

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría Profesional en Gestión del Riesgo de Desastres

**Análisis del Plan de Respuesta Nacional ante Desastres y propuesta
para la incorporación del componente de amenazas radiológicas**

Ximena Lucía Bastidas Pazmiño

Tutor: Santiago Tarapues Arcos

Quito, 2026



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Ximena Lucía Bastidas Pazmiño, autora del trabajo intitulado “Análisis del Plan de Respuesta Nacional ante desastres y Propuesta para la incorporación del componente de Amenazas Radiológicas”, mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos de Desastres en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 24 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

23 de febrero de 2026

Firma: _____

Resumen

El crecimiento urbano ha tenido un cambio en el paradigma de cómo las ciudades enfrentan amenazas latentes que se conjugan entre el aumento de la densidad poblacional, distribución y uso del territorio, recursos, desigualdad, entre otros. De la mano, surge la integración de nuevos riesgos sanitarios, ambientales, uso de combustibles, avance de la tecnología y la situación social y política de un país, lo que convierte a las ciudades en espacios en los que los riesgos evolucionan a paso acelerado. Esta constante evolución demanda una planificación estatal y sistemas activos frente a amenazas originadas por procesos industriales y tecnológicos que exponen a las sociedades. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la revisión de la estructura del Plan de Respuesta Nacional ante desastres de Ecuador, enfatizando la identificación de brechas significativas en su operatividad frente a amenazas radiológicas y la propuesta de una línea de procedimiento técnico que fortalezca su inclusión en el catálogo nacional de eventos.

Un elemento clave es el análisis de los marcos internacionales de Hyogo y Sendai, que marcan el accionar de los países frente a la Reducción de Riesgos de Desastres y las multi amenazas, en conjunción con la normativa internacional direccionada por el Organismo Internacional de Energía Atómica. De igual forma la aplicación de un análisis hermenéutico de entrevistas realizadas a expertos tanto de la parte gubernamental estratégica y operativa como el análisis de países como España y Brasil. Se concluye que es importante una actualización del Plan que incluya a las amenazas radiológicas dentro del catálogo de amenazas, inclusión de variables y construcción de escenarios y estrategias de trabajo conjunto liderado por la autoridad reguladora y las entidades estatales inmersas en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.

Palabras clave: multiamenazas, amenazas radiológicas, escenarios, plan de respuesta, desastres

Al Señor por bendecir mi vida y la Gracia Divina que acompaña mi existencia...
A mis hijitas por ser fuente de mi inspiración y la fuerza que acompaña a mi corazón...
A mi esposo por su amor, su apoyo incondicional y su mano amorosa....
A mis padres por sus bendiciones y amor que me cobija día a día...gracias por su
ejemplo.
A mis hermanos por estar siempre presentes en cada desafío y cada logro....
A mis nietos, la extensión de mi vida y mi alegría eterna...

Tabla de contenidos

Abreviaturas y siglas	11
Introducción.....	13
Capítulo primero: Enfoques teóricos de la Gestión de Riesgos de Desastres e 25	25
incorporación de amenazas en los marcos internacionales de acción	25
1. Componentes fundamentales de la gestión de riesgos.....	25
1.1. Identificación del riesgo	26
1.2. Prevención y mitigación	26
1.3. Preparación	26
1.4. Respuesta	27
2. Marco conceptual de las amenazas en el contexto nacional e internacional	28
2.1. Complejidad de las amenazas tecnológicas.....	29
2.2. Lecciones aprendidas de eventos radiológicos y tecnológicos.....	30
3. Análisis y contrastación de los marcos internacionales de la gestión de riesgos de desastres frente a las multi amenazas	31
3.1. Marco de Acción de Hyogo (2005-2015).....	32
3.2. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030)	32
4. Análisis contrastado de otros enfoques e iniciativas internacionales complementarias 33	
5. Enfoques teóricos de la vulnerabilidad y su relación con las amenazas tecnológicas35	
5.1. Enfoque físico de la vulnerabilidad	36
5.2. Teoría de los accidentes normales	36
5.3. Vulnerabilidad social.....	37
5.4. Gobernanza del riesgo y amplificación social.....	37
6. Enfoque actual del Ecuador frente a las amenazas tecnológicas	38
6.1. Articulación con organismos internacionales.....	39
6.2. Proyecto de Ley Orgánica de Energía Atómica del Ecuador: Implicaciones para la gestión de amenazas radiológicas.....	40
7. Convergencia normativa, técnica y estratégica para la inclusión de las amenazas radiológicas en la gestión de riesgos en Ecuador	42
Capítulo segundo: Estructura del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres de Ecuador	45

1. Estructura de los lineamientos estratégicos determinados en el Plan de Respuesta ante Desastres de amenazas	47
Capítulo tercero: Método, procedimiento y estructura de la investigación	51
1. Enfoque de la investigación	59
1.1. Enfoque cualitativo	59
2. Modalidad	61
3. Población y muestra	62
3.1. Muestra	62
Capítulo cuarto: Análisis de resultados	65
1. Análisis documental dirigido/ Análisis de discurso	65
2. Análisis comparativo de países	67
2.1. Análisis normativo por país	67
2.1.1 Brasil	67
2.1.2 España	68
2.1.3. Ecuador	69
Capítulo quinto: Propuesta de incorporación del componente de amenazas radiológicas en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres	91
1. Fundamento técnico	91
2. Objetivo general de la propuesta	92
3. Objetivos específicos	92
4. Principios para la incorporación del componente de amenazas radiológicas	92
5. Elementos de la propuesta	93
5.1. Caracterización del evento radiológico y tipologías de escenarios	93
5.2. Definición de roles y responsabilidades institucionales	93
5.3. Protocolos y procedimientos operativos específicos	94
5.4. Capacidades mínimas requeridas para la respuesta	94
5.5. Mecanismos de articulación interinstitucional	94
5.6. Entrenamiento, simulacros y mejora continua	94
5.7. Integración del componente radiológico en el Catálogo Nacional de Amenazas	95
6. Alcances y limitaciones de la propuesta	96
Conclusiones	99
Obras citadas	101

Abreviaturas y siglas

SCAN: Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares

SNGR: Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

UNISDR: Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

NRBQ: Nucleares, radiológicos biológicos

RDD: Dispositivos de dispersión radiológica

COE: Comité de Operaciones de Respuesta

ARCAL: Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe

ITDB: Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe

EUROPOL: Oficina Europea de Policía

GAD: Gobierno autónomo descentralizado

Introducción

La gestión del riesgo de desastres ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, transitando de un enfoque reactivo centrado en la respuesta, hacia una perspectiva integral que considera la reducción del riesgo como un proceso multidimensional. Esta evolución ha permitido ampliar la mirada sobre las amenazas que afectan a la sociedad, incluyendo tanto las de origen natural como las antrópicas o tecnológicas.

Las amenazas naturales como sismos, huracanes, inundaciones o erupciones volcánicas han sido tradicionalmente las más visibles y recurrentes, y han estructurado gran parte de los sistemas de preparación y respuesta a nivel mundial (Wisner 2004). Sin embargo, el contexto global contemporáneo ha evidenciado el creciente impacto de las amenazas antrópicas, entre las que se encuentran los accidentes industriales, los eventos químicos, biológicos, nucleares y radiológicos (NRBQ), así como los derivados del cambio climático inducido por el ser humano. (United Nations 2022) Estas amenazas tienen un origen distinto, pero pueden generar consecuencias iguales o más devastadoras que los fenómenos naturales, y con frecuencia están vinculadas a procesos de desarrollo, uso de tecnologías o fallas institucionales.

Desde la Gestión del Riesgo, tanto las amenazas naturales como las antrópicas son consideradas generadoras de riesgo en la medida en que interactúan con condiciones de vulnerabilidad social, ambiental e institucional. No es el evento en sí el que genera el desastre, sino la exposición de una sociedad sin la preparación adecuada para enfrentarlo (UNISDRR United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2017). En este sentido, los marcos internacionales como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030 reconocen explícitamente que los desastres no son “naturales”, sino la consecuencia de una combinación de amenazas, vulnerabilidades y falta de capacidades (UNDRR 2015). Por ello, este instrumento insta a los Estados a considerar todas las amenazas posibles naturales, tecnológicas y biológicas en sus políticas de reducción del riesgo.

A pesar de ello, en muchos países incluyendo a Ecuador, persiste un enfoque limitado que prioriza los desastres naturales sobre los tecnológicos o antrópicos, lo que genera vacíos en la planificación y preparación frente a estos últimos. Esta visión parcial limita la capacidad de anticipación del sistema de Gestión de Riesgos, y debilita la

respuesta ante amenazas emergentes o de baja frecuencia, pero alto impacto, como lo evidenció la pandemia por COVID-19 o los recientes accidentes industriales de gran magnitud.

En consecuencia, se vuelve fundamental analizar de manera crítica cómo se están abordando las distintas tipologías de amenazas desde los instrumentos de planificación y respuesta en los distintos contextos nacionales, y si existe un equilibrio entre la atención prestada a las amenazas naturales y las antrópicas. Esta reflexión permite sustentar la necesidad de avanzar hacia catálogos de amenazas más integrales y dinámicos, coherentes con la complejidad del riesgo en el mundo contemporáneo.

En función de una comprensión más amplia de las estrategias que aborda el Plan de Respuesta Nacional ante desastres, es importante señalar que el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos en Ecuador, está compuesto por varios actores e instituciones públicas y privadas, que mediante la formalización de los procesos estratégicos de activación, coordinación y respuesta a eventos de origen natural o antrópico determinados en el catálogo de amenazas del plan de respuesta ante desastres, se establecen los lineamientos de articulación en las operaciones encaminadas a proteger a la población, bienes materiales y el medio ambiente (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2018); sin embargo, este proceso está sujeto a varios factores limitantes relacionados a la capacidad de respuesta de las organizaciones en lo que concierne a los medios logísticos, organizativos y de procedimiento para el empleo de sus recursos y potencialidades de acuerdo al tipo de emergencia. Es así, que frente a la posibilidad de un desastre o emergencia, el Estado establece la movilización de sus recursos económicos, materiales y humanos a través de sus organismos estatales y la coordinación estratégica entre los mismos, orientados a proteger a la población afectada; bajo este contexto resulta de gran importancia analizar los lineamientos que se establecen en relación a la clasificación de riesgos y la necesidad de evidenciar un proceso de activación y respuesta oportuna para cada uno de ellos, determinando el tipo de amenazas como ecuación fundamental de dicha evaluación, determinación de variables y construcción de escenarios (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).

Por otra parte, es importante comprender que existe una clasificación amplia de situaciones de peligro resultantes de otras fuentes que no necesariamente están ligadas a las amenazas de la naturaleza, entendiéndose que Ecuador está ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico y su variada geografía presenta tipos de amenazas como: erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos de tierra, inundaciones, sequías, entre otros, sino

también se pueden caracterizar otro tipo de situaciones basadas en la cotidianeidad de las ciudades y el crecimiento urbano que anteceden procesos sociales que generan condiciones de riesgo como la violencia social o la aplicación de tecnologías que se han ido desarrollando en el tiempo por el avance de la ciencia en diversas áreas del conocimiento; de aquí parte la necesidad de estructurar escenarios de peligro que nos permitan evidenciar riesgos a los que la sociedad se enfrenta y minimizar los de baja categoría de probabilidad pero de alto impacto al ser materializados; es así que los desastres de origen antrópico – tecnológico, representan fallos en los procesos pre establecidos y complicaciones de actividades realizadas por el ser humano, entre las cuales destacamos; accidentes industriales, accidentes aéreos en zonas urbanas, procesos productivos de alta complejidad en el transporte y comercialización de materiales sensibles y productos peligrosos, contaminación de suelo, aire o agua, accidentes nucleares, uso de explosivos, fugas, pérdida de control de materiales sensibles, eventos que se pueden observar en situaciones de violencia o del crimen organizado, entre otros.

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 es un instrumento adoptado por la comunidad internacional con el objetivo de reducir significativamente el riesgo de desastres y las pérdidas causadas por ellos. Parte del análisis y categorización de las amenazas en relación con su origen, es entender que uno de los aspectos clave del marco es la comprensión del riesgo de desastres, lo cual implica un análisis y categorización detallada de las amenazas en relación con su origen, eje fundamental para una evaluación integral del riesgo, ya que permite diseñar estrategias específicas y multisectoriales, basándose en tres dimensiones clave: exposición, vulnerabilidad y características de las amenazas (ONU 2015). Este marco enfatiza que comprender el origen de las amenazas ayuda a evitar la creación de riesgos futuros. Por ejemplo, las actividades humanas que aceleran el cambio climático (origen antrópico) requieren políticas de mitigación ambiental, mientras que los desastres tecnológicos exigen regulaciones industriales más estrictas y específicas.

La categorización permite priorizar inversiones en reducción de riesgos, amenazas de evolución lenta (como sequías) necesitan planes a largo plazo, mientras que las súbitas (como tsunamis) requieren sistemas de alerta temprana (UNDRR 2015).

Si analizamos la contextualización de las prioridades que presenta el Marco de Sendai, estableceremos que la Prioridad 1 está enfocada a la comprensión del riesgo, lo que incluye mapear no solo la frecuencia e intensidad de las amenazas, sino también su interacción con factores socioeconómicos. Por ejemplo, un huracán (natural) tendrá

impactos distintos en comunidades con infraestructura deficiente (vulnerabilidad antrópica); por otra parte, la Prioridad 3 está relacionada a la inversión en resiliencia, haciendo una distinción entre amenazas biológicas y tecnológicas, orientada a la asignación de fondos: hospitales modulares para pandemias vs. actualizaciones de plantas industriales para prevenir fugas químicas. (UNDRR 2015)

Este enfoque multidimensional, respaldado por los 38 indicadores del Marco, asegura que las estrategias de reducción de riesgos sean inclusivas y adaptadas a contextos locales, contribuyendo a las metas globales de reducir mortalidad, afectación económica y daños a infraestructuras críticas.

El análisis y categorización de amenazas según su origen permite una gestión del riesgo más eficaz, proactiva e integral, alineada con los principios del Marco de Sendai. Facilita el diseño de estrategias diferenciadas, optimiza recursos, mejora la coordinación institucional y fortalece la capacidad de las comunidades para enfrentar futuros desastres.

Consecutivamente resulta de gran importancia señalar que en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, se establece que las prácticas de reducción del riesgo de desastres deben partir desde la identificación y evaluación del riesgo a las amenazas múltiples lo cual conlleva identificar escenarios de peligro que provengan de diversas actividades tecnológicas como es el caso de operaciones sensibles en la utilización, transporte y almacenamiento de agentes químicos, biológicos, radiológicos y nucleares (ONU 2015).

La industria moderna experimenta un crecimiento constante en la potencia de sus instalaciones para mejorar su rendimiento, lo que incrementa la complejidad y el riesgo tecnológico, especialmente en contextos de urbanización no planificada. La gestión del riesgo tecnológico ha evolucionado, considerando no solo la reducción del riesgo, sino también la participación social y la búsqueda de acuerdos para manejar los impactos.

La evaluación del riesgo implica analizar las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales de fallos o accidentes tecnológicos, así como la vulnerabilidad de las comunidades afectadas.

La identificación de la vulnerabilidad requiere analizar las amenazas presentes en un escenario específico, ya que no hay vulnerabilidad sin amenaza. Es esencial adoptar un enfoque de multi amenazas para detectar peligros, vulnerabilidades y sus factores comunes. La respuesta de un territorio ante eventos catastróficos depende de sus características internas, dando lugar a una vulnerabilidad intrínseca influida por factores sociales como edad, educación, género, etnia o nivel económico. En los países en

desarrollo, la vulnerabilidad social suele ser la base de la vulnerabilidad física y se mantiene de forma constante, a diferencia de las amenazas que son eventos puntuales. Por ello, es clave comprender la percepción del riesgo y los factores culturales y organizativos que afectan su gestión (Maure Lissette 2017).

Dentro de este subgrupo tomaremos específicamente las amenazas antrópicas de origen tecnológico – radiológico o nuclear, temario que representa el caso de estudio del presente análisis y propuesta, dada su particularidad en el manejo del riesgo.

La tecnología nuclear está experimentando un avance importante a nivel global, impulsado tanto por la necesidad de energía limpia como por la innovación en nuevos tipos de reactores y aplicaciones industriales y médicas.

La tecnología nuclear tuvo un desarrollo fuerte desde mediados del siglo XX y ha continuado avanzando en distintas áreas con aplicaciones que van más allá de la energía, sino también el desarrollo de múltiples aplicaciones nucleares en distintas áreas del conocimiento y que se detallan a continuación:

Para la producción de electricidad, la energía nuclear genera aproximadamente el 10% de la electricidad mundial. Más de 420 reactores están activos en 31 países, y se espera un crecimiento anual del 3% hasta 2026, con Asia —especialmente China— liderando la expansión (Energies Media 2025).

En lo que concierne a la medicina, la tecnología nuclear es fundamental en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Un tercio de los pacientes en países desarrollados recibe algún procedimiento radiológico o terapéutico nuclear. Se utilizan isótopos radiactivos para imágenes médicas (como la tomografía por emisión de positrones) y para tratamientos oncológicos (Foro Nuclear s. f.).

De otra parte, en la industria, la tecnología nuclear se emplea en la exploración petrolera y de gas, control de calidad en construcción (medición de densidad y humedad de materiales), producción de materiales avanzados y esterilización de equipos médicos y alimentos (Foro Nuclear s. f.).

En la agricultura, se utiliza para mejorar semillas, controlar plagas y conservar alimentos mediante irradiación (Foro Nuclear s. f.).

En el mismo contexto, la radiación se aplica para tratar aguas residuales, residuos industriales y gases contaminantes, ofreciendo soluciones eficientes para la gestión ambiental (China National Nuclear Corporation, 2024).

Finalmente, en otras aplicaciones, los isótopos nucleares se emplean en relojes atómicos, baterías para sondas espaciales, investigación científica y desarrollo de nuevas tecnologías para la exploración espacial (China National Nuclear Corporation, 2024).

La inclusión de la amenaza radiológica en los sistemas de Defensa Civil y Gestión de Riesgos se caracteriza por su integración en marcos multi riesgo, la adopción de normas internacionales, la cooperación entre agencias y la preparación continua a través de capacitación y simulacros. Esta integración permite una respuesta más eficaz y coordinada ante incidentes radiológicos, protegiendo tanto a la población como al medio ambiente (OIEA, 2009).

En Ecuador, predominan las aplicaciones médicas que emplean radiaciones ionizantes. En segundo lugar, se encuentran los usos industriales, que abarcan actividades que, según Carrasco (2016, 3) son “la calibración de detectores, los procedimientos de dosimetría, la instalación y el mantenimiento de equipos, las pruebas de hermeticidad y la gestión de desechos radiactivos”. Asimismo, se desarrollan prácticas vinculadas con la investigación, la docencia, la seguridad radiológica, la medicina veterinaria y otras aplicaciones especializadas; la entidad estatal responsable del control y la regulación de estas actividades es la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), adscrita al Ministerio de Energía y Minas. Este organismo fue creado mediante el Decreto Ejecutivo No. 978, emitido el 25 de marzo de 2008, a través del cual se dispuso la fusión de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEAA), cuya misión es “Proponer y coordinar la implementación de legislación, políticas y estrategias en el ámbito de la energía atómica, mediante la elaboración de planes, programas y proyectos tendientes a desarrollar y controlar su uso pacífico a nivel nacional, así como gestionar la cooperación técnica y la aplicación de las técnicas nucleares y conexas” (Ecuador Ministerio de Energía y Minas s. f.).

Por lo que antecede, es importante señalar la importancia de contar con estrategias que dimensionen el accionar del Estado frente a las amenazas, partiendo de la prevención, mitigación, preparación y respuesta desde el mejoramiento de los procesos de activación con base en la Gestión Integrada del Riesgo y desde la claridad en que se conjugan dichos lineamientos bajo el análisis del tipo de riesgo al que se puede enfrentar la población expuesta.

La pregunta central de la investigación es la siguiente: ¿Permite el Plan de Respuesta Nacional ante desastres responder a un evento radiológico? Y las preguntas directrices de investigación son ¿el plan de respuesta nacional ante desastres aborda

dentro de los eventos peligrosos las amenazas radiológicas de acuerdo con escenarios y variables?; ¿es necesario integrar las amenazas radiológicas en las categorizaciones establecidas del plan de respuesta nacional ante desastres frente a eventos de peligro?; ¿bajo qué línea base se podrá identificar los procesos de preparación y respuesta que se aplican en países seleccionados como casos de estudio internacional y sus líneas de organización?

El objetivo general de este trabajo es analizar el Plan de Respuesta Nacional ante Desastres, a fin de determinar su pertinencia ante el proceso de prevención, preparación y respuesta frente a eventos de peligro que incluyen amenazas radiológicas. Para facilitar el cumplimiento de este fin, además, se plantean los siguientes objetivos específicos: 1. Caracterizar el Plan Nacional de respuesta que contiene los lineamientos estratégicos establecidos para los eventos de peligro de acuerdo con los escenarios y variables planteadas, así como el análisis de las amenazas y vulnerabilidades. 2. Identificar si se incluyeron los sucesos radiológicos dentro de las amenazas antrópicas de origen tecnológico, desarrolladas en el documento en estudio y sus fundamentos de acción. 3. Realizar un análisis comparativo de los procesos de preparación y respuesta que se aplican en países seleccionados como casos de estudio internacional, determinando los mecanismos organizativos que los Estados aplican para enfrentar este tipo de amenazas y la información existente para el efecto. 4. Elaborar una propuesta para la incorporación del componente de amenazas radiológicas en dicho instrumento.

5. Justificación.

El análisis del Plan de Respuesta Nacional ante Desastres de Ecuador nos permitirá establecer los mecanismos fundamentales que permitan dar el primer paso a una gestión integral del riesgo, acorde a las amenazas actuales y emergentes. Este documento de planificación estatal representa el instrumento estratégico y operativo más relevante del país para coordinar la preparación y respuesta frente a eventos adversos, y por ello, su revisión crítica permite identificar vacíos, oportunidades de mejora y áreas que requieren actualización o fortalecimiento.

Analizar el plan vigente permite evaluar si existen mecanismos adecuados de respuesta ante este tipo de amenazas, identificar brechas en las capacidades técnicas, logísticas y de coordinación interinstitucional, y proponer la incorporación de nuevas amenazas dentro de su catálogo existente. Además, favorece la armonización con estándares internacionales como los promovidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de

Desastres, que promueven una visión multi amenaza y la incorporación de riesgos tecnológicos.

La importancia de analizar el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres e incluir las amenazas radiológicas en su catálogo, se fundamenta en cuatro ejes críticos, respaldados por evidencia técnica y experiencias internacionales:

- Complejidad evolutiva de las amenazas: el plan actual en Ecuador identifica principalmente riesgos geológicos y climáticos (sismos, erupciones volcánicas, inundaciones). Sin embargo, las amenazas radiológicas representan un vacío estratégico, pese a su potencial impacto transnacional. Los dispositivos de dispersión radiológica (RDD) son identificados como herramientas probables para el terrorismo moderno, con capacidad para contaminar áreas urbanas y generar crisis sanitarias prolongadas (Sierra 2024).
- Lecciones de emergencias históricas: la experiencia internacional demuestra que la preparación específica reduce consecuencias:
 - *Chernóbil (1986) Ucrania*: ocurrido el 26 de abril de 1986 en la entonces República Socialista Soviética de Ucrania, constituye uno de los eventos más graves en la historia de la tecnología nuclear. La explosión del reactor número 4, provocada por una combinación de deficiencias de diseño y errores operativos durante una prueba de seguridad, generó una liberación masiva de radionúclidos hacia la atmósfera. Las consecuencias trascendieron el ámbito técnico, afectando profundamente a miles de personas expuestas a la radiación, comunidades desplazadas y vastas extensiones de territorio contaminado. Según el Organismo Internacional de Energía Atómica, las muertes directas confirmadas por síndrome de radiación aguda fueron limitadas en número; sin embargo, el impacto sanitario a largo plazo incluyó un incremento significativo de cáncer de tiroides, especialmente en niños y adolescentes expuestos al yodo-131. (OIEA 2006; OMS 2006).
 - *Fukushima (2011) Japón*: El accidente nuclear de Fukushima Daiichi, desencadenado el 11 de marzo de 2011 tras un terremoto de magnitud 9.0 y el posterior tsunami en Japón, evidenció la compleja interacción entre amenazas naturales extremas y riesgos tecnológicos. La pérdida total de suministro eléctrico y la falla de los sistemas de enfriamiento condujeron a fusiones parciales del núcleo en varios reactores, acompañadas de

liberaciones radiactivas controladas y no controladas. Más allá de los aspectos técnicos, el desastre implicó evacuaciones masivas, alteraciones sociales prolongadas y efectos psicológicos significativos en la población afectada. Las evaluaciones internacionales concluyeron que no se registraron muertes inmediatas atribuibles a la exposición radiológica aguda en la población general, aunque se establecieron rigurosos programas de vigilancia sanitaria y ambiental debido a la incertidumbre inherente a los efectos estocásticos de la radiación (OIEA 2015; UNSCEAR 2013)

- *Goiania (1987) Brasil*: El accidente radiológico de Goiânia, representa uno de los incidentes más significativos asociados a fuentes radiactivas fuera del ámbito de instalaciones nucleares. La manipulación inadvertida de una fuente sellada de cesio-137 procedente de un equipo de radioterapia abandonado desencadenó un proceso de contaminación que afectó a personas, viviendas y espacios urbanos. La naturaleza invisible de la radiación y el desconocimiento del peligro contribuyeron a la propagación del material radiactivo, generando consecuencias sanitarias graves, incluyendo casos de síndrome de radiación aguda y fallecimientos. Este evento puso de manifiesto la relevancia de la seguridad física, el control regulatorio y la comunicación del riesgo en contextos médicos y urbanos, así como la necesidad de fortalecer la cultura de protección radiológica. (OIEA 1988).

Los casos presentados representan una pequeña muestra de situaciones de emergencia que el mundo ha atravesado a través del tiempo en diferentes lugares del planeta y por distintas circunstancias sean estas de origen nuclear o radiológico, por lo que así nace la necesidad de disponer de protocolos especializados que permitan obtener una evaluación radiológica inmediata, manejo de zonas de exclusión y comunicación efectiva de riesgos a la población.

- Alineación con estándares internacionales, experiencia de otros países y buenas prácticas.
 - Criterios operativos.
 - Integración con sistemas de emergencia convencionales.
 - Programas de ejercitación periódica con simulacros.

- Vulnerabilidades institucionales identificadas.

El terremoto de 2016 en Ecuador puso en evidencia varias debilidades en la coordinación interinstitucional, que afectaron la eficacia de la respuesta y recuperación. A continuación, se detallan algunos de los principales aspectos:

- *Falta de articulación entre niveles de gobierno:* el Gobierno central, gobiernos provinciales y municipales no lograron una coordinación fluida. En muchos casos, las decisiones se tomaron de manera centralizada, limitando la capacidad de acción local.

Algunas autoridades locales no tenían claros sus roles o carecían de planes de emergencia actualizados y recursos para actuar rápidamente (Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador 2016).

- *Débil comunicación entre instituciones:* las instituciones responsables de la Gestión de Riesgos, salud, infraestructura y asistencia social no siempre compartían información en tiempo real, lo que generó duplicidad de esfuerzos y descoordinación.

Hubo casos en que organismos de socorro llegaban a zonas ya atendidas, mientras que otras permanecían sin ayuda (CEPAL 2016).

- *Limitaciones del COE (Comité de Operaciones de Emergencia):* aunque los Comités de Operaciones de Emergencia (COE) se activaron tanto a nivel nacional como territorial, la respuesta enfrentó importantes desafíos. A escala local, las instituciones carecían de protocolos claros y de sistemas de comunicación eficientes, lo que dificultó la coordinación entre autoridades y organizaciones involucradas. Estas debilidades generaron demoras en la toma de decisiones y afectaron la eficacia de la respuesta inicial, poniendo en evidencia la necesidad de fortalecer la preparación y la articulación interinstitucional para futuras emergencias (Sánchez y Simbaña 2024).
- *Participación de la sociedad civil y organizaciones internacionales:* muchas ONG y actores internacionales ofrecieron ayuda, pero no siempre se integraron al sistema oficial de respuesta, lo que provocó dispersión de recursos. La falta de un marco de coordinación humanitaria robusto dificultó aprovechar al máximo el apoyo externo (UNDRR 2018).
- *Problemas logísticos y de transporte:* hubo cuellos de botella en la entrega de ayuda humanitaria debido a la falta de rutas de acceso o al colapso de

infraestructuras clave. En varias zonas, la ayuda llegó con retrasos considerables debido a la falta de coordinación entre instituciones logísticas (Báez 2018).

Por tanto, realizar este análisis no solo responde a una necesidad técnica y estratégica, sino que también es un compromiso con la seguridad nacional, la protección de la población y la sostenibilidad del desarrollo.

El Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, representa el primer referente oficial de las acciones de respuesta frente a la ocurrencia de un evento sea este de carácter natural o antrópico, permitiendo la organización efectiva interinstitucional en función de las competencias de cada estamento que forma parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, de la optimización en el tiempo de respuesta y de los recursos a ser empleados; consecutivamente en este caso específico, la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Energía, dispone de un Plan Nacional de Emergencias Radiológicas (Plan RAD) que constituye el referente técnico de preparación y respuesta hacia este tipo de situaciones y la gestión coordinada entre las instituciones estatales a nivel local y nacional o transfronteriza, así como organizaciones internacionales en el caso del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Organización Panamericana de la Salud, entre otros; sin embargo, es importante señalar que no existe una sincronía entre la aplicación del Plan RAD consecutivamente de la aplicación del Plan de Respuesta Nacional ante Desastres, evidenciando que el componente específico de amenazas radiológicas no se encuentra inmerso en el catálogo de eventos peligrosos relacionados con emergencias y desastres, así como la falta de descripción de otro tipo de escenarios y variables que evidencien un tipo de evento de esa naturaleza, sus particularidades y determinación de la respuesta. Partiendo de este punto, es importante señalar que en Ecuador han existido incidentes que han involucrado la pérdida y robo de equipamiento que ha contenido una fuente radiactiva como es el caso del último incidente ocurrido con la sustracción de un densímetro nuclear perteneciente a la Universidad Salesiana en la ciudad de Quito el 6 de noviembre del 2019¹, evento en el cual, desde la experiencia personal y profesional, evidenció la falta de coordinación y estrategias de preparación y respuesta efectiva entre las instituciones intervinientes, en virtud de que un tipo de emergencia de esta índole, requiere una base sólida sobre las estrategias operativas a aplicar y la planificación preparatoria a estos incidentes.

¹ <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/robo-fuente-radioactiva-ups-energia.html>

El presente estudio investigativo determina la gran importancia que tiene, el identificar qué componentes, escenarios y variables se deben emplear en el proceso de activación de una emergencia radiológica dentro del Plan de Respuesta Nacional ante Desastres, para consecutivamente establecer un diagnóstico de las estrategias que países seleccionados como casos de estudio internacional, establecen para articular los sistemas de Protección Civil de los Estados frente a amenazas nucleares y radiológicas, evaluación que servirá de base para la aplicación de un enfoque graduado con la integración de dicho componente en los procesos conductuales de preparación y respuesta de las instituciones estatales inmersas en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador y la simbiosis entre la planificación estatal, llevando a reducir el nivel de riesgo radiológico y el establecimiento de un flujo de procedimientos a seguir por parte de los organismos del Estado bajo una coordinación efectiva.

El trabajo de investigación se enfocará en analizar el proceso de preparación y respuesta a través de los lineamientos estratégicos determinados en el Plan de Respuesta ante Desastres versus los procesos de activación de 2 países como son Brasil y España, así como un experto de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador, un experto de la Subsecretaría de Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, un experto en explosivos del Grupo de Intervención y Rescate de la Policía Nacional y un experto operativo en manejo de materiales peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito; esta investigación se llevará a cabo la herramienta de entrevistas con el uso de herramientas tecnológicas y medios de comunicación virtual, uso de redes sociales, entre otros. Lo que permitirá desarrollar la base informativa para la aplicación de la metodología de investigación.

Capítulo primero

Enfoques teóricos de la Gestión de Riesgos de Desastres e incorporación de amenazas en los marcos internacionales de acción

El presente capítulo establece los fundamentos conceptuales y normativos que sustentan el análisis de la Gestión de Riesgos de Desastres con las amenazas antrópicas de origen tecnológico, con especial énfasis en las amenazas radiológicas. Se justifica en la necesidad de comprender cómo los marcos teóricos e internacionales han evolucionado para integrar un enfoque multi amenaza que reconozca la complejidad de los riesgos contemporáneos, más allá de los fenómenos naturales tradicionales.

En el contexto de esta investigación, el marco teórico tiene un doble propósito: por un lado, contrastar los enfoques teóricos en la Gestión del Riesgo, sus componentes, análisis y ubicación de teorías que se interrelacionan por distintos autores y teorías, por otra parte, presentar los marcos internacionales de referencia que orientan las políticas de reducción del riesgo de desastres a nivel global y regional. A través de esta revisión, se establecerá la base para evaluar la pertinencia y suficiencia del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres de Ecuador respecto a la inclusión de amenazas radiológicas.

Para ello, se ha realizado una revisión documental y normativa, tomando como fuentes principales las directrices del Marco de Sendai (2015–2030), los reportes de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres y otras iniciativas internacionales complementarias, así como literatura especializada en Gestión de Riesgos, como tipologías de amenazas, estudio de la vulnerabilidad, capacidad y experiencias internacionales en el manejo de eventos tecnológicos y radiológicos, y documentos vinculantes a nivel internacional del Organismo Internacional de Energía Atómica.

1. Componentes fundamentales de la gestión de riesgos

La Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso continuo, articulado e integral, orientado a reducir la vulnerabilidad y fortalecer las capacidades de los sistemas sociales ante amenazas de distinta naturaleza. Aunque su estructura ha sido ampliamente estandarizada por organismos internacionales, su interpretación teórica presenta matices importantes según la escuela o autor que la aborde. A continuación, se presentan los

cuatro componentes fundamentales de la Gestión de Riesgos desde una perspectiva contrastante y analítica.

La gestión de riesgos se articula en torno a cuatro componentes interrelacionados:

1.1. Identificación del riesgo

La identificación del riesgo implica reconocer las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad existentes en un territorio. Para autores como Lavell 2000, este componente no puede limitarse a la recolección de datos o mapeo físico, sino que debe abordar los procesos sociales y políticos que construyen el riesgo. En esa línea, la identificación se convierte en una herramienta crítica para evidenciar relaciones de poder, desigualdad y exclusión (Lavell Allan 2000).

Desde una perspectiva más técnica, Cardona (2003) propone sistemas de indicadores de riesgo como instrumentos para objetivar esta etapa, buscando cuantificar y comparar riesgos a nivel territorial (Cardona Omar D 2003). No obstante, ambos enfoques coinciden en que identificar el riesgo no está basado solo en una medición, sino también en interpretar estructuras de fragilidad histórica, institucional y cultural.

1.2. Prevención y mitigación

Este componente busca evitar la ocurrencia de desastres o reducir sus efectos probables. Wisner et al. (2004) señalan que la prevención efectiva no es posible sin una transformación estructural de las condiciones sociales que generan vulnerabilidad. (Ben Wisner 2004). Desde esta mirada, prevenir no es solo construir infraestructuras resistentes, sino también reducir la pobreza, mejorar el acceso al suelo seguro y fortalecer la equidad.

Por su parte el Marco de Sendai define la mitigación como el conjunto de acciones correctivas y prospectivas para reducir el riesgo. En este sentido, se reconocen dos vías: una orientada al fortalecimiento estructural (obras, normas) y otra enfocada en la planificación del desarrollo (UNDRR 2015). Esta doble vía implica un enfoque sistémico, que vincula lo técnico con lo político y lo ético.

1.3. Preparación

La preparación se asocia con el fortalecimiento de capacidades institucionales, comunitarias e individuales para enfrentar posibles eventos adversos. Desde una visión práctica, Alexander David plantea que la preparación implica: protocolos, simulacros,

entrenamiento y sistemas de alerta temprana, entre otros. (Alexander David 2002) Sin embargo, autores como Maskrey Andrew critican una visión meramente operativa, y proponen que la verdadera preparación surge cuando las comunidades integran y adaptan la gestión del riesgo como parte de su cultura (Maskrey Andrew 1993).

En el caso de Ecuador, esta dimensión enfrenta desafíos vinculados a la falta de institucionalidad, escasa educación comunitaria en gestión de riesgos y debilidad en la articulación territorial.

1.4. Respuesta

La respuesta es el conjunto de acciones desplegadas inmediatamente tras el impacto de una amenaza. Para el organizador Enrico Quarantelli, una respuesta efectiva no puede improvisarse, sino que es el reflejo de una estructura institucional bien diseñada y ensayada. Subraya que una gestión eficaz de desastres no puede depender de reacciones espontáneas o improvisadas ante la crisis; en cambio, debe construirse sobre una planificación detallada y organizada. Señala que la preparación adecuada implica no solo la existencia de planes escritos, sino también su ensayo regular mediante ejercicios y simulacros, la asignación clara de responsabilidades interinstitucionales, y la inclusión explícita de posibles amenazas dentro del sistema de gestión. Esta anticipación estratégica permite que la respuesta se realice con precisión y rapidez, reduciendo la improvisación y elevando significativamente la eficacia de las acciones en situaciones de emergencia. (Quarantelli 1997) En contraste, desde una visión más crítica, autores como el profesor Benigno Aguirre sostienen que la respuesta es también el escenario donde se visibiliza el fracaso previo del sistema para reducir el riesgo, la etapa de respuesta ante desastres cumple una función reveladora: más allá de representar la actuación efectiva frente a una crisis, expone con claridad las carencias previas del sistema en términos de reducción del riesgo. En este sentido, la respuesta no solo gestiona los impactos inmediatos, sino que pone en evidencia la fragilidad o vacíos en la planificación, la prevención y la adaptación institucional. Cuando los mecanismos de mitigación y preparación resultan insuficientes, las acciones de emergencia se perciben entonces como reactivas, improvisadas, y reflejan la imposibilidad de anticiparse a la amenaza. Así, la respuesta actúa como una ventana que muestra, de manera tangible, las consecuencias de una prevención deficiente, indicando dónde y cómo el sistema no logró reducir la vulnerabilidad antes del evento. La efectividad de la respuesta, por tanto, no puede evaluarse solo desde lo que ocurre

durante la crisis, sino también, y sobre todo, por lo que deja al descubierto en la estructura misma del sistema de Gestión del Riesgo (Aguirre 2004).

Este enfoque enfatiza que la respuesta no debe ser vista como un "fin en sí mismo", sino como un eslabón más en la cadena de aprendizaje, responsabilidad y transformación social que debe guiar la Gestión.

Estos elementos forman parte de un ciclo continuo, en el que la retroalimentación entre etapas permite fortalecer la capacidad adaptativa del sistema ante futuras amenazas, una Gestión de Riesgos efectiva, requiere la integración de estos componentes, participación de la comunidad y la coordinación interinstitucional para lograr una reducción de riesgos sostenible, así como una respuesta eficiente ante una amenaza. (UNDRR 2019).

2. Marco conceptual de las amenazas en el contexto nacional e internacional

El análisis de amenazas se convierte entonces en una herramienta estratégica, ya que permite a los tomadores de decisiones priorizar recursos, planificar intervenciones sectoriales y fomentar la preparación institucional. Las amenazas pueden clasificarse en naturales, socio-naturales, tecnológicas y antrópicas intencionales (Cardona 2001). Desde el punto de análisis de las amenazas antrópicas de origen tecnológico que incluye las amenazas radiológicas, ha cobrado relevancia con el crecimiento de las aplicaciones nucleares en distintas áreas del conocimiento y el transporte de materiales peligrosos.

Uno de los marcos internacionales más influyentes en la consolidación de la Gestión de Riesgos, es el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, que enfatiza el papel de la información científica, la institucionalidad pública, el involucramiento comunitario y la planificación basada en evidencia para prevenir nuevas amenazas o reducir las existentes (UNDRR 2015). Según lo que estipula el Marco, debe promover la resiliencia, entendida como la capacidad de resistir, adaptarse y recuperarse de los impactos adversos, ya sean estos repentinos o progresivos.

En el caso del Ecuador, la institucionalización de la Gestión de Riesgos ha sido impulsada principalmente a través del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión del Riesgo, amparado por la Ley Orgánica de Gestión de Riesgos y Desastres. El sistema reconoce la necesidad de un enfoque interinstitucional y territorial para la gestión de amenazas, incluyendo aquellas que tradicionalmente han sido excluidas como las de origen tecnológico o radiológico.

Sin embargo, los marcos normativos y operativos como el Plan Nacional de Respuesta Nacional ante Desastres aún presentan vacíos respecto a la inclusión de todas las amenazas posibles, considerando que su fundamento está enfocado a ser un plan multi amenaza, lo cual representa un desafío tanto para la preparación nacional como para la protección de la población ante nuevos escenarios de riesgo. Esta situación subraya la importancia de fortalecer la Gestión de Riesgos desde un enfoque de riesgo múltiple, integral y adaptado al contexto tecnológico y científico actual.

2.1. Complejidad de las amenazas tecnológicas

Una amenaza es cualquier fenómeno físico, químico, biológico o tecnológico con el potencial de causar daño a la vida humana, bienes materiales o el medio ambiente (UNISDR 2009). El enfoque de multi - amenazas considera la coexistencia de múltiples peligros, su interacción y sus efectos acumulativos. Este enfoque, promovido por organismos internacionales como Naciones Unidas y el Banco Mundial, permite planificar de forma más realista y eficaz en contextos complejos. (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery 2016)

Las amenazas tecnológicas presentan características que las diferencian de las amenazas naturales:

- Baja frecuencia, pero alto impacto: muchos eventos tecnológicos son raros, pero sus consecuencias pueden ser catastróficas, como se evidenció en Chernóbil (1986) o Fukushima (2011), los mismos que presentaron una combinación de malas decisiones operativas, fallos en la ingeniería de las instalaciones y en los sistemas de la planta nuclear. (Organismo Internacional de Energía Atómica 1992) (Organismo Internacional de Energía Atómica 2015).
- Alta dependencia de sistemas humanos: el riesgo se deriva directamente del uso, operación o fallos en tecnología desarrollada por el ser humano (Perrow 1999).
- Efectos en cascada: estas amenazas pueden activar otras crisis simultáneamente, como ocurrió con el terremoto–tsunami–crisis nuclear en Japón en 2011 (Blaikie Piers 2004).
- Alto nivel de incertidumbre: la falta de datos, protocolos específicos o experticia institucional puede dificultar su evaluación y manejo.

Por estas razones, muchos países han comenzado a adoptar estrategias específicas para el tratamiento de amenazas tecnológicas dentro de sus políticas de Gestión de Riesgos, y los marcos internacionales recientes insisten en su inclusión dentro del enfoque integral de reducción de riesgos.

2.2. Lecciones aprendidas de eventos radiológicos y tecnológicos

Diversos eventos han puesto en evidencia la necesidad de una preparación específica ante amenazas tecnológicas:

- Bhopal, India (1984): fuga de isocianato de metilo en una planta de pesticidas dejó más de 15.000 muertos. Fue causado por negligencia industrial y ausencia de protocolos de emergencia.
- Chernóbil, Ucrania (1986): la explosión del reactor nuclear 4 evidenció graves fallas de diseño, ausencia de medidas de contención y falta de comunicación oportuna con la población.
- Fukushima, Japón (2011): combinación de terremoto, tsunami y crisis nuclear mostró los límites de los planes enfocado a un solo tipo de amenaza o escenario de riesgo. Se reveló la necesidad de estrategias multi amenaza, sistemas de alerta temprana integrados y comunicación de riesgos.
- Deepwater Horizon, Golfo de México (2010): explosión de una plataforma petrolera provocó el mayor derrame de crudo en mar abierto en la historia de EE. UU., afectando profundamente ecosistemas y economías locales.

Estos casos han motivado reformas regulatorias, mejoras en la gestión del conocimiento y el establecimiento de estándares internacionales en seguridad tecnológica, muchos de ellos impulsados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)² y la Comisión Europea.

Frente a las experiencias internacionales a través del tiempo, la coexistencia de múltiples amenazas en un mismo territorio y la posibilidad de su interacción demanda un enfoque multi amenaza, que permita:

² En materia de gestión de riesgos, la OCDE proporciona marcos normativos, estudios comparativos y recomendaciones para fortalecer las capacidades nacionales en prevención, preparación, respuesta y recuperación ante desastres de todo tipo, incluyendo aquellos originados por tecnologías peligrosas. Reconociendo la creciente complejidad de las amenazas modernas, la OCDE ha ampliado su enfoque para incluir explícitamente los riesgos químicos, biológicos, radiológicos y nucleares (QBRN) dentro de sus análisis y estrategias de resiliencia.

- Evaluar riesgos de forma holística.
- Priorizar recursos e intervenciones en escenarios complejos.
- Evitar respuestas fragmentadas o insuficientes.
- Integrar amenazas emergentes como las radiológicas, biológicas o digitales.

El Marco de Sendai es claro en señalar que todos los niveles de gobierno deben considerar todas las amenazas, incluidas las de origen tecnológico y antrópico, para alcanzar una reducción efectiva del riesgo (ONU 2015).

3. Análisis y contrastación de los marcos internacionales de la gestión de riesgos de desastres frente a las multi amenazas

El entendimiento y bordaje de las amenazas dentro del campo de la reducción del riesgo de desastres ha experimentado transformaciones relevantes durante las últimas décadas. Así, se ha transitado desde aproximaciones focalizadas en peligros aislados hacia enfoques integrales que consideran la naturaleza sistémica del riesgo, así como las múltiples interacciones y factores que lo configuran. Esta transición responde al creciente reconocimiento de que los desastres no son únicamente el resultado de fenómenos naturales, sino de la interacción de múltiples factores, entre ellos las condiciones de vulnerabilidad, la exposición y la dinámica sistémica de las amenazas.

En este proceso de maduración conceptual, los marcos internacionales han desempeñado un papel clave. El Marco de Acción de Hyogo (2005-2015) representó un hito al establecer un marco común de acción para gobiernos, organismos internacionales y sociedad civil, orientado a fortalecer las capacidades institucionales y promover la integración de la reducción del riesgo de desastres en las políticas de desarrollo. Sin embargo, su tratamiento de las amenazas fue en gran medida sectorial y orientado a eventos individuales, con una limitada incorporación explícita del enfoque multi amenaza. (UNISDR 2005).

Por su parte, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030) supuso un cambio de paradigma al reconocer la naturaleza sistémica de los riesgos e integrar de manera explícita el enfoque multi amenaza como principio rector. Esta evolución refleja la necesidad de gestionar amenazas interrelacionadas (naturales, tecnológicas, biológicas y radiológicas) que pueden generar impactos en cascada y requieren sistemas de alerta temprana integrados, interoperabilidad de datos y coordinación intersectorial (UNDRR 2015).

El análisis contrastado entre Hyogo y Sendai permitirá evidenciar no solo la ampliación conceptual y metodológica del abordaje de amenazas, sino también la oportunidad de incorporar amenazas poco visibilizadas, como las radiológicas, dentro de los catálogos nacionales y los planes de respuesta, fortaleciendo así la resiliencia y la gobernanza del riesgo a nivel nacional.

3.1. Marco de Acción de Hyogo (2005-2015)

El Marco de Acción de Hyogo representó el primer esfuerzo global articulado para sistematizar acciones de reducción del riesgo de desastres. Aunque reconoció la importancia de la identificación de amenazas, su abordaje tendía a ser sectorial y centrado en peligros individuales (enfoque mono amenaza), priorizando la creación de capacidades nacionales e institucionales para cada tipo de evento. El Marco de Acción de Hyogo introdujo la idea de integrar la Reducción de Riesgos de Desastres en políticas de desarrollo, pero sin un énfasis explícito en la naturaleza interrelacionada de las amenazas múltiples. Esto limitó su capacidad para responder a eventos encadenados o simultáneos (por ejemplo, un terremoto seguido de un accidente industrial).

En lo metodológico, su lenguaje promovió la evaluación de riesgos, pero no sistematizó herramientas para análisis de escenarios multi amenaza, dejando este enfoque como una buena práctica opcional más que como un requisito estratégico.

3.2. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030)

El Marco de Sendai marca un cambio sustancial al reconocer de manera explícita el enfoque de multi amenazas como pilar fundamental para comprender la complejidad del riesgo contemporáneo. Incorpora la noción de riesgos sistémicos, en los que distintos tipos de amenazas (naturales, tecnológicas, biológicas, radiológicas) pueden interaccionar y generar impactos en cascada (UNDRR 2015).

A diferencia de Hyogo, Sendai establece indicadores globales de seguimiento que incluyen la necesidad de fortalecer sistemas de alerta temprana multi amenaza y la integración de datos. Este cambio responde al reconocimiento de que los contextos de riesgo actuales (incluyendo las amenazas radiológicas) no pueden tratarse como eventos aislados (UNDRR 2015).

En contraste con Hyogo, que ponía su atención en reducir la vulnerabilidad y fortalecer capacidades ante amenazas conocidas, Sendai plantea: “la necesidad de comprender el riesgo en todas sus dimensiones (amenaza, exposición y vulnerabilidad) y

de integrar la gestión de riesgos en todos los niveles de la planificación del desarrollo” (Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres. 2015). El Marco de Acción de Sendai también incorpora el principio de gestión inclusiva y participativa, con un énfasis en la recopilación y uso de datos desagregados para caracterizar mejor los diferentes tipos de amenazas.

En términos estratégicos, el paso de Hyogo a Sendai representa un cambio desde un modelo más reactivo y centrado en peligros naturales hacia un modelo proactivo, holístico y multi amenaza, lo que fortalece la capacidad de los países para prevenir y mitigar riesgos complejos. Esta evolución es relevante para contextos como el de Ecuador, donde la coexistencia de amenazas sísmicas, volcánicas, climáticas y tecnológicas, incluyendo las radiológicas, exige un abordaje integrado y no sectorizado.

4. Análisis contrastado de otros enfoques e iniciativas internacionales complementarias

En el contexto de la gestión de riesgos de desastres, los marcos e instrumentos internacionales constituyen referencias fundamentales para orientar políticas nacionales y asegurar su alineación con estándares globales. Estos acuerdos, directrices y compromisos no solo reflejan el consenso internacional sobre cómo prevenir, mitigar y responder a amenazas, sino que también incorporan lecciones aprendidas de experiencias reales y avances científicos en materia de seguridad, protección y resiliencia. En el caso específico de las amenazas tecnológicas de origen radiológico, la diversidad de marcos que abarcan desde la planificación estratégica y el desarrollo sostenible hasta la seguridad nuclear, la salud pública y la prevención del uso malintencionado, ofrece un marco integral que supera las capacidades aisladas de un solo país. Integrar estas referencias en el presente estudio no es solo una investigación académica, sino una necesidad práctica para garantizar en un futuro cercano, que el Ecuador cuente con un Plan Nacional de Respuesta coherente, que sea operable y respaldado por la comunidad internacional al considerar los lineamientos internacionales en la interiorización de la Reducción de Riesgos de desastres, capaz de afrontar escenarios radiológicos con eficacia y legitimidad.

En común, los marcos globales trazan una arquitectura complementaria para abordar amenazas tecnológicas radiológicas desde lo político estratégico, lo regulatorio industrial, lo técnico operativo y de seguridad. Analizando la Agenda 2030, instala la resiliencia como principio transversal del desarrollo (salud, infraestructura segura y ciudades resilientes), generando prioridad política y obligaciones de seguimiento, aunque

sin descender a protocolos específicos; requiere, por tanto, ser “aterrizada” con instrumentos técnicos sectoriales (ONU 2015).

Por otra parte, el Acuerdo de París agrega una capa de gestión del riesgo sistémico: el clima extremo y los desastres hidrometeorológicos pueden detonar o agravar incidentes de origen tecnológico como las instalaciones que albergan material radiactivo; su insistencia en adaptación y cooperación abre una puerta para integrar evaluaciones de riesgo compuesto y continuidad operativa en instalaciones críticas. (ONU COP 21 2016)

Desde la óptica humanitaria, la Cumbre Humanitaria Mundial Agenda para la Humanidad 2016, reubica los eventos radiológicos como crisis complejas que demandan acción anticipatoria, coordinación interinstitucional y protección de poblaciones, vinculando la respuesta técnica con estándares de protección de derechos, comunicación de riesgos y asistencia multinivel (Naciones Unidas 2016).

En el plano regulatorio industrial, la Directiva SEVESO III ofrece un modelo robusto para la prevención de accidentes graves y la transparencia pública, aplicable como referente para inventarios, controles de cambios, información a la ciudadanía y planes de emergencia externos alrededor de establecimientos peligrosos (incluidas ciertas fuentes radiactivas). Es, en la práctica, una guía de cómo traducir riesgo tecnológico en obligaciones verificables para operadores y autoridades (Unión Europea 2012).

Por otra parte, desde el fundamento técnico operativo, el Organismo Internacional de Energía Atómica provee orientación internacional con la finalidad de que se alcance el mejoramiento de los sistemas nacionales como son: las Colecciones de Seguridad, Estándares de Seguridad No. 7, Preparación y respuesta ante emergencias radiológicas, entre otros. Por ejemplo, el Código de Conducta sobre la Seguridad de las Fuentes Radiactivas fija compromisos políticos (no vinculantes) para control de ciclo de vida de las fuentes y por otra parte los Planes de Seguridad Nuclear 2018 - 2021 priorizan capacidades, ejercicios, redes de alerta y asistencia internacional. Juntos responden al “cómo” de la planificación, clasificación de emergencias, zonas de protección, criterios de intervención, coordinación con salud, protección civil y fuerzas del orden.

Ese andamiaje se completa con el Reglamento Sanitario Internacional (2005), que ofrece el marco para eventos de salud pública con potencial transfronterizo (incluidos eventos radiológicos con impacto sanitario), definiendo capacidades básicas, notificación y comunicación de riesgos; es el puente natural entre la autoridad radiológica y el sistema de salud (Organización Mundial de la Salud 2005).

Finalmente, el componente de seguridad cierra brechas críticas, la Resolución 1540 de Naciones Unidas (2004) impone obligaciones a los Estados para impedir que actores no estatales accedan a materiales y armas NRBQ, exigiendo controles legales, de fronteras y financieros; y la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear, articula ejercicios, principios y cooperación práctica en prevención, detección y respuesta. Estos instrumentos refuerzan la protección física y la inteligencia operativa más allá del accidente, frente a sabotaje o uso malicioso (Consejo de Seguridad de la ONU 2004).

Para el Ecuador, la interrelación de los marcos internacionales enfocados a las amenazas, explícitamente a las de origen radiológico, presentará un enfoque fortalecido en el siguiente contexto:

- a) Prioridad política y metas:* Agenda 2030 / Acuerdo de París / Agenda para la Humanidad para legitimar recursos y coordinación;
- b) Regulación preventiva y transparencia:* SEVESO III como referente adaptable para ordenar a operadores y planificar con comunidades;
- c) Procedimientos técnicos:* Organismo Internacional de Energía Atómica, GSR Parte 7, Código de Conducta, Planes de Seguridad Nuclear en función de planificar, entrenar y responder con estándares internacionales;
- d) Salud pública:* Reglamento Sanitario Internacional enfocado a la vigilancia, notificación y manejo clínico ambiental; y
- e) Seguridad y No proliferación:* Resolución 1540 de Naciones Unidas y la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear para cerrar el vector de amenaza intencional. La sinergia entre estos planos permite pasar de un enfoque reactivo y fragmentado a uno proactivo, multi amenaza y multinivel, con rutas claras de implementación de acuerdo con normas, capacidades básicas, ejercicios conjuntos, protocolos de intercambio de información y comunicación de riesgos (Consejo de Seguridad de Naciones Unidas 2004).

5. Enfoques teóricos de la vulnerabilidad y su relación con las amenazas tecnológicas

La vulnerabilidad representa un elemento importante para la determinación del riesgo, es un concepto central en la Gestión de Riesgos de Desastres, ya que determina el grado en el que individuos, comunidades, infraestructuras y sistemas son susceptibles de sufrir daño frente a la manifestación de las amenazas. Lejos de ser un concepto estático,

la vulnerabilidad ha sido abordada desde diversas teorías que resaltan dimensiones distintas (físicas, sociales, sistémicas e institucionales). A continuación, se analizan cuatro enfoques clave que ofrecen perspectivas complementarias para comprender cómo se configura la vulnerabilidad y cómo puede ser reducida en contextos de riesgos complejos.

5.1. Enfoque físico de la vulnerabilidad

Este enfoque entiende la vulnerabilidad como la susceptibilidad física al daño que poseen los elementos expuestos frente a la intensidad de una amenaza. Su desarrollo se encuentra en campos como la ingeniería estructural, la seguridad industrial y la planificación de infraestructuras críticas. Se mide a través de parámetros de resistencia, redundancia y tolerancia al fallo, lo que permite generar criterios normativos y estándares de seguridad (Blaikie et al. 1996).

Su principal fortaleza es la capacidad de cuantificación, pues se traduce en normas de diseño, planes de mantenimiento, protocolos de seguridad y criterios de evaluación de riesgos técnicos. No obstante, al centrarse en la dimensión física, este enfoque tiende a subestimar factores sociales e institucionales que influyen en la capacidad de enfrentar y recuperarse de los impactos (Blaikie et al. 1996).

5.2. Teoría de los accidentes normales

El sociólogo estadounidense Charles Perrow desarrolló la teoría de los accidentes normales a partir del estudio de sistemas tecnológicos altamente complejos, como las plantas nucleares o las redes de transporte. Según Perrow, en sistemas complejos y fuertemente acoplados los accidentes son inevitables, pues siempre habrá interacciones inesperadas entre componentes que no pueden preverse ni controlarse del todo (Perrow 1999).

La contribución de esta teoría a la comprensión de la vulnerabilidad es que desplaza el foco desde los fallos humanos individuales hacia las características sistémicas que hacen que ciertos riesgos no se puedan erradicar. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad no consiste solo en reforzar estándares técnicos, sino en diseñar sistemas que aseguren respaldos de seguridad o recursos extra en el caso de que exista una anomalía en el proceso, separar componentes de un sistema para asegurar de que un problema en una parte no afecte a toda la estructura y barreras de contención que eviten la propagación de un fallo (Perrow 1999).

5.3. Vulnerabilidad social

El enfoque de la vulnerabilidad social surge de la crítica al predominio de la visión física de la vulnerabilidad. Blaikie, Cannon, Davis y Wisner, en la obra *At Risk*, plantean que los desastres son el resultado de la interacción entre amenazas y procesos de marginación social, económica y política que incrementan la exposición y disminuyen la capacidad de afrontamiento. (Blaikie Piers 2004) Por su parte, Joern Birkmann señala que la vulnerabilidad puede ser sistemáticamente evaluada mediante indicadores que integran dimensiones sociales, económicas e institucionales, permitiendo identificar territorios y grupos con mayores niveles de susceptibilidad (Birkmann 2006).

Este enfoque aporta una mirada centrada en las desigualdades estructurales: pobreza, falta de acceso a servicios, debilidad institucional y exclusión social se traducen en mayores probabilidades de sufrir impactos graves. La vulnerabilidad, en este sentido, no es un simple estado físico, sino una condición socialmente construida que requiere políticas públicas orientadas a la equidad y la justicia.

5.4. Gobernanza del riesgo y amplificación social

La vulnerabilidad también se ve determinada por la calidad de la gobernanza y la gestión de la percepción del riesgo. Ortwin Renn plantea que, en contextos de creciente complejidad e incertidumbre, los riesgos deben gobernarse a través de un conjunto de instrumentos que van más allá de la regulación técnica, incluyendo la participación pública, la comunicación transparente y la construcción de confianza social (Renn Ortwin 2002).

Complementariamente, el modelo de la amplificación social del riesgo propuesto por Kasperson explica cómo ciertos eventos pueden amplificarse o atenuarse según el papel de los medios de comunicación, las instituciones y la confianza ciudadana. (Kasperson 1988) Este marco muestra que la vulnerabilidad no depende solo de la magnitud objetiva que presenta una amenaza, sino también de cómo es analizada, comunicada y gestionada colectivamente.

Los cuatro enfoques analizados muestran que la vulnerabilidad es un concepto multidimensional: puede entenderse como fragilidad física, como resultado de fallos sistémicos inevitables, como una condición socialmente construida o como efecto de la calidad de la gobernanza y la comunicación del riesgo. Ninguna de estas perspectivas es suficiente por sí sola, pero en conjunto ofrecen un marco sólido para evaluar riesgos contemporáneos.

Particularmente en este estudio enfocado a las amenazas tecnológicas, dado que estas condensan varios de los aspectos analizados: requieren estándares técnicos de seguridad (enfoque ingenieril), se desenvuelven en sistemas complejos donde los fallos pueden ser inevitables (accidentes normales), impactan de manera diferenciada según las condiciones sociales y territoriales (vulnerabilidad social), y están fuertemente mediadas por la confianza pública y la gobernanza institucional (gobernanza y amplificación social).

6. Enfoque actual del Ecuador frente a las amenazas tecnológicas

La revisión de los marcos teóricos e internacionales en materia de gestión de riesgos de desastres permite evidenciar que las amenazas tecnológicas y radiológicas son consideradas componentes esenciales dentro del enfoque multi amenaza y sistémico promovido por instrumentos como el Marco de Sendai. Sin embargo, en el contexto ecuatoriano, la inclusión de este tipo de amenazas aún enfrenta limitaciones estructurales, normativas y operativas que deben ser abordadas con urgencia para garantizar una gestión integral del riesgo.

En Ecuador, la arquitectura institucional para la gestión de riesgos ha sido consolidada a partir de la creación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, conforme a lo establecido en la Ley Orgánica de Gestión de Riesgos y Desastres (LOGRD, 2021). No obstante, el enfoque predominante en la práctica sigue orientado a las amenazas naturales, como sismos, erupciones volcánicas, inundaciones y deslizamientos, dejando rezagado el tratamiento de riesgos emergentes o de baja frecuencia, como los de tipo radiológico o nuclear.

Los lineamientos estratégicos determinados en el Plan de Respuesta ante Desastres del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, identifica diversas amenazas de origen natural y antrópico, pero no incluye de forma explícita a las amenazas radiológicas dentro de sus categorías oficiales. Esto limita el desarrollo de planes específicos de preparación y respuesta, así como la implementación de medidas preventivas en sectores sensibles como la salud, la industria, la seguridad y el ambiente (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).

Por otra parte, en Ecuador, el control y regulación del uso de fuentes de radiación ionizante está a cargo de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), entidad adscrita al Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Esta institución se erige como la autoridad reguladora nacional en materia nuclear y

radiológica, reemplazando las funciones de lo que fue la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEAA), de conformidad con los Decretos Ejecutivos No. 978 de 2008 y No. 399 de 2018.

La Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) tiene como principales competencias la emisión de licencias y autorizaciones para el uso de fuentes radiactivas, la supervisión de la protección radiológica, el control del manejo de desechos radiactivos, capacitación técnica y certificación de operadores, así como la coordinación de actividades con fines pacíficos en áreas médicas, industriales, agrícolas y científicas. A pesar de su mandato técnico y normativo, la SCAN no tiene funciones operativas en la gestión de emergencias radiológicas, lo que implica la necesidad de una estrecha articulación con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, especialmente con instancias como el Comité de Operaciones (COE), el Ministerio de Salud Pública, la Policía Nacional, las Fuerzas Armadas y los cuerpos de bomberos especializados.

6.1. Articulación con organismos internacionales

A nivel internacional, la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) mantiene una relación activa con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), entidad del sistema de Naciones Unidas encargada de promover el uso seguro y pacífico de la energía nuclear. Ecuador es Estado Miembro del OIEA desde 1957 y ha recibido asistencia técnica en el fortalecimiento de capacidades regulatorias, infraestructura técnica, vigilancia ambiental y formación de recursos humanos. Además, el país ha sido parte de las misiones IRRS (Integrated Regulatory Review Service), en las cuales se evalúan la eficacia y solidez del marco regulador nacional en seguridad nuclear y protección radiológica. Estas misiones ofrecen recomendaciones para mejorar el cumplimiento de los estándares internacionales promovidos por el OIEA (2025).

Un componente clave en la cooperación regional lo constituye el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL). Este programa, administrado por el OIEA, permite a países como Ecuador participar en proyectos regionales orientados al fortalecimiento institucional, la vigilancia dosimétrica, la seguridad en el transporte de materiales radiactivos, el desarrollo de aplicaciones nucleares en salud y agricultura, y el manejo de emergencias radiológicas (OIEA ARCAL 1999).

La desconexión operativa entre la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) y las entidades de primera respuesta limita la capacidad de reacción

efectiva ante incidentes radiológicos. Además, las amenazas radiológicas no se encuentran debidamente integradas en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, lo cual impide una planificación integral frente a este tipo de eventos de baja probabilidad, pero alto impacto. Asimismo, existe una marcada escasez de personal calificado en seguridad radiológica fuera de los principales centros urbanos del país, lo que representa una debilidad estructural para la descentralización del control y la vigilancia radiológica.

En este contexto, es imperativo no solo fortalecer las capacidades técnicas de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), sino también garantizar su integración efectiva dentro del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, dotándola de mecanismos de articulación interinstitucional con organismos de respuesta, y asegurando que las amenazas radiológicas sean reconocidas como parte del catálogo oficial de amenazas del país.

6.2. Proyecto de Ley Orgánica de Energía Atómica del Ecuador: Implicaciones para la gestión de amenazas radiológicas

En los últimos años, el Ecuador ha reconocido la necesidad de fortalecer su marco jurídico en relación con el uso pacífico y seguro de la energía atómica. En este contexto, se elaboró y presentó el 16 de julio de 2025 a la Asamblea Nacional el Proyecto de Ley Orgánica de Energía Atómica, con el propósito de establecer un cuerpo normativo integral que regule las actividades nucleares y radiológicas, alineado con las buenas prácticas internacionales y los compromisos asumidos ante el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Esta propuesta legislativa busca consolidar la normativa vigente y establecer principios rectores para la seguridad física nuclear, protección radiológica, gestión de desechos radiactivos y respuesta ante emergencias radiológicas, elementos que resultan esenciales para reforzar la capacidad institucional del país frente a amenazas tecnológicas de alto impacto (Comisión de Desarrollo Económico 2022).

Uno de los elementos más relevantes del proyecto es el reconocimiento formal del riesgo radiológico como una dimensión crítica para la seguridad nacional. A través de este marco legal, se propone dotar de mayor autonomía y competencias a la autoridad reguladora nuclear del país, además de promover la creación de un sistema nacional de respuesta ante emergencias nucleares o radiológicas, en coordinación con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y las entidades de primera respuesta y Fuerzas Armadas (Comisión de Desarrollo Económico 2022).

Asimismo, el proyecto de ley contempla la necesidad de implementar planes de capacitación, licenciamiento técnico, y control riguroso del transporte, almacenamiento y uso de fuentes radiactivas, lo que representa un avance significativo respecto a la fragmentación normativa que hasta ahora ha caracterizado al país en este campo. De hecho, informes técnicos del OIEA han resaltado la ausencia de un marco jurídico unificado como uno de los principales vacíos que enfrenta el Ecuador en materia de seguridad radiológica. (OIEA, Integrated Regulatory Review Service Report (IRRS) 2018)

El cronograma previsto para implementación establece cuatro etapas de proceso:

- a) Etapa preparatoria. - Estudios de viabilidad, memorandos OIEA. Diciembre 2024 a enero 2025.
- b) Normativa institucional. - Creación del Viceministerio de Energía Atómica, Agencia de Regulación, Control Nuclear y Radiológico y el Instituto Especializado de Energía Atómica y regulaciones. Febrero a octubre del 2025.
- c) Selección de Constructores. - Concurso público para adjudicación. Hasta junio del 2026.
- d) Construcción y operación. - Instalación reactor modular (300 MW), planta de 1GW operativa en 2029 con vida útil cercana a 40 años. Desde 2026 a 2029.³

Desde la perspectiva de la gestión de riesgos de desastres, este proyecto de ley resulta fundamental para la inclusión normativa de las amenazas radiológicas dentro del catálogo nacional, así como para articular su abordaje dentro del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres. Actualmente, la falta de una ley orgánica que regule de manera integral el uso de tecnologías nucleares y los mecanismos de respuesta en caso de incidentes impide una respuesta articulada y oportuna frente a estos riesgos, lo cual deja a la población y al territorio en una situación de vulnerabilidad.

La aprobación de este instrumento jurídico se alinea con los principios del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030, que insta a los Estados a considerar todas las amenazas naturales, tecnológicas y antropogénicas en sus estrategias nacionales de prevención y respuesta (UNDRR 2015).

³Para más información, revisar los siguientes enlaces:

https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ecuador-apuesta-energia-nuclear-este-plan/?utm_source=chatgpt.com&utm_source=chatgpt.com&utm_source=chatgpt.com&utm_source=chatgpt.com

https://www.expreso.ec/actualidad/economia/gobierno-noboa-plantea-construccion-planta-nuclear-estaria-lista-232558.html?utm_source=chatgpt.com

https://www.lahora.com.ec/economia/Gobierno-de-Daniel-Noboa-tiene-listo-el-proyecto-de-Ley-Organica-de-Energia-Atomica-para-Ecuador-20250716-0036.html?utm_source=chatgpt.com

7. Convergencia normativa, técnica y estratégica para la inclusión de las amenazas radiológicas en la gestión de riesgos en Ecuador

El análisis teórico realizado en este capítulo ha permitido establecer los fundamentos conceptuales y normativos necesarios para comprender la importancia de una gestión integral del riesgo que incorpore todas las amenazas, incluyendo las de origen tecnológico y radiológico. A través de la revisión de los marcos internacionales y experiencias comparadas, se confirma que la Gestión de Riesgos de Desastres ha evolucionado hacia un enfoque sistémico, multi amenaza y preventivo, con una fuerte base en la gobernanza del riesgo y la resiliencia institucional.

Los instrumentos como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015–2030) han sido claves en visibilizar los riesgos no tradicionales y en establecer prioridades claras para su abordaje, resaltando la importancia de integrar amenazas tecnológicas en las políticas públicas, planes de respuesta y sistemas de información de riesgos. Asimismo, las lecciones aprendidas de eventos como Fukushima, Bhopal o Chernóbil muestran que la falta de preparación frente a este tipo de amenazas puede desencadenar crisis de magnitud catastrófica.

En el caso del Ecuador, se evidencia una brecha significativa entre los lineamientos internacionales y la realidad nacional en cuanto a la inclusión efectiva de amenazas radiológicas en el marco normativo y operativo de la Gestión de Riesgos. A pesar del uso creciente de materiales radiactivos en actividades médicas e industriales, y del riesgo latente asociado a su manipulación, transporte o almacenamiento, no existe aún un protocolo nacional específico ni una referencia explícita a estos riesgos basada en variables y escenarios en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres.

Este vacío representa una oportunidad crítica para avanzar en la actualización del catálogo nacional de amenazas, fortalecer la articulación interinstitucional y promover una cultura de prevención frente a emergencias radiológicas. Con base en los hallazgos del presente marco teórico, el siguiente capítulo aplicará un análisis específico de la estructura del Plan de Respuesta Nacional, con el fin de evidenciar cómo ha sido constituido y los fundamentos que fortalecen el accionar del sistema gubernamental frente a la prevención, preparación y respuesta.

Por otra parte, la presentación del Proyecto de Ley Orgánica de Energía Atómica ante la Asamblea Nacional en julio de 2025 constituye un hito trascendental que refuerza significativamente el análisis propuesto en esta investigación, en la medida en que evidencia el reconocimiento institucional del Estado ecuatoriano sobre la necesidad de

regular y fortalecer el uso pacífico y seguro de la energía nuclear en el país; la creación de organismos técnicos como la Agencia de Regulación y Control Nuclear y Radiológico, el Viceministerio de Energía Atómica y el Instituto Especializado de Energía Atómica, proyecta una nueva estructura que podrá articularse funcionalmente con el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos.

De este modo, la propuesta de ley fortalece esta investigación al otorgar legitimidad jurídica y proyección institucional al análisis de riesgos radiológicos, y refuerza la urgencia de que el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres actualice su catálogo de amenazas e incorpore lineamientos específicos para afrontar incidentes de origen nuclear o radiológico con una respuesta efectiva, coordinada e interinstitucional.

Capítulo segundo

Estructura del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres de Ecuador

El Plan Nacional de Respuesta ante Desastres constituye un instrumento operativo de gran importancia del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Su principal función es la de articular la organización y coordinación interinstitucional necesaria para responder a emergencias y desastres que pudieran exceder las capacidades locales o sectoriales frente a eventos de origen natural, antrópico o socio-natural que puedan afectar al país (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).

El documento fue desarrollado y aprobado en el 2018 y según lo informado por la Secretaría de Gestión de Riesgos, no ha existido hasta entonces una edición nueva del mismo; cabe recalcar que al momento se encuentra en revisión el Manual de COE (Comité de Operaciones de Emergencia) y el Catálogo Nacional de Amenazas y Eventos Adversos relacionados con la Gestión Integral del Riesgo de desastres en el Ecuador en su versión 3.0.

La arquitectura del plan está concebida bajo un enfoque multi amenaza basado en la preparación, con componentes que se articulan en base a áreas de trabajo descrito paso a paso, escenarios de impacto y la estructuración de líneas contingentes que priorizan la atención en base a normas internacionales, adaptándose al sistema y una estructura de *clusters*⁴ del Sistema Nacional en el caso de superar la capacidad del país frente a una emergencia. Estos escenarios de impacto han sido construidos, en función de amenazas de origen natural por el histórico que el país presenta a través del tiempo en enfrentar este tipo de riesgos.

A continuación, una breve reseña de su estructura general de acuerdo con su primera versión oficial:

- a) *Introducción*: presenta los antecedentes del plan, su marco legal y normativo, así como su relación con los planes sectoriales y territoriales. De igual forma, se describe el objetivo general del plan y los principios que guían la respuesta, basado en el enfoque de derechos, territorialidad, participación,

⁴ Técnica utilizada para clasificar un conjunto de individuos en grupos homogéneos.
<https://www.unir.net/revista/ingenieria/analisis-cluster-grupos/>

interculturalidad, inclusión y sostenibilidad, en relación con los enfoques contemporáneos de la Gestión de Riesgos (UNDRR 2015).

- b) *Objetivo y alcance*: se especifica el propósito operativo del plan, fundamentado en la coordinación y organización de la respuesta nacional frente a emergencias y desastres, con una estructura organizada y jerarquizada. También se establece los niveles de activación, qué actores intervienen y cuáles son las condiciones bajo las que se implementarán sus procedimientos (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).
- c) *Marco conceptual y normativo*: incluye un glosario técnico que está orientado a la unificación de criterios entre actores institucionales, así como la normativa nacional e internacional que respalda la respuesta ante desastres, como por ejemplo el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030), guías de aplicación de ayuda humanitaria, y otras directrices técnicas (UNDRR 2015).
- d) *Escenario de riesgo nacional*: presenta un análisis general del contexto de amenazas y vulnerabilidades del país, exponiendo los principales peligros a los que ha estado expuesto, incluyendo un histórico de los principales eventos que se han suscitado en el Ecuador como son: erupciones volcánicas, inundaciones, terremotos, entre otros (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).
- e) *Organización de la respuesta*: detalla cómo se realiza la activación del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) en sus distintos niveles (nacional, provincial, cantonal y parroquial), de igual forma la estructura funcional de los Comités de Operaciones de Emergencia y sus funciones, incluyendo, además, los actores de las instituciones estatales en las mesas de trabajo, grupos sectoriales que articulan los sectores de salud, infraestructura, agua y saneamiento, protección, equipos EDAN, entre otros (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).
- f) *Niveles de respuesta*: establece una categorización de niveles de respuesta, en función de la magnitud del evento y la capacidad de respuesta institucional de los gobiernos locales y entidades responsables. A mayor gravedad y complejidad, el nivel de coordinación nacional será mayor de acuerdo con la evaluación del evento (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).
- g) *Procedimientos operativos estándar (POE)*: incorporan lineamientos operativos específicos que guían la movilización de recursos, evacuaciones,

asistencia humanitaria, manejo de albergues, comunicación de riesgos y búsqueda y rescate (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).

- h) *Mecanismos de coordinación interinstitucional*: detallan los procesos de articulación entre los diferentes niveles de gobierno (central y descentralizado), así como las instituciones de primera respuesta como Fuerzas Armadas y Policía Nacional, organizaciones de la sociedad civil, cooperación internacional y el sector privado (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).
- i) *Logística y gestión de recursos*: plantea y define la estrategia para la movilización y distribución de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos. Se describen los mecanismos de gestión de inventarios, centros de acopio, transporte, y apoyo logístico a zonas afectadas (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2019).
- j) *Comunicación en emergencias*: aborda la estrategia de comunicación institucional, dirigida tanto a los medios como a la población general. Se promueve la comunicación del riesgo, el uso adecuado de medios digitales y tradicionales, y se definen los voceros oficiales, siguiendo los enfoques de gestión comunicacional en emergencias (Organización Panamericana de la Salud 2014).
- k) *Monitoreo, evaluación y actualización*: contempla procesos de seguimiento y evaluación para su implementación y actualización en función de incluir nuevas amenazas, experiencias institucionales, lecciones aprendidas y avances tecnológicos (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2018). Sin embargo, la no actualización continua del mismo, evidencia retos para el sostenimiento de un enfoque moderno de la Gestión de Riesgos.

1. Estructura de los lineamientos estratégicos determinados en el Plan de Respuesta ante Desastres de amenazas

Los lineamientos estratégicos que abordan las amenazas dentro del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres constituyen un instrumento clave para organizar, clasificar y priorizar los escenarios de riesgo presentes en el país. Esta guía se concibe como una herramienta que orienta e identifica distintos tipos de amenazas y, en consecuencia, establece la planificación de acciones de preparación, respuesta y recuperación. En este sentido, su función no es únicamente una descripción general, sino también estratégica,

toda vez que contribuye a establecer un lenguaje común entre las instituciones del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. (Secretaría de Gestión de Riesgos 2018)

La estructura del documento parte de una clasificación tradicional que distingue entre amenazas naturales, socio–naturales y antrópicas o de origen tecnológico. Dentro de las primeras, se consideran eventos recurrentes en el contexto ecuatoriano, tales como terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones o deslizamientos, los cuales reflejan la alta exposición del país a fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2018). Las amenazas socio–naturales, en cambio, se reconocen como aquellas que surgen de la interacción entre procesos naturales y actividades humanas, como ocurre en el caso de la deforestación que potencia los deslizamientos o de la urbanización no planificada en zonas de riesgo. (Lavell Alan 1996) Finalmente, las amenazas antrópicas o tecnológicas abarcan incidentes asociados a la actividad humana, como incendios, derrames de sustancias peligrosas, fallas en infraestructuras críticas, accidentes de transporte o emergencias sanitarias (Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos 2018).

Desde otro punto de vista, la función de ordenar la información para facilitar la toma de decisiones y articular la respuesta. No obstante, se observa que la clasificación utilizada mantiene un enfoque muy general que carece de detalle más que todo si queremos analizar amenazas antrópicas, lo que puede limitar la capacidad de anticipar escenarios complejos de carácter multi amenazas. Esta limitación ha sido destacada en la literatura sobre gestión de riesgos, donde se advierte que la comprensión de las amenazas requiere avanzar hacia enfoques sistémicos que consideren la interacción y encadenamiento de eventos (Ben Wisner 2004). Además, la mayor parte de las acciones y protocolos se encuentran desarrollados con mayor amplitud para amenazas de origen natural, mientras que las de carácter tecnológico presentan una menor elaboración en cuanto a procedimientos específicos de respuesta y construcción de escenarios.

Adicionalmente, el catálogo de amenazas del Plan Nacional de Respuesta ante desastres constituye una base importante para la organización del sistema de respuesta a desastres en Ecuador, al brindar una caracterización clara de los riesgos existentes. Sin embargo, su carácter aún general plantea la necesidad de un análisis más profundo y una actualización periódica que permita incorporar otros tipos de escenarios que han evolucionado en el tiempo y en la forma en cómo el desarrollo de las ciudades y los territorios, presentan nuevos riesgos en función de escenarios emergentes y atender de manera equilibrada la totalidad de amenazas que enfrenta el país. Este señalamiento es

coherente con los lineamientos del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015–2030), que recomienda a los Estados adoptar una visión integral y multi amenazas en sus planes de gestión (UNDRR 2015).

Finalmente, al analizar la estructura del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres del Ecuador y su planteamiento, ha permitido en primera instancia, reconocer que el documento constituye un avance significativo en la consolidación de un marco de coordinación interinstitucional para enfrentar emergencias, al establecer roles, responsabilidades y mecanismos de actuación comunes por parte del estamento gubernamental frente a distintos escenarios de desastre. Sin embargo, se evidencia que su enfoque prioriza principalmente las amenazas naturales y socio–naturales mediante la operatividad de variables y escenarios desarrollados ampliamente y deja en un segundo plano las amenazas de carácter tecnológico que básicamente han sido solo enunciadas como conocimiento general, sin desagregar las de tipología radiológica y mucho menos que las mismas presenten información clara sobre su tratamiento en una emergencia de esta magnitud. Esta omisión refleja una brecha importante en el camino hacia un verdadero enfoque multi amenazas como inicialmente se percibe al Plan y como lo sugieren los marcos internacionales en gestión de riesgos de desastres (UNDRR 2015).

Capítulo tercero

Método, procedimiento y estructura de la investigación

El siguiente capítulo propone un tipo de investigación que adopta un enfoque cualitativo con carácter interpretativo. Durante la construcción del marco teórico se realizó una revisión documental exhaustiva, mediante la consulta de fuentes internacionales de las Colecciones de Seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), plataformas internacionales de Gestión del Riesgo de desastres como es el caso del Marco de Sendai, normativa pública, artículos publicados y documentos técnicos de organismos nacionales e internacionales. Este proceso permitió estructurar la base conceptual del estudio, identificar vacíos de conocimiento y situar el problema de investigación en su contexto estratégico, técnico y normativo.

El diseño metodológico se organiza en función de los objetivos específicos del estudio, de manera que cada uno se traduce en un proceso de análisis particular, con técnicas, herramientas e instrumentos propios. Este enfoque permite garantizar coherencia entre los objetivos y los hallazgos esperados, siguiendo la lógica de que el método es la ruta que asegura el cumplimiento del propósito central de la investigación (Hernández Sampieri 2014).

Para el cumplimiento del primer objetivo, el presente estudio contempla la aplicación de un análisis documental dirigido, como técnica empleada para la recolección y tratamiento de la información, apuntando a un enfoque cualitativo mediante una revisión reflexiva, sistemática y crítica de documentación que ha sido escrita, con la finalidad de entender significados, así como la interpretación de patrones para el establecimiento de una relación de conceptos que se vinculan al problema de investigación. Bajo esta premisa es importante señalar que el enfoque no se apega únicamente a la lectura descriptiva, sino también a un proceso que está definido por preguntas de investigación, categorización de teorías y los objetivos planteados en el estudio.

Al hablar de carácter “dirigido” nos estamos enfocando a la revisión documental realizada a partir de una visión conceptual específica, que interpone el examen de los documentos bajo criterios que se establecen inicialmente partiendo del marco teórico planteado. Es decir, que el análisis no actúa de forma aleatoria, sino intencional y

estructurada, buscando determinar cómo fue construida la parte conceptual, enfoque determinante y vacíos existentes.

En el caso del segundo objetivo se retoma el análisis conceptual ya iniciado en la revisión teórica, complementándolo con las valoraciones expresadas por los entrevistados. La lectura interpretativa permitirá determinar si la inclusión de amenazas radiológicas ha sido explícita, implícita o inexistente, y cuáles son las implicaciones percibidas por actores expertos.

Los resultados se presentarán en términos descriptivos e interpretativos, destacando patrones, vacíos o enfoques predominantes que orientan la comprensión oficial del riesgo en el país.

Como parte del proceso de análisis documental dirigido, en la siguiente tabla se detalla la matriz de codificación en la que se especifican los códigos y su definición.

Tabla 1
Matriz de Codificación

Código	Descripción
Antrópico /antropogénico	La palabra antrópico se deriva del griego anthropikós (humano), que a su vez proviene de ánthopos (hombre, ser humano). Este código agrupa todos los segmentos del documento que hacen referencia a amenazas originadas directa o indirectamente por la acción humana, ya sea por actividades tecnológicas, industriales, productivas, sociales derivados de procesos de interacción entre los sistemas humanos y el entorno, lo que incluye errores operativos, negligencia, manejo inadecuado de sustancias peligrosas o fallas estructurales en infraestructuras críticas (UNSRR 2017; ONU 2015).
Tecnológico/a, tecnología	Este código representa a: sistemas, infraestructuras, procesos técnicos, equipamientos especializados y aplicaciones del conocimiento científico que intervienen en la generación, manejo, control o posible fallo de actividades humanas con potencial de riesgo. Menciona instalaciones industriales, redes energéticas, sistemas de transporte, telecomunicaciones, laboratorios, plantas de producción, sistemas de almacenamiento de sustancias peligrosas y tecnologías asociadas al uso de materiales químicos, biológicos o radiológicos. En el marco de la gestión del riesgo de desastres lo tecnológico se relaciona con los sistemas socio – técnicos creados por la sociedad para el desarrollo económico y social, los mismos que si presentan fallas, errores humanos en

	procesos no determinados y falta de control, pueden convertirse en fuentes potenciales de una amenaza (UNDRR 2017; ONU 2015).
Humano/a, humanos	El código hace referencia al ser humano como origen o factor generador, relacionado a actividades, decisiones, prácticas o intervenciones humanas que pueden desencadenar eventos adversos. Incluye acciones humanas, actividades productivas, procesos industriales, manejo de sustancias peligrosas, operación de infraestructura, uso de tecnologías, errores humanos, fallas operativas, negligencia y cualquier interacción entre sociedad y entorno que pueda constituirse en fuente de peligro. Orienta a evidenciar el carácter antrópico del riesgo, destacando el papel de la actividad humana como factor estructurante de amenazas y su responsabilidad en la producción del riesgo, evidenciando es establecimiento de vínculos entre actividades humanas y amenazas tecnológicas, industriales o asociadas a materiales peligrosos, lo cual resulta clave para comprender la inclusión del abordaje de riesgos tecnológicos y radiológicos dentro del documento en estudio (ONU 2015; Lavell 2012).
Materiales peligrosos, MATPEL, HAZMAT	Este código hace referencia a: sustancias, agentes o materiales que poseen características biológicas, físicas, radiactivas y químicas que pueden generar riesgos tanto para la salud humana como para el medio ambiente (Uruguay 1998) o la infraestructura en caso de liberación, exposición, manipulación inadecuada o accidentes producidos por procesos que presentan fallos. Menciona a sustancias tóxicas, inflamables, corrosivas, explosivas, reactivas infecciosas o radiactivas, así como operaciones sensibles que abarcan su almacenamiento, transporte, uso y disposición final. Desde el análisis documental, este código permite identificar si el documento en análisis, explícitamente la existencia de materiales peligrosos como fuente de amenaza (UNDRR 2017; Reducción del Riesgo de Desastres 2015).
Radiológico/a, radiaciones	Este código hace referencia a: presencia, uso, control, liberación accidental o exposición a radiaciones ionizantes y materiales radiactivos, así como a instalaciones, equipos, actividades o eventos que puedan generar riesgos radiológicos para la población, el ambiente o los intervinientes. Menciona a fuentes radiactivas, equipos generadores de radiación (medicina

	<p>e industria), transporte de material radiactivo, almacenamiento, gestión de desechos radiactivos, accidentes radiológicos y medidas de protección radiológica. En lo relacionado a la gestión de riesgo de desastres, las emergencias radiológicas se consideran amenazas de origen tecnológico, ya que se derivan de actividades humanas que se vinculan al uso pacífico de la energía nuclear, aplicaciones médicas, industriales, de investigación, control de calidad, entre otras. Este código permite identificar si el Plan de Respuesta ante desastres, reconoce explícitamente la existencia de riesgos radiológicos, cómo se conceptualizan y en qué medida se integran dentro del mismo, por otra parte, facilita examinar si el tratamiento del riesgo radiológico se limita a menciones generales dentro de los materiales peligrosos o si existe un abordaje diferenciado que contemple vigilancia, monitoreo, delimitación de zonas de seguridad, procesos de descontaminación, protección del personal de respuesta y coordinación interinstitucional con autoridades competentes en seguridad radiológica. Su análisis evidencia si el marco analizado incorpora de forma explícita los peligros asociados a las radiaciones ionizantes o si su ausencia conceptual, normativa u operativa limita la capacidad de preparación y respuesta ante este tipo de emergencias, (UNDRR 2017) (IAEA 2019)</p>
--	---

Elaboración propia

Consecutivamente estos códigos fueron clasificados según su naturaleza en tres categorías de análisis:

Tabla 2
Matriz de categorías de análisis

Código	Descripción
Operativo	Se agrupan disposiciones relacionadas con acciones, procedimientos, mecanismos de respuesta, coordinación interinstitucional, capacidades técnicas y medidas de gestión aplicables ante eventos adversos, es decir aquellos elementos que orientan la gestión del riesgo y la respuesta a emergencias.
Normativo	Comprenden mandatos legales, competencias institucionales, principios rectores y lineamientos establecidos por los marcos regulatorios, los cuales estructuran el marco legal y la obligatoriedad dentro del cual se desarrollan las acciones.
Definiciones	Reúne conceptos técnicos, terminología especializada y precisiones conceptuales, fundamentales para comprender los elementos clave dentro de cada instrumento analizado

Elaboración propia

El tercer objetivo específico está orientado a llevar a cabo un análisis de los procesos de preparación y respuesta frente a amenazas radiológicas en dos países como son: Brasil y España, con el propósito de identificar los mecanismos organizativos que estos estados han aplicado para enfrentar el tipo de riesgos en análisis y la información disponible para su gestión.

Sobre esta fundamentación previa, la etapa empírica se estructura a partir de entrevistas semiestructuradas aplicadas a actores estratégicos y operativos nacionales e internacionales vinculados con la Gestión de Riesgos (Defensa Civil o Protección Civil) en el caso de Ecuador la experta que forma parte de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Autoridad Reguladora de las Aplicaciones Nucleares en Ecuador (Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares), expertos estatales vinculados a los Sistemas de Seguridad Nuclear de Brasil y España, equipos de primera respuesta como: Policía Nacional (Equipo de Explosivos del Grupo de Intervención y Rescate) y Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito (División de Materiales Peligrosos).

Para el análisis previsto se seleccionó en primera instancia a Brasil, ya que responde a criterios tanto técnicos como contextuales que se vinculan al objetivo de estudio de la presente investigación, constituyendo un referente regional en materia de gestión de emergencias radiológicas debido a que ha enfrentado uno de los accidentes radiológicos más significativos ocurridos fuera de instalaciones nucleares en la ciudad de Goiania el 13 de septiembre de 1987. Este evento originado por la manipulación inadecuada de una fuente radiactiva de Cesio-137 proveniente de un equipo médico abandonado, evidenció cómo el uso de tecnologías con aplicaciones pacíficas puede transformarse en una amenaza severa cuando fallan los mecanismos de control, regulación y supervisión (OIEA 1989).

La relevancia de este caso radica en que se trata de un escenario real ocurrido en América Latina, con impactos humanos, ambientales y sociales de gran magnitud, lo cual lo convierte en un antecedente empírico importante para comprender la materialización de riesgos radiológicos en contextos no asociados a centrales nucleares. Este aspecto resulta especialmente pertinente para el análisis del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres del Ecuador, dado que el país al igual que Brasil, utiliza fuentes radiactivas en aplicaciones similares como: medicina, industria e investigación, aunque no cuente con plantas nucleares de generación eléctrica. De tal forma, el caso de Brasil demuestra que

la existencia de estos procesos cotidianos, implican la necesidad de incorporar este tipo de amenazas en la planificación de la gestión del riesgo (UNDRR 2017).

Por otra parte, Brasil dispone de un desarrollo institucional y normativo específico en materia de protección radiológica y preparación ante emergencias nucleares y radiológicas, lo cual permite contrastar cómo un país de la región que ha experimentado un accidente de esta naturaleza ha fortalecido sus marcos de regulación, respuesta y coordinación interinstitucional. (International Atomic Energy Agency 2025) Este contraste resulta metodológicamente valioso para identificar buenas prácticas, lecciones aprendidas y niveles de integración del riesgo radiológico dentro de los instrumentos de planificación, aportando elementos comparativos relevantes para el contexto ecuatoriano.

En este sentido, la inclusión de Brasil no solo obedece a su peso regional, sino a la existencia de un antecedente histórico que evidencia la dimensión antrópica y tecnológica del riesgo radiológico, reforzando el argumento central de la investigación sobre la necesidad de reconocer explícitamente estas amenazas dentro de los catálogos oficiales de gestión del riesgo de desastres.

En segunda instancia en el caso de España, ha sido seleccionada como caso de referencia debido a su posición estratégica y de liderazgo en materia de seguridad nuclear, protección radiológica y preparación frente a incidentes NRBQ (nucleares, radiológicos, biológicos y químicos). Esta selección está sustentada tanto en su interacción con organismos internacionales como el Organismo Internacional de Energía Atómica, como en su papel activo dentro de esquemas regionales y globales de seguridad y cooperación técnica (IAEA 2025).

Como Estado miembro con infraestructuras nucleares en operación, España ha construido un marco regulador y organizativo robusto para la gestión de emergencias nucleares y radiológicas. Su Sistema Nacional de Protección Civil y sus planes de emergencia radiológica se apoyan en una normativa y estructura que contempla la planificación fuera de las instalaciones nucleares, así como mecanismos de cooperación entre autoridades públicas, operadores y organismos técnicos especializados. (IAEA 2019); por otra parte España participa activamente en iniciativas internacionales orientadas a mitigar el riesgo NRBQ (nucleares, radiológicos, biológicos y químicos), incluyendo ejercicios de prevención y respuesta ante la posibilidad de incidentes deliberados o actos de terrorismo relacionados con materiales radiactivos (España Ministerio del Interior 2008).

Adicionalmente, España presenta un caso representativo “entre el 10 y 20 de diciembre de 1990, en la unidad de radioterapia del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa en Zaragoza, ocurrió un grave accidente radiológico que constituye uno de los incidentes más significativos de su tipo en el país” (España Consejo de Seguridad Nuclear 1990, párr. 1). El suceso estuvo relacionado con un acelerador lineal utilizado para tratamientos de radioterapia en pacientes oncológicos, que fue reparado y puesto nuevamente en servicio sin seguir los procedimientos técnicos adecuados. Esto provocó que el equipo operara con niveles de energía mucho más altos de los previstos, exponiendo a los pacientes a dosis peligrosamente elevadas de radiación ionizante. Como consecuencia de la sobreexposición, al menos 27 pacientes resultaron afectados, con síntomas de quemaduras por radiación en la piel, inflamación de órganos internos y daño en la médula ósea. Según informes oficiales del Consejo de Seguridad Nuclear y el OIEA, al menos 11 de esas personas fallecieron debido a complicaciones derivadas de la exposición radiológica, aunque algunas fuentes mencionan cifras de hasta 25 muertos (IAEA 1991).

Con este antecedente, España constituye otro de los casos de estudio relevante para el contraste de experiencias, estructuras institucionales y grados de incorporación del riesgo radiológico en los marcos nacionales de gestión del riesgo de desastres. Su trayectoria permite no solo realizar comparaciones institucionales con Ecuador, sino también extraer lecciones sobre mejores prácticas, retos regulatorios y mecanismos de coordinación internacional que pueden otorgar recomendaciones contextuales para el fortalecimiento de políticas y planificación en países de la región latinoamericana.

El análisis documental desarrollado permitió identificar el marco normativo e institucional que orienta la gestión del riesgo de desastres y la respuesta ante emergencias, evidenciando enfoques predominantes en relación con el tratamiento de las amenazas tecnológicas de origen radiológico. No obstante, dado que la documentación no siempre refleja de forma directa su nivel de implementación ni la percepción de los actores responsables de su aplicación, fue necesario integrar el análisis cualitativo basado en entrevistas. En este punto, la relación entre la documentación y los discursos de los profesionales entrevistados posibilita evidenciar la regulación formal con la práctica institucional, así como la comprensión interpretativa, priorizando u omitiendo las amenazas radiológicas en los procesos de planificación y respuesta ante desastres, fortaleciendo así la validez analítica de los resultados obtenidos (Flick 2015).

Para el efecto se aplicaron entrevistas y se realizó en primera instancia una lectura analítica de las estas, con el fin de agrupar testimonios recurrentes y conceptos de importancia relacionados con la preparación y respuesta y la coordinación interinstitucional. Esta información fue codificada manteniendo el lenguaje y lógica que fue expresada por los actuantes, preservando el contexto de cada testimonio.

Desde otra perspectiva en relación al resultado de las entrevistas, fue sometido a un proceso hermenéutico de interpretación, el mismo que estuvo orientado a identificar criterios técnicos y experiencias relevantes para comprender si la raíz de un proceso de preparación y respuesta que permita operativizar a las instituciones estatales inmersas en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos nace en la incorporación del componente de amenazas radiológicas dentro de la planificación nacional de respuesta

En la presente investigación se utiliza una metodología cualitativa, la cual se centra en comprender cómo y por qué ocurren los fenómenos, interpretando la realidad desde el punto de vista de los participantes. Este enfoque permite al investigador asumir un rol activo e interpretativo en el proceso de análisis. Para la recolección de datos, se emplea la entrevista como técnica cualitativa, ya que facilita la comprensión de opiniones, percepciones y experiencias de expertos vinculados a la Gestión de Riesgos y la seguridad radiológica.

Adicionalmente, mediante la técnica de benchmarking, técnica de análisis y comparación que consiste en identificar, estudiar y adaptar las mejores prácticas, procesos o estrategias de otras organizaciones, instituciones o referentes, con el fin de mejorar el desempeño propio, se evaluarán algunos marcos normativos, planes nacionales y reportes técnicos en América Latina, el caso de Brasil y en Europa la realidad española.

La integración de estos tres objetivos específicos bajo un marco metodológico cualitativo ofrece una visión articulada del problema de investigación. Por un lado, se garantiza el análisis interno del catálogo de amenazas del Plan Nacional de Respuesta; por otro, se examina de forma crítica la inclusión (o falta de inclusión) de amenazas radiológicas; y finalmente, se contrastan las experiencias de los países seleccionados. Este enfoque asegura una comprensión del problema, que se sustenta tanto en referentes institucionales como en experiencias de expertos, lo que fortalece la propuesta de incorporación, determinación de variables y construcción de escenarios del componente de amenazas radiológicas en la planificación nacional de respuesta ante desastres.

1. Enfoque de la investigación

El enfoque o la orientación que ampara a una investigación hace referencia al conjunto del planteamiento, sistematizado que nos da la posibilidad de orientar al investigador a proponer una solución para un problema determinado en el contexto de desarrollo del objeto de estudio. Es por ello que para Bastis (2021) dice que:

El enfoque de la investigación es un procedimiento sistematizado del cómo se llevará a cabo un proyecto científico, estableciendo los objetivos, métodos, técnicas, recursos y cronogramas necesarios que permitan generar un nuevo conocimiento, este documento esencial muestra una propuesta, delimita el problema, expresa hipótesis y establece la metodología para su resolución, asegurando relación y sentido práctico. de forma rigurosa y organizada, permitiéndonos el análisis e interpretación de datos. El enfoque de la investigación se clasifica en dos categorías: el enfoque de la recogida de datos y el enfoque del análisis o razonamiento de los datos.

En tal sentido, esta investigación opta por el enfoque cualitativo que abarcan el proceso de investigación en todas las etapas desde el planteamiento del problema y el tema hasta el desarrollo de una perspectiva teórica, de igual manera nos permite definir la metodología y la recolección y análisis de los datos.

1.1. Enfoque cualitativo

Este enfoque fundamenta su aplicación centrándose en la comprensión de los fenómenos sociales, culturales o humanos desde la perspectiva de los propios actores. Denzin y Lincoln (2012) manifiestan que la investigación cualitativa se basa en un enfoque inductivo, en el que los investigadores construyen categorías conceptuales y comprensiones directamente a partir de los datos, sin someterlos a modelos matemáticos ni a teorías previas. Este enfoque implica un diseño de investigación flexible con preguntas iniciales abiertas que se van refinando con el avance del estudio. En este tipo de investigación, el investigador observa el contexto y el objeto de estudio de manera holística, considerando personas, grupos y escenarios como un todo, sin reducirlos a variables aisladas. Esto permite comprender los fenómenos en relación con su historia y las situaciones actuales, reconociendo los significados que los propios participantes otorgan a sus experiencias. La interacción con los informantes se realiza de forma natural y no invasiva, y el investigador mantiene una sensibilidad constante respecto al efecto que su presencia y participación tienen en el desarrollo de la investigación.

En la investigación cualitativa, se busca comprender a las personas dentro del marco de referencia que ellas mismas consideran relevante. Desde una perspectiva fenomenológica, es esencial interpretar la realidad tal como la perciben los participantes, reconociendo sus experiencias y significados. De esta manera, el investigador evita imponer sus propias creencias o prejuicios y se centra en entender los fenómenos desde el punto de vista de quienes forman parte del estudio (Denzin y Lincoln 2012).

En tal virtud, el enfoque busca comprender el significado de las experiencias humanas y los fenómenos sociales desde la perspectiva de los participantes. Es así, que los investigadores utilizan métodos como entrevistas en profundidad, observaciones y análisis de contenido para recopilar información. Y es importante que estos métodos permiten explorar los matices y complejidades de los comportamientos, actitudes y contextos sociales que no pueden ser capturados por los enfoques cuantitativos.

Además, la investigación cualitativa se caracteriza por su flexibilidad y capacidad de adaptación. Los diseños de estudio pueden adoptar enfoques etnográficos, fenomenológicos, narrativos o de estudio de caso, los cuales se ajustan para explorar en profundidad distintos aspectos del fenómeno analizado.

Asimismo, MAIM (2019, párr. 2) sostiene que:

De manera general, la investigación cualitativa se apoya en la recopilación de información mediante herramientas como las entrevistas, la observación y los grupos focales, las cuales no tienen como finalidad la medición ni la traducción de los datos a cifras. Por el contrario, se privilegian estrategias como la observación flexible, las entrevistas de carácter abierto, el análisis documental, el intercambio grupal, la interpretación de vivencias personales, los discursos cotidianos y la interacción directa con los participantes.

Por ello, el investigador cualitativo asume un rol central como herramienta principal en la recolección de la información, al interpretar las interacciones y los discursos de los participantes. Esto posibilita una comprensión más profunda y situada de los fenómenos estudiados, permitiendo identificar aspectos que difícilmente serían perceptibles mediante enfoques cuantitativos.

De acuerdo con el contexto de la investigación planteada, orientado al análisis del tratamiento de las amenazas radiológicas dentro del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres del Ecuador, se adoptó un enfoque cualitativo. Este enfoque ha permitido examinar de forma interpretativa el contenido de la documentación normativa, técnica y estratégica relacionada con la Gestión del Riesgo de Desastres a nivel nacional como internacional. A través del análisis documental, se identificaron los alcances, vacíos y

limitaciones existentes en la clasificación del catálogo de amenazas, enfatizando en la ausencia o insuficiente consideración de las amenazas radiológicas. La aplicación de este enfoque facilitó una comprensión más amplia del marco normativo vigente y afirmó la formulación de la propuesta orientada a fortalecer la inclusión de este tipo de situaciones de peligro dentro del Sistema Nacional de respuesta ante desastres.

2. Modalidad

La modalidad se fundamenta en la investigación documental, la cual se enfoca en la búsqueda, selección y análisis de información ya existente proveniente de distintas fuentes documentales. Este tipo de investigación constituye una etapa esencial en el desarrollo de cualquier estudio y forma parte fundamental del quehacer académico. Su relevancia para la sociedad radica en que permite dar a conocer los hallazgos acumulados a lo largo del tiempo. Asimismo, la calidad del producto final depende en gran medida de la pertinencia y confiabilidad de las fuentes empleadas. El proceso de aprendizaje que se genera contribuye a la construcción de conocimiento y proporciona insumos informativos a los investigadores para la interpretación y mejora de nuevos trabajos documentales (Ortega 2023).

En consecuencia, este proceso conlleva la revisión de diversas fuentes como libros, artículos científicos, informes técnicos, bases de datos y otros documentos pertinentes que brindan fundamentos teóricos y contextuales sobre el tema de investigación. Esta etapa resulta esencial para la construcción de un marco teórico consistente, la identificación de investigaciones anteriores y la comprensión del nivel actual de conocimiento existente.

Por otra parte, la recolección de información requiere el uso de instrumentos adecuados, ya que en la investigación documental el registro de los datos obtenidos es fundamental. No obstante, antes de realizar dicho registro y conforme a la lista proporcionada, es necesario que la revisión bibliográfica sea cuidadosamente seleccionada; es decir, debe orientarse a localizar información que sea realmente útil para los objetivos del estudio, priorizando aquellas fuentes que resulten más relevantes, significativas y actualizadas (Correa y Cruz, s.f.).

Con estas consideraciones, es importante señalar que, para el presente estudio, la investigación se enmarca inicialmente en una sinopsis de la revisión e interpretación de fuentes normativas y técnicas institucionales relacionadas con la Gestión del Riesgo de Desastres y la Seguridad Radiológica tanto a nivel nacional como internacional en

congruencia con la aplicación de técnicas como la entrevista para la recolección de información primaria, obtenida de actores clave que se vinculan a lo anteriormente descrito, cuyos aportes permitieron complementar y profundizar la exploración de los instrumentos normativos y técnicos revisados, fortaleciendo la validez del estudio y aportando insumos de análisis.

3. Población y muestra

De acuerdo con Hernández et al. (2014), se señala que en la investigación cuantitativa el concepto de muestra se orienta principalmente a la representatividad de la población; en contraste, la investigación cualitativa prioriza el análisis detallado y la profundización de los casos de estudio, sin que esto signifique una disminución del rigor científico (Hernández Sampieri 2014).

En este sentido, la población hace referencia al conjunto total de personas, objetos o acontecimientos que comparten características similares y resultan relevantes para la investigación. Por ello, su delimitación debe ser clara y precisa, con el fin de garantizar que los resultados obtenidos sean pertinentes y aplicables al grupo analizado. En el presente estudio, dado que la propuesta tecnológica tiene un enfoque cualitativo, este criterio cobra especial importancia.

3.1. Muestra

Según Salusplay (s. f.), la muestra se define como un subconjunto de la población o universo sobre el cual se desarrolla la investigación, con el objetivo de que los resultados puedan ser extrapolados al total de la población. Para que esta generalización sea válida, la muestra debe ser representativa, es decir, debe reflejar las características esenciales del conjunto completo (párr. 4).

La selección de la muestra de expertos entrevistados respondió a un muestreo intencional o teórico, propio de la investigación cualitativa, en el cual los participantes no se eligen por criterios estadísticos, sino por su pertinencia, experiencia y conocimiento especializado en relación con el objeto de estudio. (Patton 2002) En este sentido, la muestra se estructuró con base en la necesidad de recoger visiones complementarias desde los ámbitos normativo, técnico, operativo y comparado de la gestión del riesgo y la seguridad radiológica.

En primer lugar, se incluyó a un experto de España debido a que este país cuenta con un marco normativo consolidado y actualizado en materia de protección radiológica,

así como con una autoridad reguladora independiente y especializada. La participación de este experto permitió incorporar una perspectiva comparada internacional, orientada a identificar buenas prácticas normativas, mecanismos de coordinación institucional y criterios técnicos que pueden servir como referencia para el fortalecimiento del marco ecuatoriano.

De manera complementaria, se consideró a una experta de Brasil, país que representa un referente regional en seguridad radiológica y nuclear, con una estructura institucional robusta y una autoridad nacional específica en esta materia. Su inclusión permitió analizar experiencias cercanas al contexto latinoamericano, caracterizadas por desafíos institucionales y territoriales similares a los del Ecuador, pero con un mayor nivel de desarrollo técnico en la gestión del riesgo radiológico.

En el ámbito nacional, la muestra incluyó a una experta técnica de la Secretaría de Gestión de Riesgos, cuya participación resultó fundamental para comprender cómo se estructura actualmente la planificación de la respuesta ante desastres, cuáles son los criterios de priorización de amenazas y qué limitaciones existen para la incorporación de riesgos tecnológicos, como el radiológico, dentro del Plan Nacional de Respuesta. Su aporte creó una visión estratégica y normativa desde el ente rector de la gestión de riesgos.

Asimismo, se entrevistó a un experto de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), cuya inclusión se justificó por su conocimiento técnico especializado en el control, licenciamiento y supervisión de las prácticas que involucran radiaciones ionizantes. Este actor permitió identificar las fortalezas y debilidades del marco regulatorio técnico, así como su nivel de articulación con los instrumentos de gestión del riesgo y de respuesta a emergencias.

Finalmente, se incorporaron representantes de instituciones operativas de primera respuesta, específicamente de la Policía Nacional y del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, debido a su rol directo en la atención de emergencias. La participación de estos actores permitió contrastar la normativa y la planificación formal con la realidad operativa, identificando brechas en capacitación, protocolos, equipamiento y coordinación frente a eventuales emergencias radiológicas.

En detalle:

- *Expertos gubernamentales (estratégicos)*
 - Un experto de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.
 - Un experto de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), mismo que representa a la Autoridad Reguladora en Ecuador.

- *Expertos operativos (tácticos)*: un experto en Materiales Peligrosos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. También un experto del Equipo de Explosivos del Grupo de Intervención y Rescate de la Policía Nacional del Ecuador.
- *Expertos internacionales*: un experto de la Policía de España experto en anti -terrorismo y amenaza NRBQ (químicos, biológicos, radiológicos y nucleares) y analista de la División de Seguridad Nuclear en el Organismo Internacional de Energía Atómica. Viena – Austria. Además, de un experto de la Autoridad Nacional de Energía Nuclear, área de preparación y respuesta a emergencias radiológicas y nucleares.

Capítulo cuarto

Análisis de resultados

El presente capítulo muestra el análisis e interpretación de los resultados que se obtienen de la aplicación metodológica cualitativa. En función de los objetivos que se plantearon, el análisis se ha centrado en la información encontrada mediante la utilización de herramientas investigativas como es la construcción de una sinopsis de análisis documental enfocado a la reglamentación e instrumentos nacionales e internacionales, así como la aplicación de herramientas como la entrevista a expertos estratégicos y operativos que de acuerdo a su área de experticia y conocimiento, se vinculan a la Gestión de Riesgos y la respuesta a emergencias, específicamente las amenazas tecnológicas y radiológicas, considerando que la experiencia de estos actores profundiza en el conocimiento, buenas prácticas y conocimiento profesional.

Por otra parte, el diseño de los ejes temáticos que guiaron la investigación, se basaron en primera instancia en conocer cómo este tipo de amenazas figuran de forma directa o indirecta en la normativa vigente y que se incluyen en los ejes transversales concebidos por las instituciones y los participantes, priorizadas dentro de la Defensa Civil, Protección Civil o Gestión de Riesgos, luego, conocer aspectos estratégicos y operativos de la coordinación interinstitucional y en tercer lugar, apreciar cuáles son los desafíos para la incorporación de las amenazas tecnológicas de origen radiológico como componente del catálogo de amenazas del Plan de Respuesta.

En cuanto al análisis documental, entendida como una estrategia de investigación que permite examinar fuentes oficiales, con la finalidad de apreciar cómo los Estados cuentan con estructuras de sus sistemas de Gestión de Riesgos y la legislación pertinente en cuanto a la protección frente al uso de las radiaciones ionizantes con fines pacíficos. (Bowen 2009).

1. Análisis documental dirigido/ Análisis de discurso

Al analizar el texto con los códigos definidos de acuerdo con la metodología expuesta anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3
Matriz de resultados por código

N.º	Código	Normativa	Operativo	Definiciones	Total
1	Antrópicos/as Antropogénicos	24	1	4	29
2	Tecnológico/a, Tecnología	0	0	9	10
3	Humano/a, humanos	0	0	61	62
4	Material peligroso/Matpel/Hazmat	0	0	0	0
5	Radiológico/a, radiaciones	0	0	0	0

Elaboración propia

Los resultados mencionados aparecieron en el siguiente contexto:

Tabla 4
Matriz de contexto

Código	Descripción
Antrópico/a, antropogénicos	“[...] gestión de riesgos ante fenómenos adversos o antropogénicos
	“[...] desastres naturales o antropogénicos.
	“[...] desastres originados por causas naturales o antrópicas
Tecnológico/a, Tecnología	“[...] soporte tecnológico tipo ODK
	“[...] accidentes tecnológicos o industriales
	“[...] amenazas de origen socio tecnológicas
	“[...] herramientas tecnológicas de fácil acceso y uso
	“[...] herramientas tecnológicas e informáticas requeridas
	“[...] uso de las herramientas tecnológicas e informáticas
	“[...] ciencia y tecnología
Humano/a, humanos	“[...] gestión (manejo) de restos humanos
	“[...] asentamientos humanos
	“[...] protección de derechos humanos
	“[...] cualquier otra emergencia nacional por factores humanos o naturales
	“[...] cumplir con la garantía constitucional y universal de los derechos humanos
	“[...] otros activos humanos tangibles
	“[...] impactos económicos, humanos y ambientales
	“[...] Oficina de Derechos Humanos de Naciones Unidas
	“[...] recursos humanos
	“[...] restos humanos
Material peligrosos, MATPEL, HAZMAT	No se encontró
Radiológico/a, radiaciones	No se encontró

Elaboración propia

Considerando que la categoría “operativo” hace referencia a los lineamientos operativos específicos para actuación frente a distintas emergencias, se encontró:

- El código “antrópico/a, antropogénicos” una vez en esta categoría, refiriéndose al título del apartado correspondiente a “Amenazas Antrópicas”
- El código “tecnológico/a, tecnológicos” una vez en esta categoría, haciendo referencia al título del apartado correspondiente a “Amenazas Tecnológicas”
- El código “humano/a, humanos” una vez en esta categoría, haciendo referencia a: “[...] cualquier otra emergencia nacional por factores humanos o naturales”.
- El código “materiales peligrosos, MATPEL, HAZMAT” no se encontraron en la revisión integra del documento.
- El código “radiológico/a, radiaciones” no se encontraron en la revisión integra del documento.

2. Análisis comparativo de países

Para un estudio de benchmarking del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (Ecuador) comparado con Brasil y España, el análisis documental es una técnica dentro de la metodología cualitativa fundamental, y los documentos se pueden clasificar en grupos según su relevancia, utilidad y accesibilidad.

España y Brasil se consideran referentes pertinentes para la aplicación del benchmarking en el análisis del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos del Ecuador, debido a su experiencia consolidada en la implementación de sistemas integrales de gestión del riesgo de desastres.

2.1. Análisis normativo por país

Este análisis se realizará tomando como referencia tres países: Brasil, España y Ecuador.

2.1.1 Brasil

En el caso de Brasil, presenta un marco normativo más especializado y estructurado en materia de seguridad radiológica. La Ley No.14.222 del año 2012, crea la Autoridad Nacional de Seguridad Nuclear (ANSN), la misma que se constituyó como un acontecimiento relevante, estableciendo una institución estatal con autonomía,

responsable de la regulación, fiscalización y control de las actividades nucleares y radiológicas del país (Diario Oficial de la Unión, 2021).

Este marco se complementa con un amplio conjunto de normativa técnica creada por la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), regulando algunos aspectos como: límites de dosis, protección de trabajadores, licenciamiento, planes de emergencia, entre otros. La articulación de la Autoridad Nacional con los organismos estatales propicia la gestión del riesgo radiológico con especial atención en la prevención y la aplicación de técnicas operativas.

Por otra parte, La Ley No. 12.731/2012 establece que el Sistema de Protección del Programa Nuclear Brasileño (SIPRON) tiene como finalidad: “[...] coordinar y ejecutar acciones permanentes destinadas a asegurar la protección del Programa Nuclear Brasileño, incluyendo la planificación, prevención y respuesta ante situaciones de emergencia nuclear [...]” (SIPRON 2012).

El SIPRON no solo prevé la reacción ante un accidente, sino que incorpora la planificación previa, prevención y coordinación interinstitucional, elementos esenciales en la gestión del riesgo tecnológico. Desde una perspectiva de gestión del riesgo de desastres, esta ley reconoce implícitamente que los eventos radiológicos requieren capacidades técnicas, normativas y operativas distintas a las de los desastres naturales, lo cual fortalece la gobernanza del riesgo.

Desde el punto de vista metodológico, este caso interpone la integración como principal componente entre la regulación, el control y los mecanismos de respuesta.

Este cuerpo legal constituye el eje normativo específico sobre el cual Brasil estructura su preparación y respuesta frente a emergencias nucleares y radiológicas. A diferencia de otros países donde este tipo de eventos se incluye únicamente dentro de la gestión general de desastres, Brasil opta por un sistema especializado, que presenta competencias claras y diferenciadas.

2.1.2 España

España cuenta con uno de los marcos normativos más avanzados con relación a la protección radiológica. La Ley 15/1980, creada por el Consejo de Seguridad Nuclear, insta una autoridad reguladora independiente, que se encarga de velar por la seguridad nuclear y la protección radiológica de las personas y el medio ambiente (Consejo de Seguridad Nuclear 1980). Este marco ha sido actualizado mediante el Real Decreto 1029/2022, que aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos

derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, en armonía con las directivas de la Unión Europea y los estándares del Organismo Internacional de Energía Atómica.

El Real Decreto 1564/2010, de 19 de noviembre, aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Radiológico, que “[...] establece los criterios mínimos que habrán de seguir las distintas Administraciones Públicas y, en lo que corresponda, los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas [...] para la elaboración, implantación y mantenimiento de la eficacia de los planes especiales de protección civil frente a emergencias radiológicas [...]” (Boletín Oficial del Estado 2010).

Dentro de esta misma normativa se crea el Comité Estatal de Coordinación (CECO) que articula a las principales instituciones estatales responsables de la planificación y respuesta en emergencia radiológica.

Además, la respuesta se organiza bajo un esquema de planes estatales y autónomos, como el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Radiológico aprobado por Real Decreto 1054/2015, que coordina la actuación de recursos y servicios del Estado ante este tipo de emergencias (Boletín Oficial del Estado 2015).

Este modelo incorpora un enfoque mixto de planificación normativa y operativa, definiendo un esquema de lo que debe hacerse, sino también cómo deberá ser la articulación frente a la respuesta operativa desde la planificación, combinando elementos regulatorios, operativos y de coordinación, otorgando un marco robusto para enfrentar emergencias complejas que involucran un riesgo de origen radiológico.

2.1.3. Ecuador

En Ecuador, el marco que rige la gestión, planificación y respuesta ante todo tipo de emergencias y desastres se estructura principalmente a través de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, aprobada por la Asamblea Nacional en 2024. Esta ley:

[...] tiene por objeto normar los procesos para la planificación, organización y articulación de políticas y servicios para el conocimiento, previsión prevención, mitigación, la respuesta y la recuperación ante emergencias, desastres, catástrofes, endemias y pandemias [...] garantizando la seguridad y protección de las personas, las colectividades y la naturaleza frente a las amenazas de origen natural y antrópico [...]. (Ecuador 2024, art. 1)

Adicionalmente, la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres es aplicable a todas las amenazas antrópicas, lo cual incluye riesgos tecnológicos como los radiológicos, aunque no siempre con un detalle específico técnico para estos eventos.

Su reglamento también regula las responsabilidades, funciones y atribuciones de las instituciones públicas para implementar la gestión integral del riesgo, incluyendo la planificación y respuesta.

La normativa ecuatoriana actual muestra un marco amplio e integrador que aborda la gestión de riesgos desde una perspectiva multi amenaza, en línea con los principios del desarrollo sostenible y la gobernanza del riesgo.

- *Universalización de procesos:* a diferencia de Brasil o España, Ecuador no cuenta con una ley específica para emergencias radiológicas, sino con un marco general de gestión de riesgo de desastres que contempla fenómenos naturales y antrópicos, siendo los radiológicos un subconjunto dentro de esta categoría general (Ecuador 2024).
- *Integración institucional:* la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y su reglamento ponen énfasis en la coordinación y planificación interinstitucional para todo tipo de riesgos, sin embargo, no despliegan criterios técnicos detallados para la emergencia radiológicas como lo hacen Brasil (SIPRON) o España con su Directriz específica (Ecuador 2024)
- *Estructura adaptable:* dado que la ley crea el marco amplio para todas las amenazas, existe espacio para la integración de variables y creación de escenarios, así como la adaptación de normativas sectoriales o instrumentos técnicos específicos (planes, guías o protocolos) que desarrollen con mayor precisión la respuesta a eventos radiológicos dentro de este sistema general (Ecuador 2024).

En conclusión, La Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Ecuador consagra un marco legal que establece que la gestión integral de riesgos incluye la preparación, respuesta y la recuperación frente a todas las amenazas, tanto de origen natural como antrópico (Ecuador 2024). Este enfoque normativo amplio permite que las amenazas radiológicas, aun cuando no se mencionen de forma explícita, sean incorporadas en el catálogo nacional de amenazas y en los instrumentos técnicos llamados a operacionalizar la gestión del riesgo en el país.

Tabla 5
Matriz de codificación para el análisis documental de la normativa en Gestión de Riesgos y Seguridad Radiológica

Cod	País	Tipo de norma	Norma analizada	Ámbito de aplicación	Categoría de análisis	Elementos clave	Aporte al estudio
D1	Ecuador	Ley Orgánica	Ley Orgánica de Gestión de Riesgos	Gestión integral del riesgo	Reconocimiento de amenazas	Enfoque general de amenazas naturales y antrópicas: no incluye de forma explícita el riesgo radiológico.	Evidencia la ausencia de reconocimiento formal del riesgo radiológico en el marco rector de la Gestión de Riesgos.
D2	Ecuador	Reglamento/ Norma técnica	Reglamento de Seguridad Radiológica.	Uso de radiaciones ionizantes.	Protección radiológica	Principios de justificación, optimización y limitación de dosis; control técnico de fuentes.	Muestra la existencia de regulación técnica sin integración plena al sistema nacional de respuesta.
D3	Ecuador	Norma técnica sectorial	Normativa técnica para instalaciones con radiación ionizante	Salud, industria, investigación	Licenciamiento y control	Requisitos técnicos, administrativos y de protección radiológica.	Refuerza la fragmentación normativa en el abordaje del riesgo radiológico.
D4	Brasil	Ley Federal	Ley No. 104.222/2021 (ANSN)	Seguridad nuclear y radiológica.	Autoridad reguladora	Creación de autoridad nacional especializada e independiente	Sirve como referente regional para institucionalidad en seguridad radiológica.
D5	Brasil	Norma técnica	Normas CNEN	Actividades radiológicas y nucleares	Protección radiológica y emergencias	Límites de dosis, licenciamiento, planes de emergencia.	Evidencia una regulación técnica detallada y articulada.
D6	España	Ley	Ley 15/1980 (CSN)	Seguridad nuclear y radiológica.	Gobernanza y control	Creación de autoridad reguladora independiente	Referente de gobernanza institucional en protección radiológica.
D7	España	Real decreto	Real Decreto 1029/2022	Protección de la salud	Preparación y respuesta	Regulación integral de la exposición a radiaciones ionizantes.	Ejemplo de integración normativa y actualización conforme a estándares internacionales.

Fuente: Análisis documental de la normativa vigente de Ecuador, Brasil y España (2025)

Finalmente, y respecto a las entrevistas, es importante resaltar que más allá de que este apartado muestre el resultado de una herramienta aplicada, busca entender críticamente la información proporcionada por los entrevistados de acuerdo con los contextos estatales y estándares internacionales aplicados en el Ecuador y países que fueron tomados como referencia para este estudio.

A continuación, se presenta un esquema que resume los ejes temáticos y las preguntas que sirvieron de guía para el desarrollo de las entrevistas, constituyendo de basamento para el análisis comparativo de los testimonios de los participantes y posterior valoración en función de la comprensión del objetivo de esta investigación.

Tabla 6
Bloques temáticos

Eje temático	Preguntas orientadoras
Arquitectura organizacional de los sistemas de Defensa Civil, Protección Civil o Gestión de Riesgos.	¿Conoces tú qué estrategia nacional se ha desarrollado en tu país para enlazar los planes específicos de preparación y respuesta ante un evento radiológico al Sistema de Gestión de Riesgos, llámese Protección Civil o Defensa Civil?
Evaluación estructural de los planes de respuesta.	¿Cómo valoras la estructura y alcance de los planes de respuesta ante desastres de tu país respecto a la determinación de la amenaza como tal e inclusión de escenarios de naturaleza, radiológica o nuclear?
Reconocimiento de los mecanismos de coordinación estratégica y operativa.	¿Cómo se articula actualmente la coordinación gubernamental estratégica y operativa de las distintas instituciones involucradas en la gestión de amenazas radiológicas y tecnológicas en tu país?
Fortalecimiento de la planificación.	¿Qué mecanismos o estrategias deberían incorporarse en los sistemas nacionales de gestión de riesgos, Protección Civil o Defensa Civil para integrar eficazmente el componente radiológico en la planificación, ¿así como los procesos de preparación y respuesta ante emergencias de esta índole?
Reconocimiento de buenas prácticas nacionales e internacionales.	¿Conoces experiencias nacionales o internacionales que puedan servir de referencia para incluir las amenazas radiológicas en los planes estatales de respuesta ante emergencias?
Evaluación de la capacidad de respuesta y retos de los primeros respondedores.	¿Cuáles considera que son los principales desafíos operativos y de coordinación interinstitucional que enfrentan los equipos de primera respuesta ante emergencias de origen tecnológico o radiológico?
Aplicación operativa de los protocolos actuales.	¿De qué manera los protocolos nacionales o institucionales actuales, facilitan o limitan la articulación entre los niveles operativo y estratégico durante una emergencia de gran magnitud?

Elaboración propia

Pregunta 1: ¿Conoces tú qué estrategia nacional se ha desarrollado en tu país para enlazar los planes específicos de preparación y respuesta ante un evento radiológico al Sistema de Gestión de Riesgos, llámese Protección Civil o Defensa Civil?

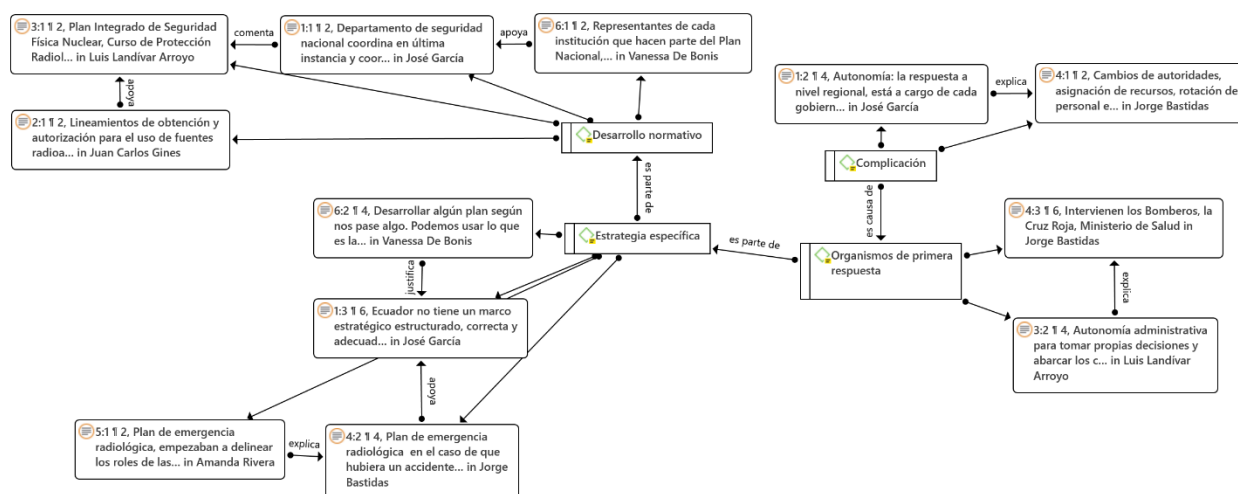


Figura 1. Arquitectura organizacional de los sistemas de Defensa Civil, Protección Civil o Gestión de Riesgos. Fuente y elaboración propias.

Análisis

La estrategia principal parte del desarrollo normativo. En el caso de España, existe un Departamento de Seguridad Nacional que coordina la elaboración de estrategias nacionales y trabaja juntamente con los organismos competentes para definir normas generales e instrucciones técnicas. Este enfoque coincide con la metodología utilizada en Brasil, donde los representantes de cada institución que integra el Plan Nacional, se reúnen para debatir las situaciones actuales y planificar la preparación mediante ejercicios. En Ecuador, el desarrollo normativo se refleja sobre todo en los lineamientos de obtención y autorización para el uso de fuentes radiactivas, los cuales contribuyen a la formulación de documentos como el Plan Integrado de Seguridad Física nuclear, el Curso de Protección Radiológica y la normativa RAD, en los cuales se detalla cómo atender emergencias radiológicas.

A partir del desarrollo normativo, surgen también estrategias específicas. En Brasil, estas estrategias se construyen con base en experiencias previas del país, lo que permite ajustar los planes según las vivencias nacionales, apoyándose además en la estructura general de respuesta a accidentes nucleares. Este contraste ayuda a explicar por qué Ecuador aún no cuenta con un marco estratégico estructurado, adecuado y completo, es decir, el país no ha enfrentado un evento radiológico que exija una respuesta de gran magnitud, lo que ha limitado la creación de políticas más sólidas. Sin embargo, Ecuador

sí posee un Plan Nacional de Emergencias Radiológicas, aunque este se relaciona más con el ámbito de la salud y las aplicaciones nucleares, así como la prevención ante un posible accidente, sin embargo, no está plenamente integrado con la seguridad, la protección física de las fuentes o la creación de un proceso de articulación con el plan Plan de Respuesta Nacional ante Desastres. Es el Plan Integrado de Seguridad Física Nuclear el que vincula estos aspectos, abordando eventos adversos como sabotaje o intervención no autorizada de fuentes de radiación.

Dentro del plan ecuatoriano, también se empezaban a definir con mayor claridad los roles institucionales y las funciones del ente rector de Gestión de Riesgos, especialmente en emergencias radiológicas asociadas a escenarios de seguridad o terrorismo. Como parte de esta planificación, se establece a los organismos de primera respuesta como son los Bomberos, quienes poseen autonomía administrativa para tomar decisiones de respuesta en los cuatro ejes operativos: rescate, combate de incendios, atención prehospitalaria y manejo de materiales peligrosos. No obstante, esta autonomía puede generar complicaciones, tal como se ha observado en España, donde la respuesta ante un evento radiológico recae en los gobiernos autónomos. Esto puede provocar problemas como cambios frecuentes de autoridades, asignaciones de recursos desiguales y alta rotación del personal encargado de la respuesta, generando así posibles brechas en la coordinación nacional.

Comparación -cita

A diferencia de Ecuador, donde la articulación entre los planes específicos de preparación radiológica y el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos aún es incipiente, Italia presenta un modelo altamente estructurado. Según el National Plan for the management of radiological and nuclear emergencies,

The Plan defines in particular the operational procedures for managing the flow of information between the various subjects involved, the activation and coordination of the main components of the National Civil Protection Service (SNPC), and describes the organizational model for the emergency management, with an indication of the priority interventions to be implemented, at national level, for maximum reduction of the effects induced on the population and the environment. [El Plan define, en particular, los procedimientos operativos para la gestión del flujo de información entre los distintos sujetos implicados, la activación y coordinación de los principales componentes del Servicio Nacional de Protección Civil (SNPC), y describe el modelo organizativo para la gestión de emergencias, con una indicación de las intervenciones prioritarias que deben implementarse, a nivel nacional, para la máxima reducción de los efectos inducidos sobre la población y el medio ambiente.] (Geri 2025)

Este enfoque evidencia una integración completa entre la normativa, la coordinación interinstitucional y la operatividad, asegurando una respuesta homogénea y eficiente. En contraste, Ecuador, aunque cuenta con planes como el Plan Nacional de Emergencias Radiológicas (plan RAD), el Plan Integrado de Seguridad Física Nuclear y el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, no ha consolidado un sistema que garantice la coordinación nacional en todas las fases del evento, lo que genera brechas frente a modelos europeos más maduros.

Pregunta 2: ¿Cómo valoras la estructura y alcance de los planes de respuesta ante desastres de tu país respecto a la determinación de la amenaza como tal e inclusión de escenarios de naturaleza, radiológica o nuclear?

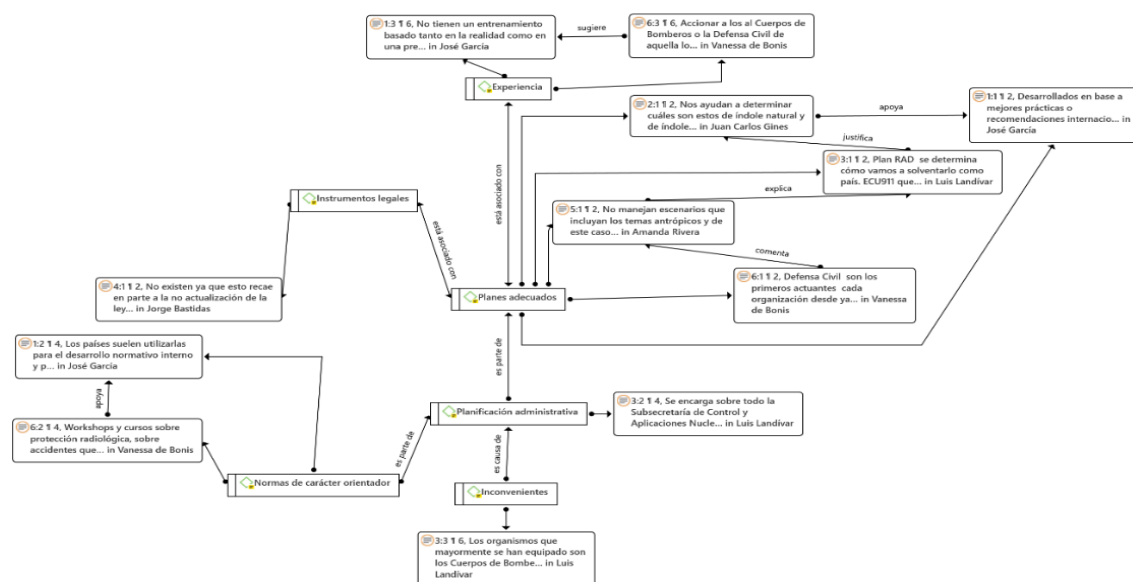


Figura 2. Red hermenéutica Evaluación estructural de los planes de respuesta.

Fuente y elaboración propia

En Ecuador se da a conocer que el manejo de escenarios que incluyan amenazas antrópicas es incipiente y casi inexistente, mucho más si consideramos a las de origen radiológico como tal. Sin embargo, sí existe el Plan RAD (Plan Radiológico), el cual determina cómo se va a solventar una situación de emergencia radiológica, el mismo que señala al ECU911, como un sistema integrado de emergencias y de coordinación en Ecuador, elemento clave para la intervención de los organismos de respuesta articulados tanto locales como estatales. De esta forma, la estructuración y reformulación adecuada de planes ya existentes que integren procesos de interconexión graduada en atención a

emergencias, sustentan el accionar de las instituciones en base a mejores prácticas o recomendaciones internacionales

En el caso de España, se señala por parte del entrevistado que tanto el Organismo de Energía Atómica (OIEA) la Comisión Europea, juegan un papel muy importante en el ámbito radiológico. La Comisión Europea dicta normas, algunas de ellas con carácter vinculante, como son las directivas. No obstante, estas amenazas no se traducen directamente en documentos reguladores que efectivicen una respuesta específica. En realidad, cubren ciertas amenazas, pero las amenazas radiológicas que parten de eventos radiológicos como tal, no son contempladas. Teniendo en cuenta que la Protección Civil tiene como objetivo fundamental salvar vidas, proteger los bienes y el medio ambiente y reúne de forma consolidada a los entes gubernamentales y los primeros actuantes frente a una emergencia, cada organización desde ya hace varios años ha ido fortaleciendo sus capacidades y desarrollados procesos de especialización para la formación del personal de respuesta con experticia en el manejo de escenarios de naturaleza radiológica – nuclear.

Es importante señalar que de acuerdo a lo que mencionan los entrevistados específicamente de la parte nacional, el primer paso es crear la necesidad de establecer una planificación administrativa y hoja de ruta basada y respaldada en lo que establece la Constitución de la República del Ecuador, Leyes y Reglamentos afines y que se adaptan a esta problemática, proceso que debe ser llevado por la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares como Autoridad Reguladora en Ecuador y entidad que pertenece al Ministerio de Energía, con la finalidad de establecer nexos de coordinación interinstitucional para la integración del Plan RAD al Plan Nacional de Respuesta ante Desastres de Ecuador, partiendo desde la categorización de las amenazas, construcción de variables e identificación de posibles escenarios. Consecuentemente, las instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos como los Cuerpos de Bomberos, Policía Nacional, Fuerzas Armadas, entre otras instituciones estatales, definirán sus estrategias y manejo de la información. En este caso podríamos citar como ejemplo el mapeo de las fuentes radiactivas a nivel nacional, lo cual facilitaría a las instituciones las estrategias que definen su accionar en su ámbito de competencia dentro de los procesos de prevención, preparación y respuesta.

Según la Agencia Internacional de Energía Atómica (2025) menciona que:

La preparación y respuesta ante emergencias radiológicas requiere un marco internacional sólido que combine instrumentos jurídicos, estándares de seguridad y sistemas de

coordinación global. En países europeos, por ejemplo, la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE ha promovido plataformas de intercambio transfronterizo en tiempo real para mejorar la comunicación y la coordinación de acciones protectoras, mientras que la Organización Mundial de la Salud ha integrado los riesgos radio-nucleares dentro del Reglamento Sanitario Internacional, fortaleciendo la capacidad de los Estados para responder a incidentes que van desde exposiciones individuales hasta emergencias de alcance global. (International Atomic Energy Agency 2025).

Por consiguiente, es importante considerar ciertas normas de carácter orientador aplicadas en otros países utilizados para el desarrollo normativo estatal, así como la construcción de instrumentos que muestren un proceso técnico basado, por ejemplo, en el Código de Conducta, la Colección de Normas de Seguridad del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), publicaciones como la Preparación y Respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica del OIEA y otras publicaciones conexas, las mismas que proporcionan una guía acordada a nivel internacional de las bases fundamentales de seguridad que un Estado puede aplicar en función de la protección.

Por otra parte, es importante señalar que la experiencia adquirida por otros países en la respuesta ante sucesos radiológicos ocurridos en distintas partes del mundo marca un camino de aprendizaje y fortalecimiento de las capacidades estatales de preparación y respuesta frente a esta problemática, lo que ha permitido organizar de forma efectiva la coordinación estatal y el desarrollo de estrategias operacionales. Como ejemplo podemos mencionar que Brasil ha tenido una amplia trayectoria de crecimiento institucional a tal punto que cuenta con un Batallón de Defensa NRBQ (nuclear, radiológico, biológico y químico) y el desarrollo de estrategias nacionales sólidas.

Finalmente se menciona que es lamentable que en Ecuador no exista una base jurídica sólida que reúna instrumentos legales que fortalezcan a las entidades competentes en su accionar. Cabe recalcar que actualmente se dispone de la Ley de Energía Atómica desde el año 78, la cual no ha sido actualizada. Tampoco existe una dirección adecuada desde el Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana en lo que concierne a la Cooperación Internacional y el establecimiento de acuerdos internacionales que benefician y aportan al desarrollo del país por parte de Naciones Unidas y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en virtud de que se ha dejado de delegar funciones de acuerdo a lo que le compete a cada entidad, lo que ocasiona que las mismas no ejerzan en sus atribuciones estas competencias y al no ejercerlas, no existe un presupuesto asignado mediante una política pública.

instituciones de respuesta quienes dirigen toda su atención a su llamado. Cabe recalcar que instituciones como la Policía Nacional y Cuerpos de Bomberos, aplican también sistemas adicionales de planificación y organización como el Sistema de Comando de Incidentes para el cual se han estado entrenando, y por otra parte en Brasil se agrega que ellos disponen de un plan macro nacional para una respuesta nuclear y de una estrategia gubernamental que son los centros de emergencia a nivel local operacional – operativo, provincial que es el nivel estratégico y el Centro Nacional a nivel operacional – estratégico, nivel táctico de coordinación local, estatal y nacional para la coordinación en casos de emergencia [...] es la estrategia gubernamental que tenemos ahora mismo como coordinación. Por otra parte, los Canales de Protección Civil está asociado con los Planes de Emergencia, a la vez que contrasta en que la articulación de estos temas obviamente obedece en base a las necesidades de emergencia que tiene el país, es decir que la coordinación y articulación nace a raíz de donde se ve y establece la amenaza, desde donde se observa la amenaza. En Ecuador el sistema intercomunicado del ECU 911 es quien vincula todas las respuestas y las operativiza con las diferentes instituciones. Bajo esta premisa, no se justifica que hasta el momento al menos de la experiencia que se tiene, más bien la comunicación directa y personal por amistad, ha sido lo que ha permitido resolver algunas emergencias y eso es un claro ejemplo de que no está funcionando la integración que ya debería existir como sistema integrado y valga la redundancia, pero es un sistema integrado en el cual se debería determinar este proceso de activación. En España es la experiencia que mide el propio canal. Los Planes de Emergencia es parte del nivel nuclear que detalla que utilizamos de este sistema para en el caso de que ocurra alguna amenaza radiológica [...] la estrategia gubernamental que tenemos ahora mismo como coordinación, los planes que se generan a través de planes de emergencia locales que se apoyan en los planes de emergencia a nivel regional de las 17 comunidades autónomas y estos a su vez están apoyados por la división general de Protección Civil nacional. Explica que estas instituciones son las que se van generando en base a un plan macro que determina responsabilidades, funciones y atribuciones, va generando la respuesta y establece anticipación por si es que la resolución de la emergencia es de tipo radiológico. En Ecuador se señala que esa respuesta específica corresponde a: deberíamos ser principalmente los bomberos por el equipamiento que poseemos, además, formaliza que creo que eso sí tiene un esquema muy claro a través de los Cuerpos de Bomberos, la Policía Nacional [...] organizar el sistema operativo, aunque como contra balance, no tenemos nada específico, no tenemos un plan nacional respecto a eso.

En contraste con el hallazgo local sobre la falta de integración efectiva en el sistema de respuesta, los modelos de planificación internacional para emergencias radiológicas exigen una estructura rigurosa y jerárquica con responsabilidades claramente definidas:

“El PLAN RAD describe tanto la responsabilidad de la Agencia Técnica Principal (ATP) como de las otras agencias de gobierno que puedan estar implicadas en la respuesta. El objetivo operacional es [que] la ATP para lograr esto coordinará todos los aspectos radiológicos de las acciones de gobierno que tengan que ver con las autoridades”. (OIEA, s.f.)

El plan se organiza de manera que sus acciones estén coordinadas con los distintos programas de respuesta ante emergencias que ya operan en el país, asegurando que todas las medidas se desarrollen de forma articulada dentro del marco del Sistema Nacional de Emergencias, subrayando la necesidad de una articulación formal y técnica, lo cual resalta la brecha en el sistema local donde la “comunicación directa y personal por amistad ha sido lo que permitido resolver algunas emergencias” (L.L 2025, entrevista personal).

Pregunta 4: Qué mecanismos o estrategias deberían incorporarse en los sistemas nacionales de gestión de riesgos, Protección Civil o Defensa Civil para integrar eficazmente el componente radiológico en la planificación, ¿así como los procesos de preparación y respuesta ante emergencias de esta índole?

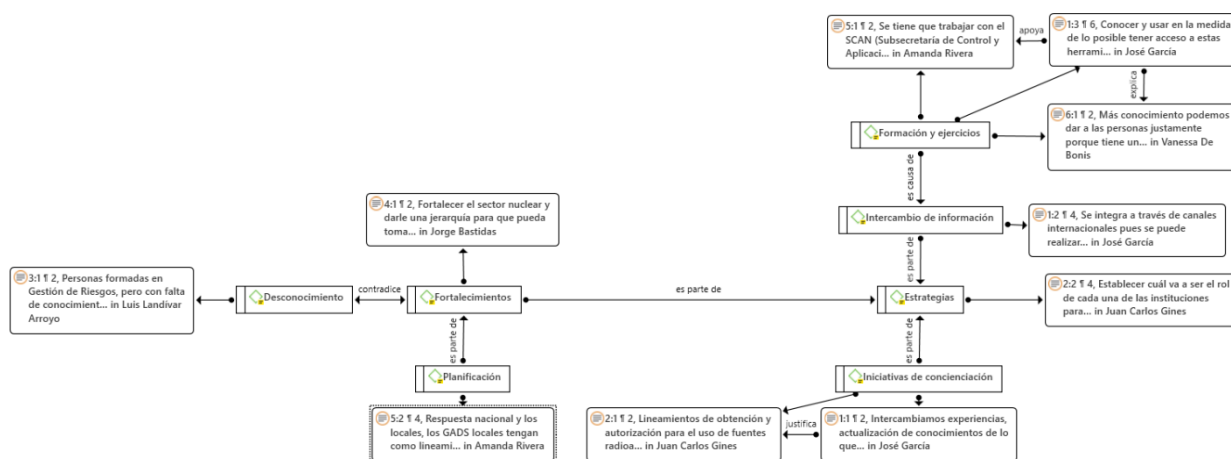


Figura 4. Fortalecimiento de la planificación
Elaboración propia

Análisis

En Ecuador, la necesidad de integrar el Plan RAD al Plan de Respuesta Nacional ante Desastres, reformular la estrategia de preparación y respuesta ante eventos radiológicos y, en general, ante amenazas tecnológicas, se hace visible. La estrategia principal en este punto consiste en establecer cuál va a ser el rol de cada una de las instituciones, con el objetivo de mantener un canal de coordinación efectivo, permitiendo que las mismas conozcan sobre su área de responsabilidad, capacidades con las que cuentan, así como también sus limitaciones, favoreciendo a la toma de decisiones, optimización de recursos y tiempo de respuesta óptimo dirigido a la protección de la población. En este sentido, uno de los panoramas que más se plantean es considerar montar escenarios relacionados a las situaciones reales a las que se han enfrentado otros países, con el fin de ir incorporando buenas prácticas a los procesos de preparación a todas las instituciones que forman parte del Sistema en el Ecuador. Además, otra de las estrategias se basa en contar con un plan de monitoreo, alertas y comunicación, así como ajustar la planificación nacional ante desastres y la revisión y actualización del catálogo de amenazas como parte fundamental de una evaluación del riesgo para un proceso de respuesta coordinado frente a una amenaza radiológica.

Para fortalecer estas acciones, Ecuador podría tomar ciertos modelos de estrategias aplicados en otros países. Por ejemplo, España inicia con el intercambio de información, es decir, se integra a través de canales internacionales utilizando como herramienta la Base de Datos sobre Incidentes y Tráfico Ilícito (ITDB) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). De la misma manera, EUROPOL también cuenta con una red de expertos en explosivos y NRBQ (químicos, biológicos, radiológicos y nucleares) que realizan exposiciones de los incidentes recientes en los países. Por lo tanto, se entiende que conocer y utilizar estas herramientas como lo son los sistemas de información, redes profesionales, redes de expertos como direccionamiento técnico, sería de gran ayuda para la formación y preparación de ejercicios de entrenamiento. Esto puede convertirse en la mejor forma de poner a prueba procedimientos y protocolos, teniendo en cuenta que cualquier incidente relacionado al ámbito radiológico, iniciará en un proceso de emergencia en el que intervienen varias instituciones.

En Brasil se comparte una visión similar, ya que, debido a la alta rotación de personal en el campo nuclear, es importante fortalecer el conocimiento y entrenamiento continuo a los profesionales que se integran a las distintas áreas de las instituciones en el

desarrollo de esta temática, sobre el tipo de riesgo y procedimientos de actuación y respuesta. Esto refuerza la necesidad de que Ecuador también fortalezca su organización institucional. En consecuencia, en el caso ecuatoriano se plantea la necesidad de trabajar con la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), considerando que es el ente rector en radiaciones ionizantes en nuestro país, institución que dispone de información relevante como el mapeo de las entidades que manejan fuentes, el tipo de materiales radiactivos que se utilizan y el Plan Radiológico. Así, se puede conocer cuáles son los potenciales impactos que ocurriría como contaminación de fuentes de agua, suelo etc., y establecer cómo ya se van anclando a los diferentes mecanismos de coordinación.

Volviendo a la estrategia principal, se considera necesario fortalecer específicamente el sector nuclear y otorgarle una jerarquía para que pueda tomar decisiones y emitir políticas públicas, sin depender del aval del sector al que está subrogado actualmente. Esto permitiría articular a las otras instituciones de tal forma que se pueda llegar a un mecanismo o a un instrumento gubernamental que puede ser a través de una ley. En definitiva, fortalecer la rectoría del sector nuclear en el país a través de un Viceministerio o una Secretaría independiente sería el primer paso para una planificación más amplia. Dicha planificación que consiste en definir la respuesta nacional y los locales, de modo que los gobiernos autónomos descentralizados (los GAD) tengan lineamientos claros de qué hacer y cuáles son sus capacidades.

Finalmente, es importante que exista un direccionamiento por parte de la Autoridad Reguladora y la creación de la necesidad de establecer canales de coordinación y trabajo conjunto con las instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos para la actualización de los protocolos de activación ante emergencias que se sustentan en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, considerando la estimación de variables y escenarios que permitan efectivizar los procesos de evaluación de una amenaza radiológica y efectivizar la respuesta.

Según Yadollahifar (2025), la preparación ante incidentes radiológicos parte de establecer una clara coordinación entre las organizaciones que participan en la respuesta ante los eventos radiológicos dados. También se menciona la importancia de la gestión en el lugar de los hechos, ya sea en aspectos médicos, no médicos y los recursos. Además, se considera necesario estar preparados y realizar evaluaciones para identificar factores que alteren la comunicación y la coordinación, y la integración de las políticas de preparación. Esto contrasta con lo que sucede en Ecuador, ya que en el país no existe dicha coordinación, y esa es la principal razón de reforzar el sector nuclear. Si bien existe

un Sistema Integrado de Seguridad ECU 911, el hecho de que los expertos que operan ahí aún presentan falta de conocimiento en esta área específica que es la protección radiológica o la protección física nuclear, termina provocando la toma de decisiones fuera de lugar y así, la desorganización solo logrará desestabilizar el accionar en esta área (Yadollahifar 2025).

Pregunta 5: ¿Conoces experiencias nacionales o internacionales que puedan servir de referencia para incluir las amenazas radiológicas en los planes estatales de respuesta ante emergencias?

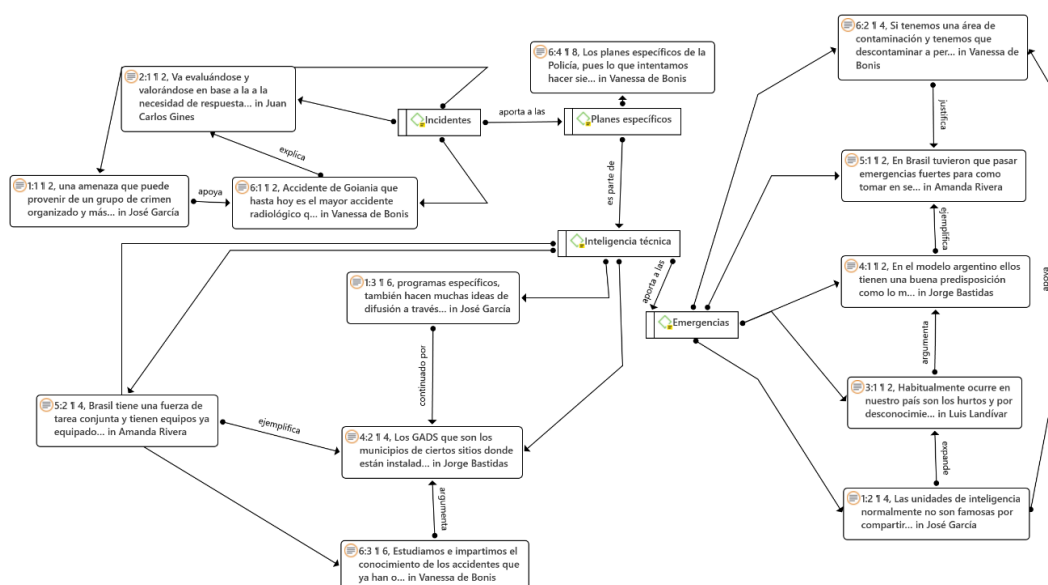


Figura 5. Reconocimiento de buenas prácticas nacionales e internacionales
Elaboración propia

Análisis

En primer lugar, se requiere inteligencia técnica apoyada en programas específicos. Además, es fundamental generar estrategias de difusión mediante boletines, informes técnicos y actividades regionales de formación y concienciación. El estudio de accidentes pasados permite comprender sus causas, que en la mayoría de los casos son de origen humano y podrían haberse evitado.

Tomando el ejemplo de Argentina los GADS que son los municipios de ciertos sitios donde están instalados los reactores, el nivel de seguridad que tienen donde tú puedes ver los gendarmes (ejército y policía), tienen un entrenamiento específico en ese tema de cómo afrontar en caso de que hubiera un accidente en el reactor o un asalto al reactor. O como es el caso de Brasil que tiene una fuerza de tarea conjunta y tienen equipos especializados que están listos como para responder. En Ecuador la respuesta

operativa – técnica recae en los Cuerpos de Bomberos, hasta cierto punto, de acuerdo con la evolución de la amenaza y la preparación y coordinación previa mediante planificación conjunta por parte de las entidades gubernamentales y de respuesta. Por lo tanto, son las instituciones también las llamadas a establecer su propia planificación específica que pueda orientar su trabajo conjunto con las otras instituciones involucradas, a fin de evitar duplicar esfuerzos y optimizar los tiempos de respuesta y resolución a una emergencia de este tipo.

Desde este enfoque, una planificación adecuada dentro de la preparación y respuesta permitirá evitar incidentes que se deriven de amenazas que puedan provenir del crimen organizado nacional y transnacional o de grupos terroristas. Esta capacidad de respuesta se proyecta como un proceso sujeto a evaluación y valoración según su naturaleza y desarrollo de una emergencia radiológica, reconociendo la necesidad de anclar los procedimientos nacionales a la normativa internacional que regula la seguridad radiológica. En nuestro país existen sistemas de información para evaluación de la amenaza que podrían constituir un insumo estratégico en la creación de escenarios que se adapten a la realidad del Ecuador. Este análisis se asocia a la importancia de aprender de experiencias que han llevado a otros países a fortalecer sus sistemas de prevención, preparación y respuesta como es el caso del accidente radiológico de Goiânia que hasta hoy es el mayor accidente radiológico registrado en América Latina, cuyo impacto se agravó debido a que la fuente radiactiva no era sólida, sino en polvo. La entrevistada destaca que en la actualidad los equipos de radioterapia utilizan fuentes metálicas mucho más seguras.

La cooperación internacional en seguridad radiológica evidencia que distintos agentes han desarrollado estrategias complementarias para enfrentar emergencias. En Brasil, tras el accidente de Goiânia, se fortalecieron las políticas públicas y la capacitación comunitaria, mientras que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha promovido estándares globales de protección radiológica y respuesta coordinada. En Ecuador, el reconocimiento del OIEA a la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares refleja un esfuerzo por adaptar estas directrices internacionales al contexto local, articulando cuerpos de bomberos, policía y gobiernos autónomos descentralizados. Esta comparación muestra que la efectividad depende tanto de la experiencia histórica como de la alineación normativa internacional (Riveiro & Galvao 2023) ; (CELEC EP Transelectric 2018)

Dentro de la gestión de manejo de materiales peligrosos es el Cuerpo de Bomberos la institución llamada a atender este tipo de emergencias. El entrevistado menciona que lo que habitualmente ocurre en Ecuador son los hurtos del equipo que contiene una fuente radiactiva, que por lo general son los densímetros nucleares utilizados por varias empresas

en áreas de construcción, minería, control de calidad, entre otros, los mismos que son utilizados para medir humedad y densidad del suelo, y, por desconocimiento, quienes las sustraen, no necesariamente tienen la intención de robar una fuente iónica, sino más bien lo que ocurre es que no se dan cuenta de lo que se están robando, no han tenido el conocimiento para reconocer o identificar la señalética y se la llevaron.

En este sentido, se visibiliza por parte de los entrevistados que la problemática no se basa únicamente en hechos aislados o fortuitos derivados del desconocimiento como es el caso del hurto de los equipos, sino también de dinámicas institucionales, falta de planificación, coordinación, entre otros.

Como describe el entrevistado de España, lo más preocupante es que las unidades de inteligencia normalmente no son famosas por compartir información, sino que la difusión de esa información se hace de una manera muy puntual y selectiva con unos digamos corresponsales o canales específicos. En este punto surge la necesidad de fortalecer el uso de la información por medio de los canales de inteligencia para anticiparse a escenarios potenciales. Desde esta premisa, los entrevistados puntualizan en que los procesos de Gestión del riesgo aplicado a una amenaza radiológica, no debe estar sujeto a su ocurrencia como lo sucedido con Goiania – Brasil, donde un incidente radiológico severo, obligó al país a replantear la actualización de sus procesos de atención a emergencias mediante la evaluación de riesgos, protocolos de atención, coordinación interinstitucional, legislación, reglamentación, entre otros.

Pregunta 6: Desde tu experiencia profesional, ¿cuáles considera que son los principales desafíos operativos y de coordinación interinstitucional que enfrentan los equipos de primera respuesta ante emergencias de origen tecnológico o radiológico?

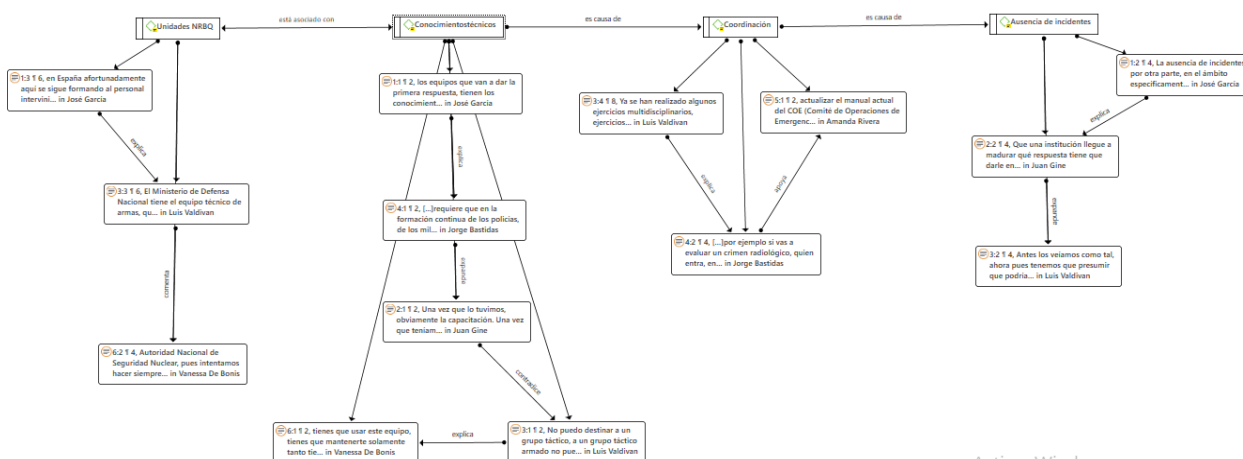


Figura 6. Evaluación de la capacidad de respuesta y retos de los primeros respondedores.
Elaboración propia

Análisis

En Ecuador, la necesidad de reformular completamente la estrategia ante eventos radiológicos y otras amenazas se hace visible debido a una disociación entre la capacidad de respuesta y el conocimiento técnico especializado. La estrategia principal radica en establecer el rol de cada una de las instituciones mediante la simulación de escenarios reales para incorporar prácticas. Para mitigar esta brecha, se considera vital trabajar con la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) en función de establecer una hoja de ruta de trabajo conjunto de la mano de la Secretaría de Gestión de Riesgos y Emergencias, a fin de establecer estrategias de coordinación interinstitucional que permitan a las entidades gubernamentales y de respuesta, afinar sus procedimientos y vinculación con el Plan RAD, integrado hacia el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos de Ecuador, incluyendo el mapeo de entidades, fuentes y potenciales impactos, al tiempo que se fortalece la rectoría del sector nuclear, otorgándole una jerarquía independiente (viceministerio o secretaría) que pueda articular a las otras instituciones y emitir políticas públicas. Esta situación contrasta con el modelo de España, el cual basa su estrategia en el intercambio de información, utilizando canales internacionales como la Base de Datos de Tráfico Ilícito de Material Radiactivo (ITDB del OIEA) y la red de expertos en NRBQ de EUROPOL para la formación y preparación de ejercicios, evidenciando la consolidación continua de su personal interviniente. Por su parte, Brasil comparte la necesidad de fortalecer la organización institucional, pero enfrenta el desafío de la alta rotación de personal en el campo nuclear, lo cual exige brindar constantemente más conocimientos sobre los riesgos y el accionar apropiado para el uso de equipos especializados. En definitiva, la falta de vinculación y coordinación con el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Ecuador ha ocasionado la falta de aprovechamiento de esta estructura de coordinación, lo que ha provocado desorganización operativa y la toma de decisiones fuera de lugar, vulnerando el principio fundamental de la respuesta. Esta situación ha evidenciado una brecha significativa y de estructura que influye tanto en la planificación como el cumplimiento de las operaciones in situ. Según Yadollahifar, la preparación ante incidentes radiológicos parte, precisamente, de establecer una clara coordinación entre las organizaciones que participan en la respuesta ante los eventos radiológicos dados, incluyendo la gestión de recursos y la integración de políticas de preparación para evitar factores que alteren dicha

comunicación y articulación. Desde esta premisa, los entrevistados puntualizan que una respuesta efectiva no se basa en una actuación espontánea, sino de un proceso continuo de intercambio de información, planificación y reconocimiento de las capacidades de los actores que forman parte del sistema y el rol a desempeñar (Yadollahifar 2025).

Pregunta 7: ¿De qué manera los protocolos nacionales o institucionales actuales, facilitan o limitan la articulación entre los niveles operativo y estratégico durante una emergencia de gran magnitud?

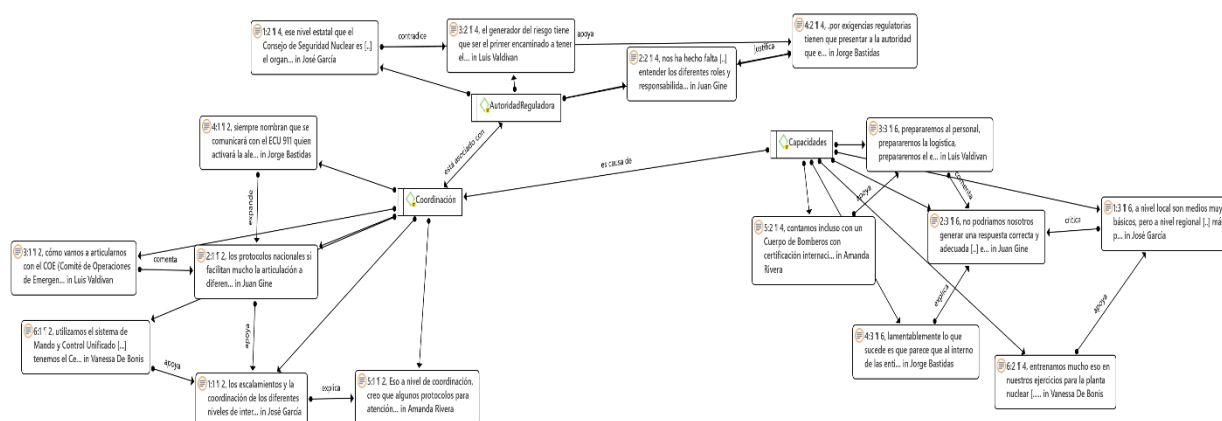


Figura 7. Aplicación operativa de los protocolos actuales.
Elaboración propia

Análisis

Los protocolos nacionales facilitan la articulación en distintos niveles, ya que permiten identificar con claridad los niveles operativos y estratégicos, así como la forma en que se desarrollan las respuestas. En este marco, la coordinación inicial suele establecerse a través del ECU 911, que activa las alertas y procedimientos de atención. Surge entonces la necesidad de definir cómo se articula esta respuesta con los COE metropolitanos, cantonales y nacionales, garantizando un papel claro en la coordinación interinstitucional.

Para que este proceso se ejecute de forma adecuada, es importante contar con la Autoridad Reguladora que recae en la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Energía como cabeza principal de esta estrategia gubernamental en la construcción de canales de vinculación de las entidades estatales, apoyado por el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y el empleo del Manual de Operaciones y Emergencias, Mesas de Trabajo conjuntas, socialización del Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, entre otros. Ejercer el rol correspondiente y organizar el flujo de información por parte de

las autoridades nacionales, permitirá responder con rapidez en la coordinación de esfuerzos institucionales en beneficio de la sociedad ecuatoriana.

Una vez que se han reconocido quienes son las autoridades responsables, los expertos entrevistados mencionan que el generador de riesgo, es decir, la organización o empresa privada o estatal que hace uso de materiales radiactivos para distintas aplicaciones tiene que ser el primer encaminado a disponer de una planificación y procedimientos claros de cómo va a actuar esa empresa con las entidades de primera respuesta y qué acciones se llevarán a cabo para la resolución del incidente. Desde este enfoque, es de vital importancia comprender los diferentes roles y responsabilidades que se suscitan en un escenario de esta naturaleza. Con este fin, será muy importante contar con una evaluación del riesgo y un plan detallado, en el que las instituciones cumplan su rol de forma articulada en función de proteger a la población.

La coordinación interinstitucional en emergencias radiológicas requiere protocolos claros y autoridades reguladoras definidas. El OIEA enfatiza que la preparación debe basarse en roles operativos y estratégicos bien delimitados (International Atomic Energy Agency, 2015). Brasil, tras el accidente de Goiânia, fortaleció entrenamientos conjuntos y responsabilidades específicas (Ribeiro & Galvão, 2023), mientras que España consolidó un esquema escalonado con apoyo central desde Madrid. (International Atomic Energy Agency 2025)

En contraste, Ecuador enfrenta limitaciones en la réplica del conocimiento, lo que genera desinformación y debilita la respuesta nacional.

De igual forma, se subraya que las entidades estatales involucradas, deben disponer de capacidades suficientes para aportar a este tipo de eventos, lo cual implica la preparación del personal, logística, equipos de protección personal y actualización de procedimientos de atención de emergencias, adaptando mecanismos de mejora continua de acuerdo con los presupuestos y capacidades institucionales. Se menciona, además, la importancia de contar incluso con un Cuerpo de Bomberos con certificación internacional élite y la capacidad de activar un equipo químico para conocer hasta los elementos químicos que desprende algunos tipos de sustancias. Como referencia se señala al modelo brasileño que fortalece sus capacidades mediante un riguroso entrenamiento vinculados a su planta nuclear, ejerciendo los niveles: operativos, táctico y estratégico que están muy bien definidos y funcionan muy bien; de manera similar en España, a pesar de que el nivel local puede ser básico, las capacidades del nivel regional presentan un avance significativo, lo que implica que al existir más personal capacitado en un evento grave, actuarían con las capacidades de unidades centrales que suelen estar en Madrid. Esto

evidencia que Ecuador debe fortalecer la réplica del conocimiento y la capacitación interinstitucional estratégica para alcanzar estándares internacionales de preparación y respuesta a emergencias radiológicas.

Capítulo quinto

Propuesta de incorporación del componente de amenazas radiológicas en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres

El presente capítulo se desarrolla en función de la necesidad de abordar los resultados del proceso de investigación como fundamento de esta propuesta, la misma que pretende complementar y fortalecer el enfoque ya aplicado en el Plan de Respuesta Nacional, integrando al componente de amenazas radiológicas en concordancia con el enfoque de amenazas tecnológicas ya descrito.

Por otra parte, la propuesta planteada a continuación está fundamentada en el análisis documental de la base teórica y las contribuciones estratégicas, operativas y técnicas de los entrevistados.

1. Fundamento técnico

El sustento de la presente propuesta está basado en el análisis de los vacíos encontrados a lo largo del mismo, evidenciando que a pesar de que Ecuador cuenta con un marco general para la gestión de amenazas tecnológicas, dicho componente no se encuentra desarrollado específicamente y esta omisión representa un vacío importante para enfrentar escenarios complejos.

El relato de los participantes mostró una pantalla general de la situación partiendo de que la no identificación del componente de amenazas radiológicas en el Plan, determina una secuencia de procesos que se omiten como: la construcción de variables y escenarios, desniveles de la parte estratégica y operativa al no conocer los roles de las instituciones y los mecanismos de coordinación interinstitucional, conjugado con el avance en el crecimiento urbano y el desarrollo de aplicaciones nucleares en sectores de la investigación, industria, medicina, entre otros. Considerando esta situación, la incorporación del componente en el documento en estudio, fortalece la preparación y respuesta de las instituciones, identifica vacíos en la operatividad institucional y alinea los procesos de gestión con estándares y normativa internacional, la formulación de la propuesta que orienta a incorporar las amenazas radiológicas, robusteciendo la capacidad del país en la prevención, preparación y respuesta a este tipo de situaciones de peligro, beneficiando a la población y el entorno.

2. Objetivo general de la propuesta

Proponer la incorporación del componente de amenazas radiológicas en el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres de Ecuador, fortaleciendo la preparación, coordinación interinstitucional y la capacidad de respuesta ante eventos de este origen.

3. Objetivos específicos

Fortalecer la definición de roles y responsabilidades institucionales frente a emergencias radiológicas, diferenciando niveles estratégico, operativo y táctico.

Contribuir al fortalecimiento de las capacidades técnicas y operativas de las instituciones involucradas.

Mejorar los mecanismos de articulación interinstitucional y de coordinación de los procesos de respuesta ante eventos radiológicos.

4. Principios para la incorporación del componente de amenazas radiológicas

Los principios que se plantean actúan como directrices que se asocian para mostrar un diseño e implementación de la propuesta.

Como primer punto se adopta el principio de prevención y preparación, el mismo que prioriza la anticipación del riesgo y fortalecimiento de capacidades. Esta visión reconoce que este tipo de emergencias presentan una baja frecuencia de ocurrencia, pero de alto impacto al ser materializadas por lo que requieren de una preparación específica que reduzca los impactos en el territorio donde se suscitan.

En segundo término, esta propuesta se rige por el principio de comprensión de los roles y competencias de las instituciones que componen el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, manteniendo una estructura institucional definida y de conocimiento de todos los actores que se involucran. La aclaración de funciones entre los niveles estratégicos y operativos constituye una pieza clave para optimizar recursos y evitar duplicidad de funciones durante la respuesta.

De igual forma, otro criterio fundamental es el enfoque basado en la determinación de variables y construcción de escenarios, que permitan adaptar la planificación y los procedimientos a distintos tipos de eventos, considerando su particularidad en el entorno urbano y densidad poblacional.

Finalmente, la propuesta se apoya en el principio de articulación y coordinación, orientado a fortalecer la coordinación interinstitucional integrando redes de respuesta, así

como el mejoramiento continuo que potencia la actualización periódica del Plan con base en la programación de ejercicios, simulacros y lecciones aprendidas.

5. Elementos de la propuesta

La propuesta de incorporación del componente de amenazas radiológicas se estructura a partir de elementos que se complementan y que permiten plantearlos de forma integral. Los elementos se han definido considerando las brechas identificadas como resultado del análisis teórico de los marcos internacionales en Reducción de Riesgos de Desastres, normativa internacional en seguridad nuclear, análisis de resultados de la información obtenida por parte de los actores entrevistados y las buenas prácticas internacionales.

5.1. Caracterización del evento radiológico y tipologías de escenarios

Entendiéndose como la base de una planificación estratégica y operativa, requiere la necesidad de incorporar variables que modelen las relaciones de causa y efecto de la materialización de la amenaza en conjunto con una descripción clara de los eventos radiológicos que podrían presentarse en el contexto ecuatoriano, especialmente en el entorno urbano o en territorios de alta densidad poblacional. Adicionalmente tomar en consideración el histórico de eventos suscitados a nivel mundial que constan en bases especializadas de datos.

Tomando un ejemplo, entre estos escenarios se incluyen la pérdida o robo de fuentes radiactivas, fuentes huérfanas, incidentes en el transporte, incidentes en instalaciones médicas o industriales y eventos que se derivan de un uso inadecuado o no autorizado de las mismas. Para cada situación, es importante considerar características mínimas como: dónde se origina el evento, población expuesta, características de la fuente radiactiva in situ, área de afectación y otros posibles impactos a los servicios esenciales. Esta identificación permite reducir la incertidumbre operativa y facilita la toma de decisiones, principalmente en la primera fase de la respuesta.

5.2. Definición de roles y responsabilidades institucionales

Se plantea la definición de funciones entre las entidades reguladoras, rectoras y operativas con una diferenciación de los niveles estratégicos, operativo y táctico, así como claridad en los esquemas de coordinación, liderazgo, buenas prácticas institucionales,

articulación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y apoyo técnico. Esta comprensión evita retrasos en la respuesta y vacíos en la activación.

5.3. Protocolos y procedimientos operativos específicos

La incorporación de protocolos y procedimientos relacionados a los eventos radiológicos aportan una guía importante a la hora de contar con una línea diferenciada que oriente la respuesta inicial, protección de los primeros respondedores y la gestión segura del evento.

El proceso de primera respuesta debe incluir lineamientos para la pronta notificación y activación, aislamiento y seguridad del área, zonificación, uso de equipos de protección personal y la coordinación con entidades técnicas especializadas, así como la gestión de la información recabada durante dicha emergencia.

5.4. Capacidades mínimas requeridas para la respuesta

La propuesta propone el establecimiento de estándares básicos de formación técnica, disponibilidad de equipamiento básico y adecuado y el conocimiento de los procesos de actuación inicial. En el nivel estratégico se plantea la importancia de disponer de personal capacitado en la toma de decisiones, coordinación interinstitucional y gestión de la información. Este elemento asegura la reducción de las brechas identificadas en el presente estudio entre la normativa y la parte operativa.

5.5. Mecanismos de articulación interinstitucional

Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación interinstitucional como eje transversal que plantea integrar dentro del Plan, modelos claros de organización que viabilicen la interacción de las instituciones estatales que forman parte del sistema de riesgos tanto a nivel nacional como al nivel descentralizado.

5.6. Entrenamiento, simulacros y mejora continua

Se plantea que el Plan incorpore la realización periódica de ejercicios de simulación tanto a nivel estratégico como operativo a fin de evaluar el diseño de los protocolos, capacidades de respuesta y mecanismos de coordinación interinstitucional. La realización de estos ejercicios generará una retroalimentación de lecciones aprendidas de forma sistemática, contribuyendo a garantizar una actualización gradual y fortalecimiento de la preparación institucional.

5.7. Integración del componente radiológico en el Catálogo Nacional de Amenazas

Para finalizar, la propuesta plantea la incorporación explícita del componente de amenazas radiológicas en el Catálogo Nacional de Amenazas de forma articulada con las amenazas existentes. Dicha incorporación permitirá visibilizar el riesgo radiológico en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, sin embargo, dicha integración requiere su desarrollo con información técnica y contextual que permita su operacionalización en la práctica. Esto implica la definición clara de variables relevantes, así como la construcción de escenarios que reflejen las condiciones actuales del contexto urbano.

Tabla 8
Matriz de Implementación

Componente de la propuesta	Acción / mecanismo a implementar	Instituciones responsables	Plazo estimado	Recursos mínimos requeridos	Indicador de verificación
Caracterización del evento radiológico	Incorporar tipologías de eventos radiológicos, escenarios y variables mínimas.	SGR SCAN	Corto plazo	Equipo técnico, revisión documental, asistencia especializada	Tipologías radiológicas incorporadas en el Plan
Definición de roles y responsabilidades institucionales	Definición de roles y apoyo técnico.	SGR SCAN Instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.	Corto plazo	Mesas técnicas interinstitucionales	Roles y responsabilidades formalmente definidos
Protocolos y procedimientos operativos específicos.	Elaboración de lineamientos de activación y respuesta.	SGR SCAN Primeros respondedores Entidades técnicas especializadas	Mediano plazo	Asesoría técnica, validación operativa, cooperación internacional	Protocolos radiológicos incluidos en el Plan
Capacidades mínimas requeridas para la respuesta.	Estándares básicos: -formación -equipamiento -conocimiento de procesos	SGR SCAN OIEA Instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos Centros de Formación.	Mediano plazo	Programas de capacitación, recursos logísticos, presupuesto, cooperación internacional	Personal capacitado según estándares definidos

Mecanismos de articulación interinstitucional.	Modelo claro de organización interinstitucional	SGR COE nacional y local	Corto plazo	Protocolos de coordinación, canales de comunicación	Mecanismos de articulación formalizados
Entrenamiento, simulacros y mejora continua.	Programación de ejercicios de simulación.	SGR SCAN OIEA Instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.	Mediano y largo plazo	Planificación de ejercicios, coordinación interinstitucional, logística, cooperación internacional.	Simulacros realizados y evaluados
Integración del componente radiológico en el Catálogo Nacional de Amenazas.	Inclusión del componente ante eventos radiológicos en el Catálogo Nacional de Amenazas.	SGR SCAN Instituciones técnicas que forman parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.	Corto plazo	Revisión técnica y normativa	Componente radiológico incorporado en el Catálogo

Elaboración propia

6. Alcances y limitaciones de la propuesta

El alcance de la presente propuesta se basa en brindar una estructura que visibiliza el riesgo radiológico en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, incorporándolo de forma consecuente a las amenazas tecnológicas que ya figuran en el Plan de Respuesta.

Bajo esta premisa la propuesta establece una línea base para la caracterización de eventos radiológicos, roles, protocolos, fortalecimientos de las capacidades estratégicas y operativas y articulación interinstitucional, como guía orientadora de los instrumentos normativos establecidos y las guías técnicas de las entidades intervinientes.

Ahora bien, una de las limitaciones consideradas es que su implementación está ligada a factores que limitan su aplicación como, por ejemplo, la disponibilidad de recursos financieros inmersos en los presupuestos estatales, política pública y la voluntad institucional para potenciar los procesos de revisión y actualización de la normativa y el desarrollo de capacidades. De igual forma, la propuesta no ahonda en aspectos técnicos relacionados con la gestión radiológica especializada como tal, siendo de gran importancia que la Autoridad Reguladora lidere estos aspectos, los mismos que demandan un desarrollo de la normativa y operativa específica.

De otra forma, la construcción de la propuesta está basada en un enfoque cualitativo y del análisis de percepciones y experiencias de actores clave de la parte operativa y estratégica, lo que permite tener un panorama del problema, pero no sustituye

otros estudios técnicos estructurados, delimitando su alcance y dejando abiertas líneas para futuras investigaciones.

Finalmente, el presente capítulo ha presentado la propuesta que se orienta a la incorporación del componente de amenazas radiológicas al Plan de Respuesta Nacional ante Desastres, como surgimiento de las brechas encontradas en el análisis de resultados. En secuencia a los objetivos, principios orientadores, componentes técnicos y la matriz de implementación, se ha procesado la información obtenida en acciones concretas y viables para fortalecer el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos.

Conclusiones

Los resultados de esta exploración permitieron evidenciar lo siguiente:

El estudio evidencia que Ecuador ha logrado progresos importantes en la gestión de riesgos a través del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. El Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, con un enfoque descentralizado, fortalece la coordinación interinstitucional y la capacidad operativa del Estado, permitiendo planificar territorialmente y articular el apoyo humanitario internacional en situaciones que excedan la respuesta nacional.

A pesar de su solidez frente a amenazas naturales, el Plan Nacional de Respuesta presenta deficiencias significativas frente a riesgos radiológicos, nucleares, biológicos y químicos. Entre estas destacan la ausencia de escenarios específicos, la falta de protocolos de preparación y la escasa vinculación con instituciones técnicas y científicas, lo que genera vulnerabilidades ante eventos de baja frecuencia, pero alto impacto.

Se identificó una fragmentación institucional y limitada articulación normativa en la gestión de riesgos radiológicos, con competencias dispersas entre la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, la Autoridad Reguladora Nuclear (SCAN) y las instituciones de primera respuesta. Además, la mayoría de los Cuerpos de Bomberos carece de entrenamiento especializado y recursos adecuados, concentrándose solo en algunas ciudades, lo que limita la capacidad de respuesta frente a emergencias de gran escala.

El análisis comparativo (*benchmarking*) con Brasil y España evidencia buenas prácticas en coordinación interinstitucional y desarrollo de autoridades técnicas especializadas que pueden ser adaptadas a Ecuador. Esto refuerza la necesidad de actualizar el Plan Nacional de Respuesta, incorporando amenazas radiológicas y tecnológicas, protocolos específicos de preparación y respuesta, y definición clara de roles y responsabilidades institucionales.

La propuesta presentada responde directamente a las brechas normativas, operativas e institucionales identificadas, buscando integrar la gestión del riesgo radiológico dentro del enfoque integral de gestión de riesgos del país. Su implementación permitirá fortalecer la prevención, mitigación y respuesta frente a emergencias complejas, alineando el marco nacional con los estándares internacionales y reduciendo la vulnerabilidad del Estado y la población ante eventos de alto impacto.

Recomendaciones

Se recomienda incluir de manera explícita las amenazas radiológicas, nucleares, biológicas y químicas (NRBQ) dentro del catálogo de riesgos, estableciendo escenarios específicos y protocolos de preparación, mitigación y respuesta, para garantizar una planificación integral y preventiva frente a eventos de alto impacto.

Es necesario definir roles y responsabilidades claras entre la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, la Autoridad Reguladora Nuclear (SCAN), las instituciones de primera respuesta y demás entidades relevantes, estableciendo mecanismos de comunicación formales y permanentes que permitan una respuesta articulada frente a emergencias radiológicas y NRBQ.

Implementar programas de capacitación, simulacros y entrenamiento especializado para las instituciones de primera respuesta, asegurando que los Cuerpos de Bomberos, Fuerzas Armadas y Policía Nacional cuenten con los recursos, equipamiento y protocolos estandarizados necesarios para atender emergencias de alta complejidad.

Se sugiere articular la normativa de seguridad radiológica y nuclear con el sistema nacional de gestión de riesgos, garantizando que los lineamientos internacionales (como los de la UNDRR y la OIEA) se incorporen a la planificación nacional, fortaleciendo la coherencia institucional y reduciendo vacíos legales y operativos.

Adaptar experiencias y modelos de coordinación, planificación y respuesta observados en Brasil y España, ajustándolos al contexto ecuatoriano, para mejorar la eficacia de los protocolos de emergencia y la resiliencia institucional frente a amenazas de baja frecuencia, pero alto impacto.

Obras citadas

- Aguirre, Benigno E. 2004. “Advertencias de seguridad nacional: lecciones aprendidas y desaprendidas”. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 22 (2): 75-98. <https://doi.org/10.1177/028072700402200205>
- Alexander David. 2002. *Principles of Emergency Management*. Oxford: Oxford University Press.
- Báez, Jorge. 2018. “Análisis del sistema logístico en emergencias: el caso del terremoto de Ecuador 2016.” *Revista de Logística y Gestión en Emergencias* 2 (2): 45-62.
- Wisner, Ben, Piers Blaikie, Terry Cannon, y Ian Davis. 2004. *At Risk: Natural Hazards, Peoples Vulnerability and Disasters*. 2.^a ed. Londres: Routledge.
- Bikmann, Joern. 2006. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. Tokyo: United Nations University Press.
- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Wisner. 2004 “En riesgo: peligros naturales, vulnerabilidad de las personas y desastres”. Londres: Routledge.
- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Wisner. 1996. *Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres*. Bogotá: La Red.
- Bravo, Daniel. 2020. *Lecciones aprendidas en la gestión del riesgo sísmico tras el terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador*. Tesis de maestría, FLACSO Ecuador. Repositorio Digital
- Cardona Omar. 2003. “La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. *Revista Internacional de la Cruz Roja* n.º 844: 37-45.
- Cardona, Omar D. 2001. *Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo*. Documento técnico. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Carrasco, Javier. 2016 “Situación Actual del Ecuador en el uso y Aplicaciones Nucleares”. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Jóvenes Nucleares: Delegación a América Latina, Buenos Aires, Argentina, 6 y 7 de enero.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2016. *Evaluación de los efectos y necesidades derivados del terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador*. Santiago de Chile: CEPAL.

- China National Nuclear Corporation. 2024. “China ofrece al mundo una solución a través de aplicaciones de tecnología nuclear”. *China National Nuclear Corporation*. 25 de noviembre. https://en.cnncc.com.cn/es/2024-11/25/c_1090149.htm.
- Consejo de Seguridad Nuclear. s. f. “Accidente Hospital Clínico de Zaragoza 1990” Accedido el 9 de febrero de 2026. <https://www.csn.es/eu/accidente-hospital-clinico-de-zaragoza-1990->.
- Coppola, Damon. 2015. *Intruccion to international disaster management* 3.^a ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Denzin, Norman y Yvonna Lincoln, coords. 2012. *Manual SAGE de investigación cualitativa. Volumen I: El campo de la investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Ecuador. 2010. *Proyecto de Ley Orgánica de Energía Atómica*. Registro Oficial 298, Suplemento, 12 de octubre.
- Ecuador Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SGR). 2016. *Informe de Evaluación del Terremoto del 16 de abril de 2016*. Quito: SGR.
- Ecuador CELEC EP Transelectric. 2018. “Reconocimiento internacional por seguridad radiológica”. *Noticias*. 25 de septiembre. <https://www.celec.gob.ec/transelectric/uncategorized/el-gobierno-nacional-desarrollara-nuevos-proyectos-electricos-con-la-participacion-del-sector-privado/>.
- Ecuador Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. 2018. *Plan Nacional de Respuesta ante Desastres*. Quito: SGR.
- Ecuador Ministerio de Energía y Minas. s. f. “Misión, atribuciones y responsabilidades de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares”. *Catálogo de Servicios de la SCAN*. Accedido en agosto 2025 <https://www.recursosyenergia.gob.ec/subsecretaria-de-control-y-aplicaciones-nucleares-scan/>.
- Ecuador Secretaría de Gestión de Riesgos. 2016. *Guía Operativa para la Organización y funcionamiento de los Cuerpos de Bomberos a nivel nacional*. Samborondón: Dirección de Políticas y Estándares, Subsecretaría de Reducción de Riesgos SGR.
- Energies Media. 2025. “Centrales nucleares en 2025: La historia de crecimiento oculta tras la seguridad energética global”. *Energies Media*. 18 de febrero. <https://energiesmedia.com/nuclear-power-plants-in-2025-the-hidden-growth-story-behind-global-energy-security/>.

- Foro Nuclear. s. f. “Aplicaciones de la tecnología nuclear”. *Foro Nuclear*. 6 de febrero. <https://www.foronuclear.org/valores-del-sector/aplicaciones-de-la-tecnologia-nuclear/>
- Geri, Francesco, Marco Leonardi, Riccardo Quaranta, Pasquale Gaudio, Guglielmo Manenti, y Andrea Malizia. 2025. “Overview of the Italian National Plan for Nuclear Emergencies: a review article”. *The European Physical Journal Plus* 140 (789) 21-15. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-025-06720-3>.
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. 2014. *Understanding Risk in an Evolving World: Emerging Best Practices in Natural Disaster Risk Assessment*. Washington, D. C: World Bank Publications.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista. 2014. *Metodología de la investigación*. 6^a ed. México, D. F.: Mc.Graw-Hill Interamericana.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 2025. “Nuclear and radiological emergency preparedness and response”. *Publicaciones*. Accedido el 4 de junio de 2025. <https://www.iaea.org/topics/emergency-preparedness-and-response-epr>.
- Kasperson, Roger, Ortwin Renn, Paul Slovic, Halina Brown, Jacque Emel, Robert Goble, Jeanne Kasperson, y Samuel Ratick. 1988. “La amplificación social del riesgo: un marco conceptual”. *Análisis de riesgos* 8 (2): 177-87. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1988.tb01168.x>.
- Lavell Alan. 1996. “Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición”. *Revista Desastes y Sociedad* No. 7, 1996: 5-21.
- _____. 2000. “Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: el caso del huracán Mitch en Centroamérica”. En *Del desastre al desarrollo sostenible en Centroamérica*, editado por Nora Garita y Jorge Nowalski, 7-45. San José: Banco Interamericano de Desarrollo y Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible.
- Maskrey, Andrew. 1993. *Los desastres no son naturales*. Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Maure Lissette, y Abel Goya. 2017. “Evaluación de la Vulnerabilidad Social en las áreas expuestas a riesgos tecnológicos”. *Revista OIDLES* 23: 1-11.
- México. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. 2017. *Plan Nacional de Emergencias Radiológicas*. México.: CNSNS.

- ONU Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. 2015. *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Sendai: Naciones Unidas.
- . 2016. *Chair's Summary: World Humanitarian Summit*. 23-24 Mayo, 1-11
- . Consejo de Seguridad. 2004. *Resolución 1540*. 28 de abril. S/RES/1540
- . 2005. *Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: aumentar la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres*. 18-22 de enero.
- . 2020. *Revisión de la definición y clasificación de peligros*. 25 de noviembre de 2019.
- . Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 2015. *Acuerdo de París*. 12 de diciembre.
- . 2015. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. 21 de octubre. A/RES/70/1
- . Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los efectos de las Radiaciones Atómicas 2013. *Fuentes, efectos y riesgos de la radiación ionizante tras el accidente de Fukushima*. Octubre 2014. ISBN: 978-92-1-142291-7
- . 2009. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. *Terminología sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*. Mayo.
- . 2017. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. *Words into Action: Guidelines - National Disaster Risk Assessment*.
- . 2021. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. *Informe de evaluación mundial sobre la reducción del riesgo de desastres en América Latina y El Caribe*. RAR-LAC 2021.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). 1999. *Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la tecnología nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL)*. 2 de Octubre. INFCIRC/582/Add.4.
- . 1996. “Chernóbil: Diez años después”. *Boletín del OIEA* 38, No.3 (tercer trimestre) ISSN 00534-7297: 2-12.
- . 1988. *El accidente radiológico de Goiania*. ISBN 92-0-129088-8
- . 2000. *Plan Modelo Nacional de Respuesta de emergencias para accidentes radiológicos*. Julio. TECDOC-718/S.
- . 2008. *Método para el desarrollo de la preparación de la respuesta a emergencias nucleares o radiológicas*. Marzo. IAEA-TECDOC-953/S.

- . 2018. *Preparación y Respuesta para emergencia nuclear o radiológica: Requisitos de Seguridad Generales*. Mayo. GSR Part 7
- . 1992. *El accidente de Chernóbil: Actualización del INSAG-1*. Noviembre. 75-INSAG-7.
- . 2015. *El accidente de Fukushima Daiichi: Informe del Director General*. Agosto. GC(59)/14
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. *Efectos del accidente de Chernóbil en la salud humana y los programas especiales de atención*. Ginebra: OMS.
- . 2005. *Reglamento Sanitario Internacional*. 23 de mayo. WHA58.3,1.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2014. *Comunicación de riesgo en situaciones de emergencia*. OPS: Washington, D.C.
- Perrow Charles. 1999. *Accidentes normales: vivir con tecnologías de alto riesgo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Quarantelli, Enrico. 1997. *Disaster Planning, Emergency Management and Civil Protection*. Delaware: Disaster Research Center, University of Delaware.
- Quarantelli, Enrico. 1998. “Qué es un desastre?”. London and New York: Routledge.
- Renn Ortwin. 2002. *El riesgo en la sociedad: Gobernanza y comunicación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Riveiro, Marcelo, y Vania Florencio Galvao. 2023. “Políticas públicas y capacitación en seguridad radiológica: aprendizajes del accidente de Goiania e implicaciones para el sector de recolección y reciclaje en Brasil”. *RECIMA* 21 n.º. 6: 1-15. <https://recima21.com.br/recima21/article/view/3501/2495.6>
- Sánchez, José, y Marco Simbaña. 2024. “Terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador: Una visión general de los acontecimientos y lecciones aprendidas”. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres*, n.º 2: 83-98. <https://doi.org/10.55467/reder.v8i2.159>
- Sierra, Brigit. 2024. “El terrorismo radiológico: una amenaza latente.” *CBNW*. 2 de febrero. <https://nct-cbnw.com/el-terrorismo-radiologico-una-amenaza-latente/>.
- Soria, Eduardo. 2018. *Vulnerabilidad frente a desastres naturales: Marco Conceptual y ámbitos de intervención para la inclusión social*. Panamá: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) / Alianza para la Reducción de Riesgos de Desastres LAC.

- Unión Europea. 2012. *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*. Directiva 2012/18/UE, 4 de julio.
- Uruguay Ministerio de Ambiente. 1998. *Perfil Nacional de la Gestión de las Sustancias Químicas*. Montevideo: Ministerio de Ambiente.
https://www.ambiente.gub.uy/biblioteca/index.php?lvl=notice_display&id=6013
- Wilches - Chaux, Gustavo. 1993. *Los desastres no son naturales*. Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).
- Wisner, Ben, Piers Blaikie, Terry Cannon y Ian Davis. 2004. *At Risk: natural hazards, people's Vulnerability and disasters*. 2.^a ed. Londres: Routledge.
- Yadollahifar, Somayeh, Mohsen Aminizadeh., Nasiriani Khadijeh, Dehghani Abbas Ali, Tafti, Reyhane Sefidkar, y Samaneh Mirzaei. 2025. Identifying the components of prehospital emergency preparedness in radiological and nuclear incidents: a scoping review. *BMC Emergency Medicine* 25: 100: 1-16.
<https://doi.org/10.1186/s12873-025-01258-0>