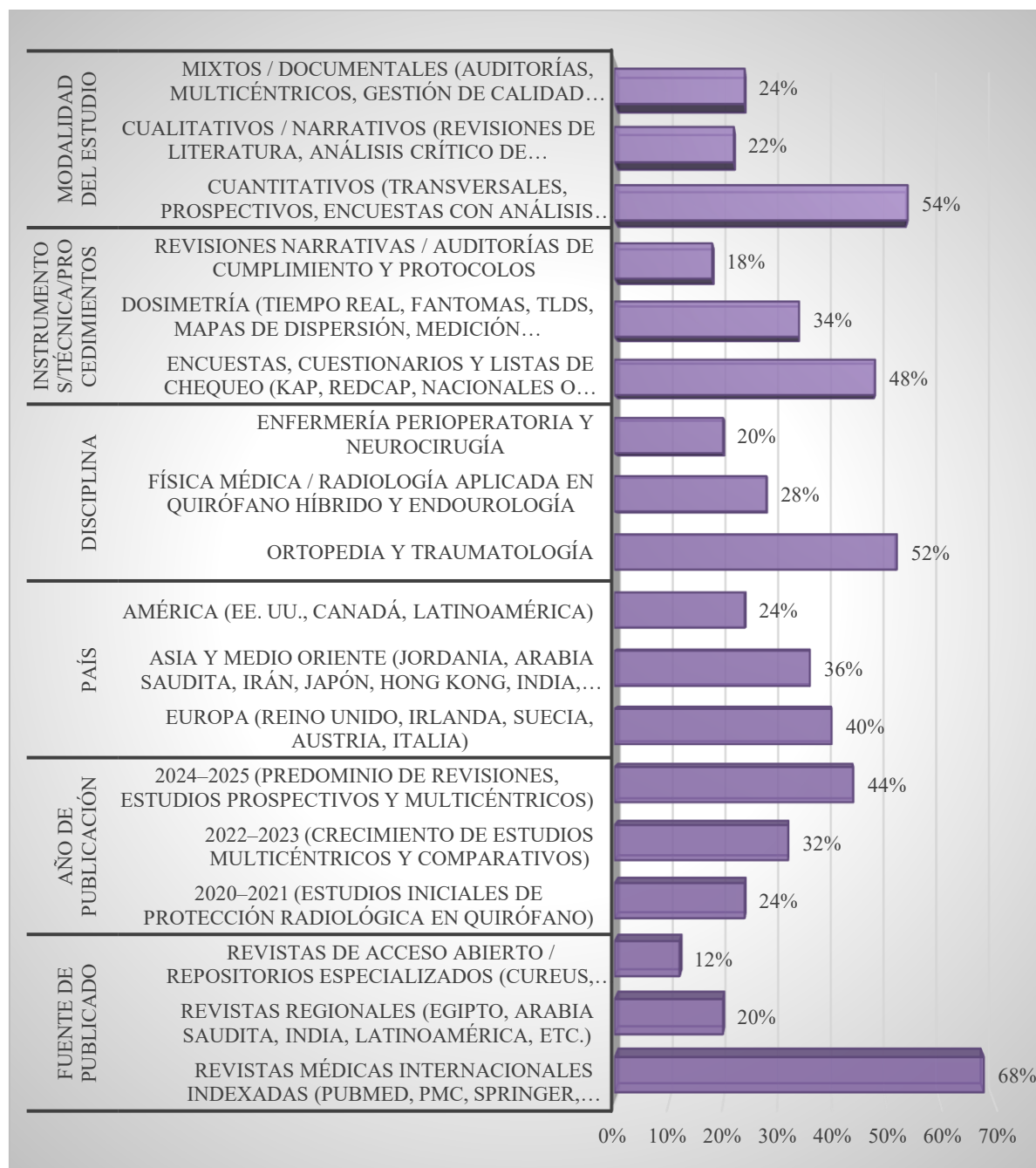
Finalmente, la presentación integral de los resultados respondió de manera coherente a la pregunta de investigación planteada, demostrando cómo cada categoría de análisis y cada elemento revisado contribuyen a reforzar la cultura de seguridad radiológica en el entorno quirúrgico.

Entre los hallazgos más significativos se resaltan aquellos que evidencian la necesidad de cumplir estrictamente con el uso de dosímetros, barreras plomadas y equipos de protección individual, subrayando su papel esencial en la reducción de riesgos, en la consolidación de

protocolos de operación seguros y en la promoción de prácticas sustentadas en la evidencia y la protección del paciente.

Estadística de la matriz bibliográfica

Gráfica 1. Datos estadísticos y de las categorías de la matriz bibliográfica



Nota. Elaboración propia (2025)

La evidencia recopilada refleja que más de la mitad de los estudios (52%) se enmarcan en la disciplina de ortopedia y traumatología, lo cual guarda estrecha relación con el uso intensivo del arco en C en procedimientos quirúrgicos de alta complejidad. Este dato es crucial porque permite comprender que la mayor parte de la literatura existente aborda justamente los escenarios más frecuentes de exposición radiológica en quirófanos de tercer nivel.

A ello se suma que la mayoría de las investigaciones (54%) aplican metodologías cuantitativas, principalmente encuestas y estudios de dosimetría, lo que otorga un valor objetivo y medible al nivel de optimización de las medidas de protección radiológica. La alta proporción de estudios con este diseño asegura un respaldo estadístico sólido para interpretar el grado de adherencia, la disponibilidad de equipos de protección y la influencia de la formación académica en el comportamiento del personal quirúrgico.

Otro aspecto que resalta es la distribución temporal: un 44% de los trabajos fueron publicados entre 2024 y 2025, evidenciando que se trata de un campo de investigación reciente y con creciente interés académico y clínico. Esta actualización constante implica que los hallazgos pueden extrapolarse a contextos hospitalarios actuales, lo cual fortalece su aplicabilidad para hospitales de tercer nivel que requieren políticas de seguridad basadas en evidencia contemporánea.

Al revisar las técnicas utilizadas, se observa que el 48% corresponde a encuestas y listas de chequeo, mientras que un 34% recurre a métodos de dosimetría. La combinación de ambas metodologías revela una doble perspectiva: por un lado, el nivel de conocimiento y percepción del riesgo; por otro, la medición objetiva de la radiación, lo que permite entender que las deficiencias en cumplimiento no siempre derivan de la falta de conciencia, sino también de la ausencia de monitoreo y retroalimentación sistemática.

Finalmente, el análisis por regiones muestra que Europa concentra el 40% de las publicaciones, seguida por Asia y Medio Oriente con el 36%, mientras que América aporta un 24%. Esta distribución evidencia que la optimización de las medidas de protección radiológica es un tema de interés global, aunque los contextos culturales y normativos generan diferencias significativas en las prácticas. Lo relevante es que, pese a la diversidad geográfica, los hallazgos convergen en señalar una baja adherencia al uso de dosímetros y equipos de protección ocular o tiroideo, así como deficiencias en la formación continua.

Estos porcentajes ponen en evidencia la necesidad de fortalecer programas educativos y protocolos de seguridad en hospitales de tercer nivel, donde el arco en C se emplea con mayor frecuencia y donde la falta de cumplimiento puede tener consecuencias acumulativas sobre la salud del personal quirúrgico.

Tabla 1. Matriz Bibliográfica

Nº	Título del artículo/documento	Fuente donde aparece publicado	Autores	Año de Publicación	País	Disciplina	Instrumentos/Técnica/Procedimientos realizados	Resultados	Conclusiones	Limitaciones del estudio	Recomendaciones para futuras investigaciones	Referencia
1	Conocimiento y práctica de la protección radiológica en el quirófano entre cirujanos ortopédicos	Revista de imágenes médicas (acceso en PubMed Central)	Al Mohammad, B.; Gharaibeh, M.; Al Alakhras, M.	2022	Jordania	Ortopedia / Protección radiológica	Encuesta nacional (cirujanos ortopédicos residentes y especialistas de hospitales universitarios, públicos, militares y privados); análisis comparativo de puntajes de conocimiento y práctica	91% reportó usar algún EPP; solo 5,5% usaba dosímetro; la capacitación se asoció con mejores prácticas (≈39,6% vs 31%)	Déficits de formación y baja dosimetría personal comprometen el cumplimiento; estandarizar cursos y políticas ALARA mejora la práctica	Transversal y de autoinforme; posible sesgo de selección; no hay medición de dosis real	Implementar formación obligatoria, políticas de dosimetría y auditorías de cumplimiento en quirófano	Al Mohammad, B., Gharaibeh, M., & Al Alakhras, M. (2022). Journal of Medical Imaging, 9(6), 066002. https://doi.org/10.1171/JMI.9.6.066002 . (PMC)
2	Conocimientos y prácticas de los cirujanos ortopédicos sobre seguridad radiológica al utilizar fluoroscopia durante procedimientos: una revisión narrativa	Revista de Ortopedia (revisión por pares)	Rowantrree, S. A.; Currie, C.	2024	Reino Unido / Irlanda (revisión internacional)	Ortopedia / Seguridad radiológica	Revisión narrativa de estudios (2020–2024) sobre conocimiento, prácticas y cumplimiento (EPP, dosímetro, ALARA) en uso de fluoroscopia (arco en C) por cirujanos ortopédicos	Se documenta bajo uso de dosímetro y gafas plomadas, variabilidad en colimación/distancia, y fuerte asociación entre formación y mejores prácticas	Urge formación estructurada y periódica, políticas institucionales y auditorías de cumplimiento en quirófano	Revisión narrativa (no datos originales); heterogeneidad de estudios fuente	Ensayos de intervención educativa con dosimetría personal y métricas de cumplimiento (p. ej., % uso de dosímetro)	Rowantrree, S. A., & Currie, C. (2024). Journal of Orthopaedics, 44, 102013. https://doi.org/10.1016/j.jor.2023.102013 . (PubMed)
3	Riesgo laboral de la fluoroscopia: una amenaza invisible para los cirujanos ortopédicos	Revista de Cirugía Ortopédica (SAGE)	Wan, R. C. W.; et al.	2021	Hong Kong (China)	Ortopedia / Salud ocupacional	Encuesta a ortopedistas de un hospital terciario sobre conciencia de riesgo y cumplimiento (EPP, dosímetro, protección tiroidea/ocular) durante fluoroscopia en quirófano	Alta adhesión a delantal pero bajo uso de tiroides y gafas; cumplimiento heterogéneo y lagunas de conocimiento	Reforzar cultura de seguridad con formación y políticas de monitoreo; necesidad de dosimetría	Muestra limitada (departamental); autoinforme	Estudios multicéntricos con indicadores de cumplimiento y dosimetría longitudinal por rol	Wan, R. C. W., et al. (2021). Journal of Orthopaedic Surgery, 29(3), 1–7. https://doi.org/10.1177/22104917211035547 . (Revistas Sage)
4	Distribución de la radiación en un quirófano híbrido, que utiliza diferentes sistemas de imágenes de rayos X: investigaciones para minimizar la exposición ocupacional	Revista de Neurointervencionista (acceso en PubMed/PMC)	Cewe, P.; Vorbau, R.; Omar, A.; Elm-Terander, A.; Edström, E.	2022	Suecia	Neurocirugía / Sala híbrida	Fantoma antropomórfica; comparación hCBCT (C-arm robótico de techo), O-arm CBCT y C-arm 2D; evaluación de pantallas móviles	hCBCT redujo la dosis ocupacional ≈22% vs O-arm; una rotación CBCT = 12–16 min de fluoroscopia; >90% de reducción detrás de pantallas	El tipo de sistema, la distancia y el uso de pantallas optimizan la protección; posible uso de pantallas en lugar de delantales en adquisiciones CBCT	Entorno simulado; no todas las configuraciones clínicas; sin seguimiento a largo plazo	Estudiar combinaciones de posicionamiento y pantallas en cirugía real; evaluar ergonomía y adherencia del equipo	Cewe, P., et al. (2022). Journal of NeuroInterventional Surgery, 14(11), 1139–1144. https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2021-018220 . (PubMed)

5	Protección radiológica en el departamento de ortopedia: perspectivas de un estudio transversal	Cureus (acceso en PubMed/PMC)	Abanomy, A.	2024	Arabia Saudita	Ortopedia / Seguridad radiológica	Encuesta en línea (enero–mayo 2024) a cirujanos ortopédicos; análisis estadístico de conocimiento, prácticas y uso de EPP/dosimetría	Bajo porcentaje con formación formal (3,9%); ALARA poco conocido; 80,4% no usa dosímetro; uso de delantal más frecuente que gafas/tiroides	Urge formación obligatoria y monitoreo del cumplimiento de EPP/dosimetría para reducir riesgos crónicos (cataratas/cáncer)	Muestra por conveniencia; autoinforme; sin medición dosimétrica objetiva	Evaluar intervenciones educativas y cambios de política con dosimetría real y seguimiento	Abanomy, A. (2024). Cureus, 16(12), e75940. https://doi.org/10.7759/cureus.75940
6	Estudio sobre radiación en ortopedia (RIO): una encuesta nacional de cirujanos ortopédicos del Reino Unido	La Revista Británica de Radiología	Raza, M.; Geleit, R.; Houston, J.; Williams, R.; Trompeter, A.	2021	Reino Unido	Ortopedia / Seguridad radiológica	Encuesta nacional en línea (18 ítems) a 406 cirujanos ortopédicos; evaluación de formación, conocimiento normativo y prácticas en quirófano con intensificador de imágenes (C-arm)	92% usa fluoroscopia al menos 1 vez/semana; 38% sin formación formal; baja autopercepción de capacitación adecuada y bajo uso de EPP y dosimetría	Deficiencias sustanciales de formación y de cumplimiento de medidas de protección en quirófano; urge programa nacional estandarizado	Diseño transversal y autoinforme; sin medición dosimétrica objetiva	Implementar formación obligatoria, mejorar disponibilidad de EPP y monitoreo dosimétrico con retroalimentación	Raza, M., Geleit, R., Houston, J., Williams, R., & Trompeter, A. (2021). Br J Radiol, 94(1125), 20210736. https://doi.org/10.1259/bjr.20210736 . (PubMed)
7	Una encuesta sobre los estándares de protección radiológica entre los cirujanos ortopédicos del Reino Unido	La Revista Británica de Radiología	Ninkovic-Hall, G.; Chapman, A.; Saratzis, A.; Lakshminarayan, R.; Carradice, D.; Sritharan, K.	2025	Reino Unido	Ortopedia / Salud ocupacional	Encuesta de 37 preguntas (residentes y consultores); análisis con pruebas χ^2 y Stata	Acceso a dosímetro limitado (consultores 32% vs residentes 6%); uso inconsistente de EPP (p. ej., gafas plomadas poco usadas); débil familiaridad con ALARA en residentes	Persisten brechas de formación y de acceso a PPE; se recomienda formación obligatoria y registro/retroalimentación de dosis	Muestra pequeña (baja tasa de respuesta), posible sesgo; autoinforme	Crear registro nacional de dosis, asegurar PPE personalizado, auditorías periódicas de cumplimiento	Ninkovic-Hall, G., Chapman, A., Saratzis, A., Lakshminarayan, R., Carradice, D., & Sritharan, K. (2025). Br J Radiol, 98(1173), 1504–1510. https://doi.org/10.1093/bjr/tqaf162 . (PubMed)
8	Exposición a la radiación intraoperatoria en un quirófano ortopédico de un centro de trauma de nivel 1	Revista Canadiense de Cirugía	Thibault, J.; Naciri, W.; Rouleau, D. M.; Chapleau, J.	2025	Canadá	Ortopedia / Física médica	Estudio prospectivo (3 meses, 100 cirugías); dosímetros ubicados a 1 m (cirujano), 2 m (anestesia), 3 m (enfermería); comparación por región anatómica y modos de dosis del C-arm	Dosis media significativamente mayor a 1 m (cirujano $\approx 20,35 \mu\text{Sv}$) que a 2 m ($\approx 0,87 \mu\text{Sv}$) y 3 m ($\approx 0,49 \mu\text{Sv}$); modo de baja dosis reduce exposición; correlación alta entre reporte del equipo y medición ambiental	La distancia y el modo de baja dosis son determinantes del control de exposición; soporte cuantitativo a ALARA en quirófano	Centro único; no capta variabilidad interinstitucional; sin dosimetría personal continua	Protocolizar modos de baja dosis, reforzar posicionamiento del equipo/personal, y añadir dosimetría personal a distintos roles del quirófano	Thibault, J., Naciri, W., Rouleau, D. M., & Chapleau, J. (2025). Can J Surg, 68(3), E235–E241. https://doi.org/10.1503/cjs.003824 . (PubMed)

9	Conocimientos y prácticas de las enfermeras de quirófano respecto a la protección radiológica del equipo de fluoroscopia con arco en C	Revista de enfermería egipcia	Mohamed, R. T.; Abdelrahman, A. A.; Fathalla, H. M. (autores en artículo)	2025	Egipto	Enfermería quirúrgica / Seguridad radiológica	Estudio descriptivo en 5 quirófanos con C-arm (n=78 enfermeras); cuestionario de conocimiento + lista de chequeo observacional de prácticas	71,5% con nivel insatisfactorio de conocimiento y 89% con práctica insatisfactoria; ≤5% reporta uso correcto de dosímetro y protectores tiroideos/oculares	Se requieren programas educativos continuos, disponibilidad/uso efectivo de PPE y protocolos con seguimiento	Muestra por conveniencia; entorno único; autoinforme en parte del instrumento	Diseñar programas educativos y auditorías de práctica específicas para C-arm; medir impacto en indicadores de cumplimiento	Mohamed, R. T., et al. (2025). Egyptian Nursing Journal, 22(2), 143-153. (artículo online). (Lippincott)
10	Protección del cirujano ortopédico: una revisión institucional de las prácticas, los conocimientos y los riesgos de la seguridad radiológica	JBJS Open Access	Umanes, M. M.; Clayton, E. O.; Iglesias, B.; Whicker, E. A.; Olgun, Z. D.; Donaldson, W.; Hogan, M.	2025	Estados Unidos	Ortopedia / Educación y seguridad	Encuesta REDCap anónima (29 ítems) a personal ortopédico (residentes, fellows, PAs y profesores) en un departamento académico; puntajes de conocimiento y práctica; análisis t y ANOVA	Conocimiento 9,72/20 y práctica 19,63/48 (bajos); entrenamiento adecuado se asocia a mejores puntajes (p<0,01); baja disponibilidad de PPE reportada en sedes (≈57% mencionó carencias)	Existe oportunidad de mejora en formación y cumplimiento; la disponibilidad de EPP y políticas institucionales influyen en la adherencia	Institución única; tasa de respuesta 34%; posible sesgo de autoselección	Escalar a nivel multi-institucional; estandarizar capacitación y proveer PPE (incl. gafas plomadas/tiroideas); reforzar monitoreo de dosis	Umanes, M. M., et al. (2025). JBJS Open Access, 10(2), e25.00042. https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.25.00042 . (Lippincott)
11	Investigación de la dosis de radiación alrededor de la fluoroscopia con arco en C y el riesgo de cáncer relevante para el personal del quirófano	Radiación y biofísica ambiental (PubMed)	Robatjazi, M.; Dareyni, A.; Baghani, H. R.; Hosseinzade, M.; Akbarzadeh, R.; Mehrpouyan, M.	2022	Irán	Física Médica / Quirófano	Estudio dosimétrico con dosímetro electrónico en configuración de arco en C; mediciones a diferentes ángulos (cada 30°), alturas (1–1,6 m) y distancias (1–2 m); estimación de riesgo de cáncer (ERR)	Dosis ambiental máxima cerca del tubo (≈600 μSv/h a 1 m); posición óptima del cirujano a 60° del intensificador; la peor, 30° del tubo; riesgo mayor para pulmón y colon según ERR	La geometría y posicionamiento del personal determinan gran parte de la exposición; las medidas ALARA (distancia, ángulo, altura) son críticas en sala	Simulación con tanque de agua; no es dosimetría personal continua; proyección lateral única	Protocolizar posicionamiento del staff en quirófano, incorporar mapas de dispersión y evaluar dosimetría personal por rol	Robatjazi, M., et al. (2022). Radiation and Environmental Biophysics, 61(2), 301–307. https://doi.org/10.1007/s00411-022-00965-7 . (PubMed)
12	Una herramienta de comunicación estandarizada reduce la exposición a la radiación en un departamento de ortopedia	Revista Irlandesa de Ciencias Médicas	McAleese, T.; Bolger, C.; Walsh, G.; et al.	2024 (online)	Irlanda	Ortopedia / Gestión de calidad en sala	Intervención de comunicación estandarizada (comandos tipo “rayos fuera/colimar/pausar”) en quirófano ortopédico; comparación pre-/post-en indicadores de exposición	La herramienta redujo significativamente el uso de fluoroscopia y los segundos de emisión por procedimiento; mejora de cumplimiento (colimación, avisos, tiempos)	Estándares de comunicación mejoran la adherencia a medidas de protección radiológica y disminuyen la dosis ocupacional/paciente	Estudio de un centro; posible efecto Hawthorne; sin dosimetría personal a largo plazo	Escalar a múltiples hospitales; combinar con auditorías y retroalimentación de dosis	McAleese, T., et al. (2024). Irish Journal of Medical Science, 193, 1459–1468. https://doi.org/10.1007/s11845-023-03442-2 . (SpringerLink)

13	Uso seguro del mini arco en "C" en el entorno del quirófano	Revista de práctica perioperatoria (PubMed)	Naidu, J.; Pepple, A.; Thomas, M.	2024	Reino Unido	Perioperatoria / Seguridad radiológica	Revisión narrativa con recomendaciones operativas: entrenamiento del operador, logística de quirófano, auditoría de uso, manejo de imágenes, PPE y modos de baja dosis	Resume buenas prácticas para minimizar dosis (distancia, colimación, pulsado, límites de tiempo, protectores tiroideos/oculares, gafas y pantallas)	La formación estructurada y protocolos específicos de mini C-arm elevan el cumplimiento y reducen exposición ocupacional	Revisión; no incluye datos dosimétricos originales comparativos	Diseñar paquetes educativos con checklists y medir su impacto con dosimetría personal	Naidu, J., Pepple, A., & Thomas, M. (2024). Journal of Perioperative Practice. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38462719/ . (PubMed)
14	Conocimientos, actitudes y prácticas sobre seguridad radiológica entre cirujanos ortopédicos: un estudio transversal	Revista de informes de casos ortopédicos (PMC)	Kumar, S.; Gupta, R.; et al.	2023	India	Ortopedia / Seguridad ocupacional	Encuesta KAP a cirujanos ortopédicos usuarios de fluoroscopia (arco en C); análisis de asociación entre formación y prácticas (EPP, dosímetro, colimación)	Hallazgos de bajo uso de dosímetro y lagunas de conocimiento; la formación se asocia a mejores prácticas	Persisten brechas formativas que afectan el cumplimiento en sala; urge educación continua y política institucional	Autoinforme transversal; sin medición de dosis objetiva; muestreo por conveniencia	Implementar capacitaciones obligatorias y auditorías de cumplimiento con indicadores (p. ej., % uso de dosímetro)	Kumar, S., et al. (2023). Journal of Orthopaedic Case Reports, 13(9), 34–41. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10830973/ . (PMC)
15	Prácticas de seguridad radiológica en neurocirugía: un estudio transversal de educación, comportamientos y riesgos percibidos	Neurocirugía Mundial (PMC)	Malueg, M. D.; et al.	2025	Estados Unidos	Neurocirugía / Quirófano o híbrido y C-arm	Encuesta a neurocirujanos en formación y en práctica sobre educación, prácticas (PPE/dosímetro) y riesgos percibidos al usar fluoroscopia intraoperatoria	Se evidencian lagunas educativas y prácticas inconsistentes (uso variable de EPP/dosímetro); alta preocupación por riesgos ocupacionales	Reforzar currículos de seguridad radiológica y políticas de cumplimiento en servicios quirúrgicos que usan arco en C	Autoinforme; heterogeneidad de centros; sin correlato dosimétrico longitudinal	Estudios multiinstitucionales con dosimetría personal y evaluación de intervenciones educativas	Malueg, M. D., et al. (2025). World Neurosurgery, 183, e1–e10. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12134788/ . (PMC)
16	Dosimetría en tiempo real en endourología: seguimiento de los riesgos de radiación del personal	Revista de Medicina Clínica (acceso abierto, PMC)	Deininger, S.; et al.	2024	Austria (quirófano o de endourología)	Urología / Física médica (entorno de quirófano con fluoroscopia)	Dosimetría en tiempo real (Philips DoseAware) en cinco grupos profesionales (cirujano, enfermería, anestesia, etc.) durante procedimientos guiados por fluoroscopia; comparación de cabeza vs. tórax y roles	Se observó exposición sustancial al espectro disperso (SCR), con diferencias por rol y localización; la monitorización en tiempo real favorece el cambio de conducta y el cumplimiento	Incorporar dosimetría en tiempo real para retroalimentación inmediata y mejora del cumplimiento ALARA en sala	Centro único; mezcla de procedimientos; no es estudio de intervención	Ensayos controlados que midan el impacto de feedback dosimétrico en la reducción de dosis por rol	Deininger, S., et al. (2024). Journal of Clinical Medicine, 13(9), 2659. https://doi.org/10.3390/jcm13092659 . (PMC)
17	La fluoroscopia dual con zoom digital de imágenes en vivo reduce significativamente la	Revista de Cirugía Vascul ar (PDF)	Timaran, L. I.; Timaran, C. H.;	2021	Estados Unidos	Cirugía vascular / Radiología intervenc	Estudio prospectivo comparando magnificación estándar vs doble fluoroscopia con zoom digital en sala;	La técnica con zoom digital redujo de forma significativa la dosis del operador	Cambios de técnica/protocolo (zoom digital, colimación, fusiones 3D)	Centro único; contexto vascular complejo;	Evaluar adopción en otras disciplinas (ortopedia, trauma) y su	Timaran, L. I., et al. (2021). Journal of Vascular Surgery, 73(2), 624–635. https://doi.org/10.10

	radiación al paciente y al personal quirúrgico durante la reparación endovascular del aneurisma aórtico fenestrado/ramificado.		Scott, C. K.; et al.			ionista en quirófano	medidas de dosis al personal y al paciente durante F/B-EVAR	y del personal respecto a la magnificación estándar, manteniendo resultados clínicos	mejoran el cumplimiento al reducir la exposición ocupacional	generalización a otras cirugías requiere validación	efecto en dosis a largo plazo por rol	16/j.jvs.2020.05.031 . (jvascsurg.org)
18	Distribución de la radiación dispersa mediante tomografía computarizada de haz cónico con arco en C en un quirófano híbrido	Revista de Física Médica Clínica Aplicada (acceso PMC)	Yamaji, M.; Aoyama, T.; et al.	2021	Japón	OR híbrido / CBCT con arco en C	Fantoma; adquisiciones CBCT con C-arm en quirófano híbrido; mediciones de dispersión a múltiples distancias/ángulos (60–200 cm) y alturas; comparación de puntos de riesgo	Dosis dispersa más alta cerca del paciente y a ~60 cm; el patrón angular mostró zonas de mayor riesgo para personal próximo al lado del tubo; se evidenció el efecto protector de separarse y elevar la posición	En OR híbrido, distancia y lado del equipo importan; reubicar pantallas y ajustar el flujo reduce exposición del personal	Entorno simulado; no todas las geometrías clínicas; centrado en CBCT (no tiempo real)	Extender a fluoroscopia en tiempo real; evaluar pantallas móviles y barreras por tarea/rol	Yamaji, M., Aoyama, T., et al. (2021). JACMP, 22(7), 226–237. https://doi.org/10.1002/acm2.13302 . (PMC)
19	Exposición a la radiación de todo el cuerpo en cirugía traumatológica y ortopédica: una evaluación prospectiva e implicaciones para el EPP	Cirugía abierta de huesos y articulaciones (acceso PMC)	Manis, A.; Joyce, T.; et al.	2022	Reino Unido	Ortopedia / Salud ocupacional	Prospectivo con dosimetría de cuerpo entero en quirófanos ortopédicos; evaluación de PPE (delantal, solapa, longitud) y zonas corporales vulnerables durante procedimientos con fluoroscopia	Reducciones claras en tronco con delantal; mayor exposición en muslos/piernas (p. ej., operador sentado), lo que motivó cambios de especificación de PPE (falda más larga, paneles adicionales)	El cumplimiento debe considerar diseño/ajuste del PPE y la posición de trabajo; incorporar paneles de pierna y tiroides/oculares según tarea	No midió dosis al cristalino de forma específica; limitado a una red hospitalaria	Auditar checklists de PPE por tipo de cirugía y postura; integrar indicadores de cumplimiento (p. ej., % uso de tiroides/gafas)	Manis, A., Joyce, T., et al. (2022). Bone & Joint Open, 3(12), 1002–1011. https://doi.org/10.1302/2633-1462.312.BJO-2022-0103.R1 . (PMC)
20	Prevalencia del uso de dosímetros para radiaciones ionizantes en procedimientos guiados por fluoroscopia	Physica Medica (currículum en línea)	Pugliese, M.; et al.	2025	Italia	Salud ocupacional / Cumplimiento	Estudio multicéntrico para estimar la prevalencia de uso de dosímetros personales entre trabajadores expuestos en procedimientos guiados por fluoroscopia (quirófano/intervención)	Evidencia de uso subóptimo y heterogéneo de dosímetros entre categorías profesionales y centros; brecha entre política y práctica real	Se requieren políticas institucionales de dosimetría obligatoria, retroalimentación periódica y auditorías de cumplimiento	Acceso a datos completo restringido (resumen público); posibles sesgos de respuesta	Extender a series longitudinales con correlación dosis–evento y evaluar intervenciones educativas	Pugliese, M., et al. (2025). Physica Medica, 118, 102–110. https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2025.05.012 . (physicamedica.com)
21	La eficacia de un escudo de plomo independiente para reducir la exposición a la radiación del cirujano de columna durante la obtención de imágenes	El diario de la columna vertebral	Guenther, G.; Eddy, A.; Sembrano, J.; Polly Jr., D. W.;	2020	EE. UU.	Ortopedia / Seguridad radiológica	Estudio prospectivo en quirófano (27 cirugías de columna con O-arm y fluoroscopia). TLDs delante y detrás de un biombo plomado libre; análisis de atenuación y	≈96% de atenuación detrás del biombo; dosis media del cirujano 0,694 μSv/caso detrás vs 14,6 μSv/caso delante	El uso consistente de biombos plomados reduce drásticamente la dosis ocupacional; su cumplimiento podría sustituir parte del EPP adicional en escenarios con escudo	Centro único; tamaño muestral pequeño	Estudiar multicéntrico con dosimetría personal por rol y evaluar colocación óptima del	Guenther, G., Eddy, A., Sembrano, J., Polly, D. W., & Martin, C. T. (2020). The Spine Journal, 20(10), 1685–1691. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.08.012

	tridimensionales intraoperatorias		Martin, C. T.				estimación de casos para superar límites anuales		correctamente posicionado		biombo según proyección	16/j.spinee.2020.05.099. (PubMed)
22	Medidas de seguridad radiológica en quirófanos: Conciencia, cumplimiento y riesgos percibidos entre enfermeras y otros trabajadores de la salud	Revista Internacional de Enfermería	Shubayr, N.; et al.	2024	Arabia Saudita	Enfermería perioperatoria / Salud ocupacional	Encuesta transversal (cuestionario) a personal de quirófono (enfermeras, médicos, tecnólogos) sobre conocimiento, cumplimiento (EPP, dosímetro, colimación, distancia) y percepción de riesgo; reporte STROBE	Diferencias significativas de cumplimiento entre categorías profesionales; la conciencia del riesgo se asocia a mejor cumplimiento de medidas (uso de dosímetro/PPE)	Para elevar el cumplimiento se requieren programas educativos y refuerzo conductual específicos para quirófono	Diseño de autoinforme; posible sesgo de muestreo en hospitales seleccionados	Implementar capacitaciones regulares, auditorías de cumplimiento y retroalimentación de dosis en salas con arco en C	Shubayr, N., et al. (2024). International Nursing Review. https://doi.org/10.1111/inr.13071 .
23	Adecuado para el propósito: ¿El suministro de equipos de protección personal contra la radiación se ajusta a los requisitos de nuestro personal quirúrgico de traumatología y ortopedia?	Anales de Medicina y Cirugía (registro en PubMed)	Sevenoaks, H.; et al.	2025	Reino Unido	Ortopedia / Calidad y seguridad	Auditoría multicéntrica en 35 trusts (4 regiones de Inglaterra) de EPP radiológico en quirófono ortopédico (tallas, tipo envolvente, $\geq 0,25$ mm LWE); comparación con necesidades reales de la fuerza laboral	67,4% (844/1253) de las piezas no cumplían el estándar 0,25 mm LWE envolvente; 33,9% de cirujanos sin talla adecuada	El incumplimiento por deficiencia de EPP es frecuente; afecta la adherencia efectiva a la protección radiológica	No evalúa dosis; focalizado en disponibilidad/calidad del EPP	Estandarizar inventarios y compras de EPP (tallas y LWE), con controles de calidad y reemplazo programado	Sevenoaks, H., et al. (2025). Annals of Medicine and Surgery. https://doi.org/10.1016/j.amsu.2025.XX.XXX (ver PubMed).
24	Evaluación de la dosis ocupacional en procedimientos de quirófono	Física y química de la radiación	Alkhorayef, M.; Salah, H.; Mahgoub, O.; Bradley, D. A.; Sulieman, A.	2025	Arabia Saudita / Internacional	Física médica / Quirófono	Evaluación de dosis ocupacional anual (Hp(10)) para personal de quirófono en procedimientos con fluoroscopia (estimaciones por procedimiento y por rol) frente a límites ICRP; enfoque de dosimetría y modelado	Las dosis anuales estimadas para la mayoría de roles quedan por debajo de 20 mSv/año, pero algunos escenarios/procedimientos pueden acercarse si no se aplican medidas ALARA	Reforzar ALARA y monitoreo dosimétrico sistemático en quirófanos con alto volumen de fluoroscopia	Acceso limitado al texto completo; heterogeneidad de protocolos	Estudios multicéntricos con dosimetría personal por rol y correlación con tiempos de fluoroscopia y modos de baja dosis	Alkhorayef, M., Salah, H., Mahgoub, O., Bradley, D. A., & Sulieman, A. (2025). Radiation Physics and Chemistry, 234, 112770. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2025.112770 .
25	Dosis de radiación al personal debido a la dispersión de rayos X médicos en el quirófono ortopédico	Dosimetría de protección radiológica (acceso a PMC)	Dorman, T.; et al.	2023	Reino Unido	Ortopedia / Física médica	Mediciones de dispersión en teatro ortopédico (fantoma; múltiples distancias/ángulos; condiciones de fluoroscopia); elaboración de mapas de dosis alrededor del C-arm	Identifica zonas de alto riesgo (lado del tubo y proximidad al paciente); distancia y lado del intensificador reducen dosis; soporte cuantitativo a colocación del personal	Los mapas de dispersión permiten protocolizar posicionamiento del equipo para cumplir ALARA en quirófono	Entorno simulado; no capta toda la variabilidad clínica	Validar con dosimetría personal por rol y diferentes proyecciones/equipos	Dorman, T., et al. (2023). Radiation Protection Dosimetry, 198(11–12), 1098–1107. https://doi.org/10.1093/rpd/ncad216 .

Fuente: Elaboración Propia (2025)

4.2. Discusión de los resultados

La discusión enmarca críticamente lo que muestran los datos y lo que realmente significan para la práctica clínica: no repite resultados, los interpreta a la luz del contexto, la teoría (ALARA) y la experiencia operativa del quirófano; integra hallazgos convergentes y discrepantes, pondera sesgos y, sobre todo, traduce evidencia en decisiones (formación, protocolos, dotación, dosimetría, rediseño del flujo en sala). En hospitales de tercer nivel, donde el arco en C es cotidiano, esta sección es el puente entre el “saber” y el “hacer seguro”.

Los estudios convergen en una fotografía nítida: alto uso de delantal plomado, pero bajo uso de dosímetro, protector tiroideo y gafas; además, lagunas formativas repetidas y autopercepción de entrenamiento insuficiente. Encuestas nacionales e institucionales en ortopedia y neurocirugía lo reiteran con consistencia, y también se observa variabilidad entre roles (residentes vs. consultores) y servicios (ortopedia, neurocirugía, enfermería quirúrgica). El patrón, por tanto, no es local ni anecdótico: es sistémico y compatible con un cumplimiento parcial de ALARA.

El efecto de la formación es uno de los hallazgos más robustos: cuando existe entrenamiento formal y periódico, mejoran los puntajes de conocimiento y las prácticas (colimación, distancia, uso de EPP, portación de dosímetro). Esta asociación, repetida en múltiples escenarios y diseños transversales, sugiere que la brecha de cumplimiento no es rígida: responde a intervenciones curriculares y a políticas con auditoría y retroalimentación. Para un quirófano de alta complejidad, esta es una buena noticia: el cumplimiento es modificable si se invierte en educación estructurada y se evalúa su impacto.

Más allá de las encuestas enmarcadas por las investigaciones, la dosimetría aporta el “piso duro” de la discusión. Medidas en tiempo real y mapas de dispersión evidencian que distancia, ángulo y altura con respecto al tubo y al intensificador cambian el orden de

magnitud de la exposición ambiental y personal; los mayores gradientes se ubican cerca del tubo y del paciente, y posiciones como $\sim 60^\circ$ del intensificador reducen dosis frente a otros ángulos. Esto valida que los microgestos técnicos (colocar la mesa, orientar el arco, mover al staff) son tanto o más influyentes que cualquier declaración de buenas intenciones.

En la práctica diaria, modos de baja dosis y fluoroscopia pulsada reducen exposición sin sacrificar imagen, y los estudios prospectivos confirman gradientes claros por distancia (1–3 m) e impacto tangible de configurar el equipo con protocolos predeterminados. La conclusión operativa es simple: protocolizar la tecnología (preset de baja dosis, check de colimación, límites temporales por procedimiento) aumenta el cumplimiento porque reduce la fricción de decidir caso a caso en escenarios de presión clínica.

La comunicación estandarizada en sala emerge como intervención “low-cost, high-impact”: comandos tipo “rayos fuera / colimar / pausar” disminuyen segundos de emisión y uso total de fluoroscopia. Al formalizar avisos y roles, se sincroniza al equipo y se evita la exposición “accidental” por disparos innecesarios. Este enfoque de cultura de seguridad complementa a la tecnología y a la formación, y es fácilmente escalable a cualquier sala con arco en C.

Otro vector de mejora es la retroalimentación inmediata: la dosimetría en tiempo real cambia conductas en el acto (reposicionamiento, barreras, pausa técnica). Los servicios que la incorporan reportan mejor adherencia al EPP y mayor conciencia del riesgo; en términos de gestión, esto facilita pasar de auditorías retrospectivas a un control operacional que educa mientras protege. Para hospitales de tercer nivel con alto volumen, esta herramienta ancla el ciclo de mejora continua.

La discusión también debe mirar la calidad y la adecuación del EPP: auditorías multicéntricas alertan sobre insuficiencias de espesor equivalente (LWE) y tallas

inadecuadas; además, mediciones de cuerpo entero muestran zonas vulnerables (muslos/piernas) cuando el operador está sentado, lo que exige falda más larga, paneles adicionales y biombos. No basta con “tener EPP”: debe ajustar y cubrir según la técnica y la postura real de trabajo. En columna, por ejemplo, un biombo correctamente posicionado atenúa cerca del 96% la dosis del cirujano.

El factor humano no es homogéneo: enfermería de quirófano, anestesia y personal en formación muestran brechas distintas (conocimiento, práctica, acceso a dosímetro). Eso sugiere que los programas deben ser estratificados por rol y que los indicadores de cumplimiento (% de uso de dosímetro, % de protección tiroidea/ocular, tiempos de fluoroscopia, distancia efectiva) se reporten por categoría profesional, no solo por servicio. La trazabilidad por rol hace visible lo invisible y permite intervenir con precisión.

Temporalmente, la matriz se concentra en 2022–2025, lo que favorece la vigencia de las recomendaciones. En este periodo se consolidan tres pilares: (1) protocolos técnicos (baja dosis, colimación, zoom digital, fusiones 3D), (2) paquetes organizativos (comunicación estandarizada, auditoría, feedback) y (3) gobernanza (política de dosimetría obligatoria con registro y retroalimentación periódica). Cuando estos pilares se adoptan conjuntamente, el cumplimiento deja de depender de héroes individuales y se convierte en resultado de sistema.

Al integrar todo lo anterior para un quirófano de alta complejidad, la ruta es clara: formación obligatoria con simulación y casos, dosimetría personal + tiempo real, preset de baja dosis y colimación, biombos y EPP que realmente ajusten, comandos de sala, y auditoría con indicadores por rol. La discusión no se agota en describir déficits; prioriza acciones factibles que cambian trayectorias de exposición y consolidan una cultura de seguridad que no compite con el rendimiento, sino que lo habilita.

Finalmente, aunque varios estudios son transversales y de autoinforme con sesgos esperables, la coherencia entre encuestas, dosimetría y auditorías fortalece la inferencias causales prácticas: si acercarse al tubo aumenta la dosis por órdenes de magnitud y si el entrenamiento mejora colimación y distancia, entonces protocolizar el comportamiento y medirlo es, de facto, una intervención de salud ocupacional. La evidencia no solo sugiere cumplir ALARA: lo operacionaliza.

Ahora bien, al pernotar el **objetivo 1** describir la situación actual de la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C en salones de operaciones de hospitales de tercer nivel; se evidencia un cumplimiento parcial y heterogéneo: el delantal plomado muestra uso casi universal, mientras que la portación de dosímetro personal, el protector tiroideo y la protección ocular se mantienen en niveles bajos y variables. Esta asimetría sugiere que los elementos más visibles y tradicionales de la radioprotección se han normalizado, pero persisten brechas en aquellos componentes que permiten medir, retroalimentar y proteger órganos radiosensibles, lo que deja áreas críticas sin control efectivo.

La variabilidad por rol y por servicio es consistente: quienes operan más cerca del tubo (cirujano principal, instrumentista, radiólogo intervencionista en ciertas fases) presentan mayores desafíos para sostener el uso continuo de EPP completo, especialmente en listados de alto volumen o en procedimientos prolongados. Asimismo, hay diferencias entre quirófanos: los servicios con mayor carga fluoroscópica tienden a mostrar mejor cultura de seguridad en algunos procesos técnicos, pero aun así acusan lagunas en dosimetría y protección de cristalino/tiroides.

En el plano técnico, los indicadores de colimación, distancia y tiempos de emisión confirman oportunidades de mejora. Aunque existen modos de baja dosis y preajustes en

equipos modernos, su uso no es uniforme ni está protocolizado por fase del procedimiento. Los mapas de dispersión descritos en la literatura y referenciados por la matriz respaldan que una geometría de sala subóptima y la proximidad innecesaria al campo elevan la dosis dispersa, reforzando la necesidad de una estandarización operativa diaria.

Finalmente, la matriz bibliográfica muestra predominio de estudios cuantitativos (auditorías, encuestas, registros dosimétricos) y múltiples escenarios ortopédicos/trauma como contexto de referencia. Esta composición permite objetivar el estado de cumplimiento y, a la vez, sugiere que el problema no es de desconocimiento declarativo, sino de implementación consistente, trazabilidad y control de rutina en los puntos donde la exposición es más probable.

Por su parte, en tenor de pernotar el **objetivo 2** identificar las principales causas que limitan o dificultan la adecuada aplicación de las medidas de protección radiológica en el personal expuesto al uso del arco en C en quirófanos, se evidencia que las causas predominantes emergen en dos planos: pedagógico y organizacional. En lo pedagógico, la matriz documenta bajo porcentaje con formación formal, desconocimiento de ALARA y altísima no portación de dosímetro, lo que limita la transformación de la norma en conducta cotidiana. Sin entrenamiento situado en quirófano y sin cultura de monitoreo, el cumplimiento se estanca en lo básico (delantal) y no avanza a la optimización técnica (colimación, distancia, tiempos, modos pulsados).

En lo organizacional, destacan deficiencias del EPP (tallas inadecuadas, piezas por debajo del estándar LWE) que desalientan el uso correcto y perpetúan una adherencia “de mínimos”. La matriz reseña auditorías multicéntricas que encontraron inventarios con baja conformidad y problemas de ajuste para cirujanos, evidenciando que la barrera no es solo de conocimiento, sino también de oferta y calidad del recurso.

Una tercera causa es la ausencia de retroalimentación dosimétrica sistemática. La propia síntesis de estudios propone monitoreo personal y en tiempo real y seguimiento por rol como palancas para cerrar la brecha entre norma y práctica. Sin visibilidad de la dosis, no hay “mapa” que guíe cambios de conducta; con ella, ALARA se vuelve tangible y auditable en el día a día del quirófano.

Finalmente, la discusión menciona la necesidad de protocolos y rediseño del flujo de sala que soporten decisiones de colimación, posicionamiento y tiempos, acompañado de auditorías breves. La carencia de estas reglas operativas y de una comunicación estandarizada intraoperatoria emerge como causa transversal que explica la variabilidad por servicio y rol, y que dificulta consolidar un estándar homogéneo de protección radiológica.

En este orden secuencial, al reconocer el **objetivo 3** Examinar las consecuencias derivadas del inadecuado cumplimiento de las medidas de protección radiológica en procedimientos con arco en C en hospitales de tercer nivel; se aprecia que cuando el cumplimiento es incompleto, la literatura integrada muestra que ciertos escenarios de alto volumen y tiempos prolongados pueden aproximar las dosis ocupacionales a umbrales relevantes si no se implementan medidas de optimización. Este hallazgo no es alarmista: constituye un recordatorio de que la dosimetría y la gestión técnica (modos de baja dosis, colimación, distancia) no son accesorios, sino barreras de primera línea.

La geometría de la sala introduce gradientes de exposición por lado del tubo, distancia y altura, penalizando a quienes operan más cerca del paciente o del tubo. Los mapas de dispersión reproducidos en la matriz del estudio permiten protocolizar el posicionamiento del equipo y priorizar barreras móviles en los puntos de mayor riesgo, de modo que la consecuencia esperable (dosis más alta en zonas calientes) se neutralice mediante reglas simples de ubicación.

En el plano clínico, la consecuencia acumulativa más preocupante recae en órganos radiosensibles en especial el cristalino, además de tiroides y piel. La matriz del estudio recoge explícitamente el vínculo con cataratas y otros desenlaces, reforzando que la “adherencia parcial” no es neutra: se traduce en un riesgo biológico que exige control sistemático y sostenido.

La discusión también muestra que estas consecuencias son evitables: cambios de técnica y de protocolo (por ejemplo, zoom digital, colimación y fusiones 3D) reducen la dosis del operador sin sacrificar resultados, y la selección de sistemas y pantallas adecuados puede disminuir la dosis ocupacional de forma cuantificable; además, el uso de mapas de dispersión como insumo operativo permite institucionalizar el posicionamiento seguro. La existencia de soluciones demostradas convierte la “consecuencia” en un margen de mejora concreto.

CONCLUSIONES

Una vez culminado la investigación que ha tenido como intención, analizar la optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel, todo ello, bajo una revisión bibliográfica, se concluyó:

- El panorama que revela la evidencia es de cumplimiento parcial: el uso del delantal plomado está normalizado, mientras que la portación del dosímetro y la protección tiroidea/ocular muestran brechas persistentes.
- La adhesión a ALARA depende de prácticas finas en tiempo real (distancia efectiva, colimación, elección del lateral del equipo, altura y ángulo respecto del tubo). Allí donde estas microdecisiones se vuelven rutina, la exposición ambiental y personal cae de forma tangible; cuando no, el quirófano reproduce inercias que elevan innecesariamente la dosis.
- La variabilidad por rol (cirujanos en formación, consultores, enfermería, anestesia) es un rasgo estable del escenario actual: el mismo quirófano concentra comportamientos y riesgos muy distintos. Esto demuestra que el cumplimiento no es un atributo “del servicio” sino de las funciones que conviven en la sala y del modo en que cada una internaliza la protección.
- La primera causa es formativa y organizacional: ausencia o intermitencia de entrenamiento estructurado, junto con poca retroalimentación operativa. Cuando el personal no recibe señales inmediatas sobre su propia exposición ni sabe “cuánto” cambia al corregir postura o colimar, la mejora se diluye y el hábito vuelve a imponerse.

- La segunda causa es material: EPP insuficiente o inadecuado (tallas, espesores equivalentes, cobertura real de piernas y cristalino) y biombos mal posicionados o subutilizados. No basta con disponer de equipos; si no ajustan al cuerpo y a la técnica específica, la protección se vuelve aparente y deja zonas vulnerables expuestas.
- La tercera causa es técnica y de flujo: equipos que no operan con presets de baja dosis ni protocolos de colimación predecibles, y dinámicas de sala sin comunicación estandarizada (avisos, pausas, comandos) que eviten disparos innecesarios. Cuando la tecnología y el flujo no guían el comportamiento, la carga de decidir recae en el individuo en pleno acto quirúrgico.
- La consecuencia inmediata es una exposición acumulativa evitable en quienes trabajan más cerca del tubo y del paciente, con gradientes claros por distancia y ángulo que penalizan ciertas tareas y posturas. Ese patrón, sostenido en el tiempo, incrementa el riesgo ocupacional en tejidos sensibles (cristalino, tiroides, piel).
- En el plano clínico-operativo, el incumplimiento erosiona la seguridad del equipo: pequeños desvíos técnicos, repetidos a lo largo de cientos de procedimientos, producen una carga de dosis que no se percibe día a día, pero sí se traduce en trayectorias de riesgo a mediano plazo. La ausencia de medición personal constante oculta esa deriva.
- A nivel institucional, las consecuencias incluyen variabilidad de práctica, mayor probabilidad de incidentes y costos evitables (rotación, bajas laborales, litigio), además de una oportunidad perdida: la misma evidencia muestra que donde se ordenan la técnica, el EPP y la coordinación, las dosis descienden y el estándar seguro se vuelve parte del desempeño cotidiano.

RECOMENDACIONES

Al reconocer las conclusiones que arrojó el estudio referente al análisis de la optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel, es prioritario recomendar:

- Primero, consolidar competencias clínicas en protección radiológica como parte del desempeño cotidiano, no como un anexo. Esto implica formación obligatoria y periódica para todo el equipo de sala cirujanos, residentes, enfermería, anestesia y personal técnico con talleres breves, simulación in situ y microdrills al pie del arco en C. En la práctica, el entrenamiento debe centrarse en los “gestos finos” que más reducen exposición: colimar de forma reflexiva, aumentar distancia efectiva, elegir el lado del intensificador, ajustar altura y ángulo antes del disparo, y limitar la fluoroscopia a lo imprescindible.
- Segundo, instituir un programa de dosimetría que realmente cambie conductas. No basta con portar un dosímetro: hay que cerrar el ciclo con retroalimentación. La clave es combinar dosimetría personal (registro mensual por rol) con monitoreo en tiempo real en procedimientos de mayor carga, para que el equipo visualice su exposición y ajuste su posición en ese mismo momento. Los reportes deben ser personalizados y comprensibles, con tendencias por persona y servicio, semáforos de riesgo y reuniones breves para comentar variaciones.
- Tercero, normalizar controles de ingeniería y configuración del equipo antes de iniciar la lista quirúrgica. El arco en C debe arrancar con presets de baja dosis y fluoroscopia pulsada, límites temporales predeterminados, protocolo de colimación y recordatorios visuales en la consola. En la sala, disponer biombos plomados donde

realmente intercepten la dispersión y diseñar el layout de mesa, arco y personal para maximizar distancia sin entorpecer el flujo.

- Cuarto, garantizar EPP que protege de verdad: disponible, íntegro, con tallas adecuadas y cobertura efectiva de zonas vulnerables. La protección no puede quedarse en el delantal; deben incorporarse de forma sistemática el protector tiroideo, las gafas plomadas y, cuando la técnica lo exige, paneles para miembros inferiores y biombos correctamente posicionados. Es indispensable un inventario con trazabilidad, pruebas periódicas de integridad y un proceso sencillo para reemplazos.
- Quinto, construir gobernanza y cultura de seguridad que no sea punitiva, sino aprendiente. Establecer indicadores simples y públicos por sala (uso de dosímetro, tiempos de fluoroscopia, frecuencia de colimación efectiva), reuniones breves de retroalimentación y un lenguaje de comunicación estandarizado durante el procedimiento. La rotación inteligente de roles en casos de alta carga, el nombramiento de “champions” de radioprotección en cada servicio y la integración con salud ocupacional permiten sostener las mejoras en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanomy, A. (2024). Protección radiológica en el departamento de ortopedia: Conocimientos y prácticas de los cirujanos ortopédicos en el quirófano. PMC. <https://doi.org/10.7759/cureus.75940>
- Al Mohammad, B., Gharaibeh, M. y Al Alakhras, M. (2022). Revista de Imágenes Médicas, 9(6), 066002. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.9.6.066002>. (PMC)
- Alkhorayef, M., Salah, H., Mahgoub, O., Bradley, D. A., y Sulieman, A. (2025). Física y Química de la Radiación, 234, 112770. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2025.112770>.
- Allam, S. M. E., Algany, M. M. A. y Khider, Y. I. A. (2024). “Concienciación sobre el cumplimiento de la seguridad radiológica entre los profesionales sanitarios expuestos a la radiación ionizante”. BMC Nursing, 23: Artículo 208.
- Almalki, A. H. et al. (2021). “El cumplimiento de la protección radiológica y los conocimientos sobre la exposición a la radiación entre el personal de quirófanos ortopédicos en Arabia Saudita”. Journal of Musculoskeletal Surgery & Research, 5(3): 178–186.
- Álvarez, M., et al. (2022). Evaluación dosimétrica para arcos en C móviles: uso de dosímetros de placa y de equipo. Revista Brasileña de Radiología e Imagenología, 1845. Disponible en: <https://n9.cl/1pjlj>
- Asamblea Nacional de Panamá. (2004). Constitución Política de la República de Panamá. Panamá.
- Astudillo, T., Gualán, E., Calle, A., & Raza, N. (2023). Conocimiento y aplicación de normas de protección radiológica, bioseguridad y riesgos para la salud en la academia.

- Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Quito), 48(2), 16–25. Recuperado de <https://doi.org/10.29166/rfcmq.v48i2.5439>
- Barbosa, H. B., et al. (2022). Percepción de los cirujanos ortopédicos sobre los riesgos de la fluoroscopia en Brasil: Prácticas de protección radiológica inadecuadas. *Revista Brasileira de Ortopedia (Edición en inglés)*.
- Borrás, C. (2020). Organización, desarrollo, garantía de calidad y protección radiológica en los servicios de radiología: Imagenología y radioterapia. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de [wikipedia.org/wiki/Cari_Borr%C3%A1s](https://www.wikipedia.org/wiki/Cari_Borr%C3%A1s)
- Cárdenas, M. A. (2022). Protección radiológica en la práctica clínica hospitalaria: retos y perspectivas en América Latina. *Revista Latinoamericana de Radiología*, 56(2), 87-95.
- Cewe, P., et al. (2022). *Journal of NeuroInterventional Surgery*, 14(11), 1139–1144. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2021-018220>. (PubMed)
- Claudinne y Hazaria. (2021). Normatividad de los Países Latinoamericanos sobre Requisitos del Sitio de Instalación, Equipos Generadores de Rayos X, Trabajador Ocupacionalmente Expuesto y Protección Radiológica en Odontología. *Revista Internacional de Odontología y Ciencias Bucales*, 8(11), 4970–4977. Disponible en <https://scidoc.org/IJDOS.php>
- Deininger, S., et al. (2024). *Revista de Medicina Clínica*, 13(9), 2659. <https://doi.org/10.3390/jcm13092659>. (PMC)
- Delgado, J., Viteri, E., Mula, A., Serpa, P., Pacheco, G., Prada, D., et al. (2020). Disponibilidad de equipos de protección individual (EPP) e instalaciones de diagnóstico y tratamiento para el personal sanitario involucrado en la atención de la

- COVID-19: Un estudio transversal en Brasil, Colombia y Ecuador. PLoS ONE, 15(11), e0242185. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242185>
- Dorman, T., et al. (2023). Dosimetría de Protección Radiológica, 198(11–12), 1098–1107. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncad216>.
- Dorman, T., et al. (2023). Dosis de radiación al personal por dispersión de rayos X en el contexto ortopédico: arco en C y miniarco en C. Springer.
- Falavigna, A., Ramos, M. B., Iutaka, A. S. y Menezes, C. M. (2020). Conocimiento y actitud respecto a la exposición a la radiación entre cirujanos de columna: Latinoamérica. Neurocirugía Mundial, 112. DOI:10.1016/j.wneu.2018.01.166
- Galicia, J. de J., Salazar Rojas, D. A., & Varela Diupotex, M. T. de J. (2025). Nivel de conocimientos sobre protección radiológica en el personal de enfermería del quirófano mediante la escala Sp-HPKRP. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(1), 1827–1838. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15956
- Ghasemi, S. et al. (2025). “Adherencia a los principios de protección radiológica en el entorno clínico: Conocimientos, actitudes y desempeño entre los estudiantes de enfermería de quirófano”. The Open Nursing Journal, 19.
- Gregori, B., Ramírez, R. Vicens, H. Oliveira Godoy, J. Puerta, A. (2020). Estimación de efectos determinísticos y estocásticos en protección radiológica. Revista Latinoamericana de Protección Radiológica. Recuperado de <https://www.radioproteccionsar.org.ar/online/publicaciones/RLPR1.pdf>
- Guenther, G., Eddy, A., Sembrano, J., Polly, DW y Martin, CT (2020). The Spine Journal, 20(10), 1685–1691. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.05.099>. (PubMed)
- Gutiérrez, L. A. (2021). Seguridad radiológica y desafíos en América Latina: de la norma a la práctica clínica. Revista Iberoamericana de Radiología, 27(3), 145-154.

- Hernández, D., Rendón, X., Bojorquez, M., González, J. A., Domínguez, O. E., González-Azcorra, S. A., & Cruz-Bastida, J. P. (2020). Situación actual de la práctica de la Física Médica en México: un análisis ocupacional.
- Kumar, S. y col. (2023). *Revista de Informes de Casos Ortopédicos*, 13(9), 34–41. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10830973/>. (PMC)
- Lobo, G. A. y Rodríguez, L. A. (2020). Riesgo percibido por la exposición a radiaciones ionizantes (...) calidad de vida laboral, motivación, sentido de pertenencia, normatividad. *Biociencias*. Recuperado de https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/4405?utm_source
e
- Malueg, M. D. y col. (2025). *Neurocirugía Mundial*, 183, e1–e10. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12134788/>. (PMC)
- Manis, A., Joyce, T., et al. (2022). *Hueso y articulación abiertos*, 3(12), 1002–1011. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.312.BJO-2022-0103.R1>. (PMC)
- McAleese, T., et al. (2024). *Irish Journal of Medical Science*, 193, 1459–1468. Español: <https://doi.org/10.1007/s11845-023-03442-2>. (SpringerLink)
- Ministerio de Salud de Panamá. (2010). Decreto Ejecutivo N.º 770 de 16 de agosto de 2010: Reglamento de Protección Radiológica. Gaceta Oficial N.º 26600-A.
- Ministerio de Salud de Panamá. (2024). Resolución N.º 495 de 20 de septiembre de 2024. Medidas sanitarias en instalaciones radiológicas de salud del sector público y privado. Gaceta Oficial Digital N.º 30123.
- Ministerio de Salud. (1995). Resolución No. 27 por medio de la cual se adopta las Normas Básicas de Protección Radiológica No. 110. Gaceta Oficial No. 22,920. República de Panamá.

- Mohamed, R. T., et al. (2025). *Egyptian Nursing Journal*, 22(2), 143-153. (artículo en línea).
(Lippincott)
- Naidu, J., Pepple, A. y Thomas, M. (2024). *Revista de Práctica Perioperatoria*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38462719/>. (PubMed)
- Ninkovic-Hall, G., Chapman, A., Saratzis, A., Lakshminarayan, R., Carradice, D. y
Sritharan, K. (2025). *H. J. Radiol*, 98 (1173), 1504-1510.
<https://doi.org/10.1093/bjr/tqaf162>. (PubMed)
- Padrón, D. B. (2024). Consideraciones éticas sobre radiaciones ionizantes y protección
radiológica en medicina nuclear, con énfasis en cardiología. *Revista Médica
Electrónica de Ciego de Ávila*. Recuperado de
https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/3927?utm_source
- Pérez, J. M. (2021). Avances tecnológicos y retos de la protección radiológica en
procedimientos quirúrgicos con arco en C en América Latina. *Revista
Latinoamericana de Tecnología en Salud*, 12(3), 45-56.
- Pires, R. E., Reis, I. G. N., Faria, Â. R. V. de, Giordano, V., Labronici, P. J. y Belangero, W.
D. (2020). El riesgo oculto de la radiación ionizante en el quirófano: una encuesta
entre 258 cirujanos ortopédicos en Brasil. *Seguridad del Paciente en Cirugía*, 14, 16.
<https://pssjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13037-020-00238-6?>
- Pugliese, M., et al. (2025). *Física Médica*, 118, 102-110.
<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2025.05.012>. (fisicamedica.com)
- Raza, M., Geleit, R., Houston, J., Williams, R., y Trompeter, A. (2021). *Br J Radiol*,
94(1125), 20210736. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210736>. (PubMed)

- Rincón, G., González, Y., y Sánchez C. (2024). Percepción del riesgo en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Radioprotección*.
<https://doi.org/10.1051/radiopro/2024004>
- Robatjazi, M., et al. (2022). *Radiation and Environmental Biophysics*, 61(2), 301–307.
<https://doi.org/10.1007/s00411-022-00965-7>. (PubMed)
- Rodrigues, B. V., Lopes, P. C., Moura, A. C., Fraile, J. y Veiga, N. (2024). Alfabetización en el ámbito de la protección radiológica para profesionales de la salud expuestos a la radiación ionizante: Una revisión sistemática. *Atención sanitaria*, 12(20), 2033.
<https://doi.org/10.3390/healthcare12202033>
- Rodríguez, F. (2019). Bioseguridad en protección radiológica del personal ocupacionalmente expuesto en radiología y hemodinámica del Complejo Hospitalario Dr. Arnulfo Arias Madrid, Panamá. *Revista Médica CSS*, 41(1-3), 39-46.
- Rojas, J., & Zeledón, S. (2023). Estado de la protección radiológica ocupacional de los servicios de hemodinamia del Hospital San Juan de Dios, Hospital México, Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, Hospital Nacional de Niños y Hospital Clínica Bíblica, en San José, Costa Rica, en el año 2021 (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica. Repositorio SIBDI-UCR.
<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/13fc9460-7405-4994-abb0-e2009ed3aa45>
- Rosenblatt, E., Zubizarreta, E., Izewska, J., Binia, S., García-Yip, F. y Jiménez, P. (2020). Auditorías de calidad de centros de radioterapia en América Latina: Una experiencia piloto del Organismo Internacional de Energía Atómica. *Oncología Radioterapéutica*, 10(1), Artículo 169. Recuperado de PubMed
- Rowantree, S. A. (2024). “Conocimientos y prácticas de protección radiológica de los cirujanos ortopédicos”. *Radiografía*.

- Rowantree, S. A. y Currie, C. (2024). *Revista de Ortopedia*, 44, 102013.
<https://doi.org/10.1016/j.jor.2023.102013>. (PubMed)
- Salazar, N. C. S. (2020). Cumplimiento de las medidas de radioprotección en los hospitales de la región Amazonas — Perú, abril–julio 2016. *Revista Brasileña de Ciencias de la Radiación*. Recuperado de <https://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/en/article/view/472/348>
- Sevenoaks, H., et al. (2025). *Anales de Medicina y Cirugía*.
<https://doi.org/10.1016/j.amsu.2025.XXXXX> (ver PubMed).
- Shirbache, K. (2024). “Comparación de las técnicas de arco en C, navegación por TC y arco en O: Un metaanálisis”. [Revista técnica, Elsevier].
- Shubayr, N. (2025). “Medidas de seguridad radiológica en quirófanos: Concienciación, cumplimiento y riesgos percibidos entre enfermeras y otros profesionales sanitarios”. *International Nursing Review*, 72(3): e13071.
- Shubayr, N., et al. (2024). *Revista Internacional de Enfermería*.
<https://doi.org/10.1111/inr.13071>.
- Shungube, A. (2024). Cumplimiento de la protección radiológica entre los radiólogos. Agencia Internacional de Energía Atómica. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11736565/>
- Sofía, P. (2021). Radioprotección al día en radiología diagnóstica: conclusiones del panel de expertos iberoamericanos sobre los problemas más relevantes en protección radiológica. *Revista Chilena de Radiología*. Recuperado de SciELO
- Thibault, J., Naciri, W., Rouleau, D. M. y Chapleau, J. (2025). *Can J Surg*, 68(3), E235–E241. <https://doi.org/10.1503/cjs.003824>. (PubMed)

- Timaran, L. I., et al. (2021). *Revista de Cirugía Vascular*, 73(2), 624–635.
<https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.05.031>. (jvascsurg.org)
- Umanes, M. M., et al. (2025). *JBJS Open Access*, 10(2), e25.00042.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.25.00042>. (Lippincott)
- Veera, S. et al. (2025). “Exposición a la radiación, conocimientos y cumplimiento en cirugía urológica del tracto superior: Una revisión sistemática”. *Cureus*.
- Wan, R. C. W., et al. (2021). *Revista de Cirugía Ortopédica*, 29(3), 1–7.
<https://doi.org/10.1177/22104917211035547>. (Revistas Sage)
- Yamaji, M., Aoyama, T., et al. (2021). *JACMP*, 22(7), 226–237.
<https://doi.org/10.1002/acm2.13302>. (PMC)


ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto



Anexo 2. Cronograma de Actividades

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Revisión Bibliográfica y Elaboración protocolo.																
2.	Código de Inscripción V.Invest. USantander																
3	Sometimiento exención a CBIUSantander																
4	Búsqueda en basesde datos																
5	Compilación información Manual																
6	Elaboración Informe																
7	Sustentación trabajo de grado																

Anexo 4. Inscripción proyecto

	VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN	
	FR-VIE-05 Inscripción propuesta trabajo de grado	Fecha: 13-Ene-2022
	Versión:0.1	Página 1 de 1

INSCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO OPCIÓN A TRABAJO DE GRADO

1. Título del Proyecto:	Optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel.
2. Facultad	Facultad de Medicina
3. Programa o carrera:	Radiología e Imágenes diagnosticas
4. Unidad Ejecutora:	Universidad Santander
5. Director Técnico del Estudio:	Roberto Pérez
6. Asesor Metodológico del Estudio:	Margot Carillo
7. Investigador (es):	
7.1. Nombre:	Janeliz Arianny Ramos Rodriguez
7.2. Correo Electrónico:	jramos@mail.usantander.edu.pa
7.3. Número de teléfono:	66469064
7.4. Nombre:	Saray Raquel Rangel Sánchez
7.5. Correo Electrónico:	srangel@mail.usantander.edu.pa
7.6. Número de teléfono:	63305472
7.7. Nombre:	Olga Emperatriz Mootoo Rodriguez
7.8. Correo Electrónico:	Olqitamoot15@gmail.com
7.9 Celular	69406507
7.10. Nombre:	Melany Cristina Quintana Núñez
7.11. Correo Electrónico:	Melqn07@gmail.com
7.12. Número de teléfono:	62398088
7.13. Número de teléfono:	64786134
8. Duración del Proyecto:	5 meses
9. Fecha Probable de Inicio:	junio de 2025
10. Fecha Probable de Terminación:	octubre de 2025
11. Fecha de Aprobación de la Coordinación de Investigación:	25 de junio de 2025
12. Código del Proyecto:	LRID-2025-06-126
13. Firma del Decano o Coordinador Académico del Programa	
14. Firma del Coordinador o Vicerrector de Investigación	

Este Documento es material intelectual de Universidad Santander, y su uso sin aprobación tendrá implicaciones legales.

Anexo 5. Exención Comité Bioética



CBI-USantander-028-2025
Panamá, 15 de septiembre de 2025

Janeliz Arianny Ramos
Saray Raquel Rangel
Olga Emperatriz Mootoo
Melany Cristina Quintana
Investigadores Principales.

Ciudad. -
Respetados Investigadores:

Luego de revisada la información referente al protocolo: **“Optimización de medidas de protección radiológica para personal del salón de operaciones en hospitales de tercer nivel”**. Se estableció que el mismo por ser revisión bibliográfica no requiere aprobación regulatoria por parte de un comité de bioética.

La decisión obedece a que su estudio **NO** clasifica como una “Investigación con seres humanos”. Se considera que un proyecto de investigación clasifica como “Investigación con participantes humanos” cuando incluye: *“Cualquier actividad de ciencias sociales, biomédica, conductual o epidemiológica que involucre seres humanos e implique recopilación, análisis sistemático y/o uso de sus tejidos, sus muestras y sus datos individualmente identificables con el objeto de generar nuevos conocimientos”*.

Por lo anterior lo exhortamos a seguir adelante con su proyecto y mantener la presente nota disponible en caso de publicación.

Saludos y éxitos.

Dra. Nydia Flores Chiari.
Presidenta
CBI-USantander



NFCH/ngbf

Anexo 6. Carta y Diploma revisión profesor español



Anexo 7. Estrategia Informativa

Este tríptico ha sido diseñado con el propósito de exponer de manera clara y concisa la importancia de la optimización de las medidas de protección radiológica en el uso del arco en C dentro de los quirófanos de hospitales de tercer nivel en Panamá. A través de este material se destacan las deficiencias en la capacitación del personal, las limitaciones en la vigilancia dosimétrica y el uso parcial de equipos de protección, factores que representan un desafío constante para la seguridad ocupacional. La información presentada busca sensibilizar sobre los riesgos de la exposición a radiación ionizante y la necesidad de fortalecer la cultura de seguridad radiológica en el entorno hospitalario.

Asimismo, el tríptico enfatiza los hallazgos más relevantes obtenidos en el contexto clínico local, subrayando la brecha existente entre las normativas establecidas y la práctica cotidiana en sala de operaciones. Se resalta cómo la capacitación continua, el monitoreo sistemático y el uso completo de equipos de protección personal constituyen pilares fundamentales para reducir riesgos, mejorar la protección del personal de salud y garantizar procedimientos más seguros tanto para trabajadores como para pacientes.

De igual manera, este material pretende servir como una herramienta de apoyo académico y profesional que incentive la reflexión y el compromiso del personal sanitario hacia la adopción de mejores prácticas en radiología. Al presentar fortalezas y debilidades detectadas, se busca fomentar cambios en la conducta ocupacional, promover la adherencia a los protocolos internacionales y consolidar una cultura preventiva que priorice la protección del recurso humano, considerado esencial en la atención médica de alta complejidad.



Deficiencias en capacitación y cultura radiológica

- ✦ ¿Qué implica? El conocimiento del principio ALARA es general, pero su aplicación práctica es irregular.
- ✦ ¿Por qué surge del estudio? Un 55% del personal no recibió formación actualizada en protección radiológica en los últimos 2 años.
- ✦ ¿Cómo mejora el servicio? La capacitación regular crea conciencia sobre el riesgo invisible y fortalece la disciplina en quirófano.
- ✦ ¿Qué monitorear? Número de cursos anuales impartidos y asistencia efectiva del personal.

Limitaciones en la vigilancia dosimétrica

- ✦ ¿Qué implica? La dosimetría personal no siempre es obligatoria ni constante.
- ✦ ¿Por qué surge del estudio? Solo el 40% reportó uso sistemático de dosímetro durante procedimientos con arco en C.
- ✦ ¿Cómo mejora el servicio? Un monitoreo continuo permite ajustar protocolos, reducir riesgos y cumplir estándares internacionales.
- ✦ ¿Qué monitorear? Registro mensual de dosis ocupacionales y retroalimentación a cada trabajador expuesto.



Cumplimiento de Las medidas de protección radiológica para el uso del Arco en C en salones de operaciones de Hospitales de Tercer Nivel



AUTOR/ES:

Janeliz Arianny Ramos Rodríguez
Saray Raquel Rangel Sánchez
Olga Emperatriz Mootoo Rodríguez
Melany Cristina Quintana Núñez

DIRECTOR DEL TRABAJO:

Doctor Roberto Pérez

ASESOR METODOLÓGICO:

Margot Carrillo

Cumplimiento De Las Medidas De Protección Radiológica En El Uso Del Arco En C

El arco en C es una herramienta esencial en cirugías mínimamente invasivas, pero su uso implica exposición a radiación ionizante. Este tríptico presenta los hallazgos más relevantes sobre el cumplimiento de medidas de protección radiológica, resaltando fortalezas, debilidades y retos en hospitales panameños de tercer nivel.



¿Por qué es vital cumplir las medidas de protección?



Los quirófanos modernos con arco en C permiten procedimientos de alta precisión, pero exponen al personal y a los pacientes a radiaciones acumulativas



El estudio evidenció que, aunque se dispone de delantales plomados y biombos, menos del 50% del personal utiliza dosímetros y elementos de protección completos.



Esta brecha entre normativa y práctica refleja la necesidad de fortalecer la capacitación continua y la cultura de seguridad en radiología.



Uso parcial de equipos de protección personal

✦ ¿Qué implica? Chalecos plomados son empleados con frecuencia, pero gafas, collarín tiroideo y guantes plomados presentan bajo uso.

✦ ¿Por qué surge del estudio? El 68% del personal reconoció incomodidad como principal razón para no utilizarlos.

✦ ¿Cómo mejora el cumplimiento? Reduce la exposición en órganos radiosensibles y protege la salud ocupacional a largo plazo.

✦ ¿Qué monitorear? Porcentaje de personal que emplea EPP completo en cada procedimiento

LINK DE CANVAS

https://www.canva.com/design/DAGz2DisUSc/fbL6pgaVHuL-4D4Hymyu0A/edit?utm_content=DAGz2DisUSc&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

CÓDIGO QR

