

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA

ESCUELA de GESTIÓN y TECNOLOGÍA

APLICACIONES PACÍFICAS DE LA TECNOLOGÍA

NUCLEAR:

Propuesta de lineamientos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de centros de medicina nuclear y/o radioterapia en Argentina

AUTOR: Nunnini, Leonardo (Leg. N° 104.132)

DIRECTORA: Lara, Albina



Albina Lara

TESIS presentada para la obtención del TÍTULO de MAGÍSTER en GESTIÓN AMBIENTAL

BUENOS AIRES

PRIMER CUATRIMESTRE, 2023

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas aquellas personas que me acompañaron en este largo y arduo proceso, desde lo técnico hasta lo humano. En primer lugar, a mi directora de tesis, Dra. Albina Lara, por su apoyo, devoluciones rápidas y superadoras. A Francisco Decono, director de la Maestría en Gestión Ambiental del ITBA, por su apoyo y orientación constante. Al Lic. Santiago Roca Iturralde por su rápida respuesta ante mis consultas y, en particular, a la Dra. Carmen Peralta Sanhueza por su revisión y aportes en la edición del presente trabajo. A mis compañeros de cohorte y, a la vez, colegas con los que emprendí este camino de formación académica.

Mi más sincero agradecimiento a la Comisión Nacional de Energía Atómica por haberme brindado la oportunidad de desarrollo profesional y técnico en forma continua; aspectos que, sin duda, fortalecieron mi vocación de servicio. En particular, al Dr. Gustavo Santa Cruz, Ing. Diego Passadore, Dr. Daniel Cicerone, Ing. Ernesto Barari y Lic. Federico Suárez Prieto por su apoyo y buena disposición ante mis consultas. Al Lic. Marcos Cabrera por su incondicional apoyo.

Por último, quiero agradecer a mi familia, amigos y, especialmente a Demián, por la paciencia y motivación que me brindó para elaborar y presentar este trabajo.

Índice General

Índice de Figuras	5
Índice de Tablas.....	6
Listado de abreviaturas	8
Resumen	9
1. Introducción.....	11
1.1. Objetivos.....	19
2. Estado de situación	20
2.1. Marco normativo de EIA y de la actividad nuclear en Argentina	20
2.1.1. Marco normativo de EIA	20
2.1.2. Marco normativo de la actividad nuclear	28
2.2. Lineamientos existentes sobre EIA y aspectos radiológicos	43
3. Desarrollo	49
3.1. Usos pacíficos de la tecnología nuclear y la importancia de la medicina nuclear y radioterapia en la prevención y control de ENT	49
3.2. Análisis comparativo de los EsIAs elaborados para proyectos de CMNyR.....	61
4. Resultados y discusión.....	69
4.1. Resultados.....	69
4.1.1. Caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires) 69	
4.1.2. Caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear” (San Carlos de Bariloche, Río Negro)	79
4.1.3. Caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, Santa Cruz)	87
4.1.4. Caso 4: Proyecto “Tomografía por emisión de positrones/Tomografía computarizada-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires)	96
4.2. Discusión de resultados	106
4.2.1. Análisis de los casos de estudio (proyectos)	106
4.2.2. Análisis de los estudios técnicos para cada caso de estudio	108
4.2.3. Análisis comparativo de los casos	111
5. Conclusiones.....	117
5.1. Oportunidades de mejora.....	117
5.1.1. Recomendaciones a los profesionales o equipos que realizan EsIAs de proyectos de CMNyR	117

5.1.2. Recomendaciones a las autoridades de aplicación que intervienen en los procesos de toma de decisiones	119
5.2 Propuesta de lineamientos para elaborar EsIAs de proyectos de CMNyR.....	121
6. Bibliografía.....	130
7. Anexos.....	141
7.1. Anexo 1. Licencias de operación, permisos individuales y registros vigentes para instalaciones clase II y III otorgados por la Autoridad Regulatoria Nuclear.	141
7.2. Anexo 2. Régimen de no proliferación de armas nucleares y usos pacíficos.....	144
7.3. Anexo 3. Modelo de lista de revisión para el análisis crítico de la información contenida en los estudios técnicos de proyectos de CMNyR.	148
7.4. Anexo 4. Presentación de defensa de Tesis	150

Índice de Figuras

Figura 1. Configuración hipotética de servicios ofrecidos por un centro de medicina nuclear y radioterapia.	13
Figura 2. Procedimiento típico de EIA.	24
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de una licencia para operar una instalación de medicina nuclear clase II para el propósito de uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos.	34
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de una licencia de operación para operar una instalación clase II destinada al uso de aceleradores lineales de uso médico (teleterapia).	37
Figura 5. Aplicaciones no eléctricas de la tecnología nuclear.	51
Figura 6. Diseño del estudio de casos.	61
Figura 7. Ubicación geográfica de CMNyR en Argentina.	64
Figura 8. Ubicación geográfica del CeArP.	70
Figura 9. Modelo digital del edificio del CeArP.	71
Figura 10. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CeArP.	73
Figura 11. Ubicación del CIRyMN en el extremo sur del CAB.	80
Figura 12. Fachada actual del edificio del CIRyMN.	80
Figura 13. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CIRyMN.	82
Figura 14. Ubicación geográfica del CMNyR.	88
Figura 15. Fachada del edificio del CMNyR.	89
Figura 16. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CMNyR.	91
Figura 17. Ubicación geográfica de la FCDN.	98
Figura 18. Fachada del edificio de la FCDN.	98
Figura 19. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto PET/CT-Ciclotrón.	100

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales fortalezas y debilidades de la EIA.	16
Tabla 2. Clasificación de instalaciones según norma regulatoria AR 10.1.1. Rev. 4.....	31
Tabla 3. Listado de publicaciones en materia de EIA utilizadas como referencia.	44
Tabla 4. Listado de normas y guías regulatorias dictadas por la ARN.	46
Tabla 5. Listado de publicaciones del OIEA por área temática.	47
Tabla 6. Principales características de la medicina nuclear y radioterapia.....	53
Tabla 7. Unidades ciclotrón-laboratorio de radiofarmacia en Argentina.	57
Tabla 8. Síntesis de la capacidad instalada de medicina nuclear y radioterapia en Argentina comparada a nivel global y con otras regiones.	60
Tabla 9. Proyectos de CMNyR relevados y disponibilidad de estudios técnicos.....	63
Tabla 10. Peso relativo asignado a los criterios de evaluación.	66
Tabla 11. Nivel de desarrollo y calificación de criterios.	66
Tabla 12. Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico revisado.....	67
Tabla 13. Síntesis de las características del estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires).	74
Tabla 14. Lista de revisión para el estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires)	76
Tabla 15. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia”.....	78
Tabla 16. Síntesis de las características del estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear” (San Carlos de Bariloche, Río Negro).	83
Tabla 17. Lista de revisión para el estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”.	84
Tabla 18. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”.	87
Tabla 19. Síntesis de las características del estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).	92
Tabla 20. Lista de revisión para el estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).	93

Tabla 21. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).	96
Tabla 22. Síntesis de las características del estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón) (Ciudad de Buenos Aires)”	101
Tabla 23. Lista de revisión para el estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires).....	103
Tabla 24. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires).....	105
Tabla 25. Comparación de resultados de los estudios técnicos analizados.	109
Tabla 26. Análisis comparativo entre los casos analizados.....	112
Tabla 27. Lineamientos para elaborar un EsIA de un proyecto de CMNyR.....	121
Tabla 28. Lista de chequeo de verificación de lineamientos considerados.	129

Listado de abreviaturas

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear

BNCT: Terapia por Captura Neutrónica en Boro

CMNyR: Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

DIRAC: Directorio de Centros de Radioterapia del OIEA

EAE: Evaluación Ambiental Estratégica

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

ENT: Enfermedades No Transmisibles

EsIA: Estudio de Impacto Ambiental

NUMDAB: Base de Datos de Medicina Nuclear del OIEA

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

PET: Tomografía por Emisión de Positrones

PET/CT: Tomografía por Emisión de Positrones/Tomografía Computada

PET/MR: Tomografía por Emisión de Positrones/Resonancia Magnética

PGA: Plan de Gestión Ambiental

PMRA: Plan de monitoreo radiológico ambiental

PNGR: Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos

PNMN: Plan Nacional de Medicina Nuclear

SEPCT/CT: Tomografía por Emisión de Fotón Único/Tomografía Computada

SPECT: Tomografía por Emisión de Fotón Único

Resumen

La tecnología nuclear es considerada uno de los desarrollos más significativos del siglo XX. Aunque no ha estado libre de controversias, sus aplicaciones pacíficas son sumamente útiles e irremplazables en diversos campos. Si bien, el uso pacífico más conocido es la nucleoelectricidad, los usos no eléctricos satisfacen una gran variedad de demandas sociales que requieren radiación ionizante e isótopos radiactivos. En este sentido, revisten importancia la medicina nuclear y radioterapia por su rol en la prevención, diagnóstico, tratamiento y control de algunas de las enfermedades tales como las cardiovasculares, neurológicas y el cáncer. La Argentina en línea con los objetivos y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible ha implementado diferentes acciones para prevenir y controlar estas enfermedades y los factores de riesgo asociados. Desde una perspectiva ambiental las actividades desarrolladas durante la construcción, operación, cierre y desmantelamiento de centros que brindan servicios de medicina nuclear y/o radioterapia generan impactos ambientales positivos y negativos. Estos últimos pueden conducir, si no son evitados o gestionados adecuadamente, a un proceso de deterioro de la calidad ambiental. El objetivo general del presente trabajo es proponer lineamientos para elaborar Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de centros médicos que ofrezcan servicios de medicina nuclear y/o radioterapia para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y seguimiento de enfermedades no transmisibles tales como el cáncer y realizar recomendaciones que orienten a los profesionales responsables de la coordinación de tales estudios, tomadores de decisiones y autoridades de aplicación. La metodología de trabajo fue la propuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo (2011) y Sampieri et al. 2014.

De los proyectos de centros de medicina nuclear y radioterapia relevados en Argentina, se consideraron aquellos que fueron sometidos a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y de licenciamiento regulatorio nuclear. Se pudo disponer y acceder a sólo 4 (cuatro) Estudios de Impacto Ambiental (EsIA). Por ello mismo, dichos proyectos fueron considerados como casos de estudio y sus respectivos EsIA fueron tomados como unidad de análisis. Se realizó, por un lado, la descripción general del proyecto y del procedimiento de EIA y regulatorio nuclear al que fue sometido, así como también la revisión objetiva de cada unidad de análisis mediante una lista de revisión adaptada de Lara (2018) y Alvarado Chaparro (2021). De los hallazgos obtenidos se destaca como fortaleza la información utilizada para la descripción del ambiente. Por su parte, las debilidades y omisiones parciales encontradas se vinculan, principalmente, con una asimetría en la descripción de los aspectos no radiológicos y radiológicos. También se evidencia la mención a un análisis y selección de alternativas, así como también de información relacionada con la participación ciudadana. Estas carencias se relacionan, en parte, con la falta de referencias específicas en la normativa ambiental y nuclear aplicable en Argentina.

Los lineamientos formulados en el presente trabajo comprenden aspectos formales y técnicos. Entre los primeros se pueden mencionar la incorporación de portada, listado de responsables, revisión y edición del documento, etc.; mientras que los técnicos consideran justificación, descripción del proyecto y del ambiente, marco legal e institucional, evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación, evaluación de alternativas, plan de gestión ambiental y conclusiones.

1. Introducción

Las enfermedades no transmisibles (ENT) son las que no se transmiten de persona a persona, son de larga duración y resultan de la combinación de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales. Su importancia reviste en que constituyen la principal causa de morbilidad, mortalidad y discapacidad en el mundo. En efecto, son responsables del 74 % de las muertes ocurridas a nivel global, lo que representa 41 millones de defunciones cada año. De ese total, el 77 % se produce en países de ingresos medios y bajos. Las principales ENT, en orden de importancia por la cantidad de muertes que ocasionan son las enfermedades cardiovasculares (17,9 millones), el cáncer (9,3 millones), las afecciones respiratorias crónicas (4,1 millones) y la diabetes (2 millones) (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022a). No solo a nivel global, en América también constituyen la principal causa de muerte. En 2019 fueron responsables del 81 % de los decesos, cifra que equivale a casi 6 millones de fallecimientos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021). Argentina no escapa a esta realidad global y regional. Las ENT representan la principal causa de muerte en el país: 268 mil fallecimientos registrados en 2021 (77 % del total de muertes registradas para ese año). En línea con la tendencia global, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte (39,4 %), seguidas del cáncer (25,2 %), diabetes (3,7 %) y enfermedades respiratorias crónicas (2,7 %) (Abriata, 2022; OMS, 2022b).

Por el impacto negativo en el bienestar de las personas que las padecen y el de sus familias, y por la carga que representan para el entramado socioeconómico y sistemas de salud, la prevención, control y vigilancia de las ENT y la de sus factores de riesgo comunes (tabaquismo, alimentación no saludable, falta de actividad física y consumo

excesivo de alcohol) constituyen uno de los mayores desafíos que deben afrontar los gobiernos. Su abordaje, con el fin de garantizar una vida sana y promover el bienestar físico, mental y social de las personas, constituye un requisito indispensable para alcanzar el desarrollo sostenible. En 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas las incorporó en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. De este modo, la meta 3.4 del objetivo 3 insta a reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención, tratamiento y promoción de la salud mental y bienestar (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). Si bien, se han logrado resultados alentadores a nivel global en la reducción de las muertes asociadas a las ENT, las acciones desarrolladas hasta el momento no han sido suficientes. La irrupción de la pandemia de covid-19, sin lugar a duda, interfirió negativamente en los resultados alcanzados ya que, no solo agravó la salud de las personas que padecen ENT, sino también las afectó a largo plazo al haber provocado interrupciones parciales o totales de los servicios básicos de salud, especialmente, aquellos vinculados con el diagnóstico, tratamiento y seguimiento. En este escenario es imperioso redoblar los esfuerzos para lograr, con una mirada realista, el cumplimiento de dicha meta y reflexionar sobre la agenda de las ENT más allá de 2030 (ONU, 2021; Watkins et al., 2022). En esta dirección, las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear pueden contribuir al cumplimiento de esta meta (Organismo Internacional de Energía Atómica [OIEA], s.f.). En particular, la medicina nuclear y radioterapia, dos especialidades médicas que hacen uso de radioisótopos y radiación ionizante, pueden dar respuesta a las necesidades de prevención, diagnóstico, tratamiento y control de las ENT, especialmente cáncer y cardiopatías.

Dichas aplicaciones pueden llevarse a cabo en instalaciones especialmente diseñadas según se trate de producción de radioisótopos y radiofármacos, diagnóstico o tratamiento. En la práctica se conocen como centros de medicina nuclear y/o radioterapia (CMNyR). Si bien no existe una definición formal de CMNyR, en el presente trabajo será entendido como aquella instalación que se especializa en el uso pacífico de la tecnología nuclear aplicada a la salud y que, en ese marco, realiza actividades de medicina nuclear (producción de radioisótopos y radiofármacos, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y control de enfermedades), tratamiento de enfermedades oncológicas mediante radioterapia convencional y/o avanzada, actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y formación de recursos humanos (Figura 1).

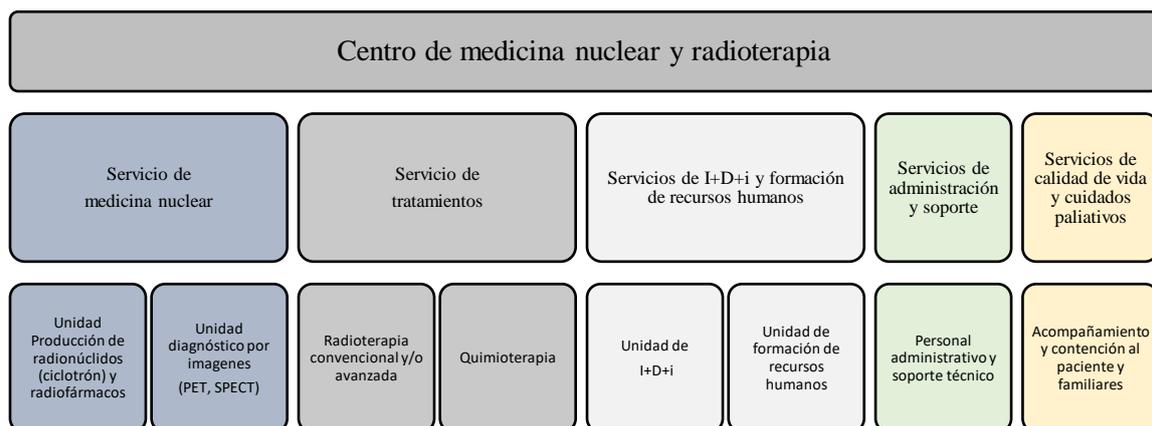


Figura 1. Configuración hipotética de servicios ofrecidos por un centro de medicina nuclear y radioterapia.

La ubicación geográfica y configuración edilicia de un CMNyR dependerá de consideraciones sanitarias, poblacionales, económicas, geográficas, ambientales y regulatorias. Sobre esta base podrá diseñarse como una estructura independiente o integrada a otra de mayor dimensión (por ejemplo, un hospital o una institución académica). Tanto la construcción y operación como un eventual cierre y desmantelamiento deben adecuarse estructural y funcionalmente a requerimientos

regulatorios de tipo “convencional” o no radiológico (sanitario, higiene, seguridad, ambiental) y de seguridad y protección radiológica (ocupacional, del paciente y público en general). En particular, desde la perspectiva ambiental, las actividades realizadas durante la construcción, operación, y cierre y desmantelamiento de un CMNyR interactúan con los componentes ambientales del territorio en el que se emplaza y, como consecuencia, se originan impactos ambientales positivos (tales como el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, generación de empleo y desarrollo de actividades económicas (oferta y demanda de bienes y servicios), competitividad nacional en materia de capital intelectual (*know-how*), investigación, desarrollo e innovación vinculada al uso pacífico de la tecnología nuclear) y negativos (impacto sobre el suelo debido a la remoción, excavación y nivelación; extracción de la cobertura vegetal, afectación de la calidad del aire por movimiento de suelo, generación de residuos, etc.) . Estos últimos pueden conducir, si no son evitados o gestionados adecuadamente, a un proceso de deterioro o pérdida de la calidad ambiental de aquellos componentes ambientales impactados (por ejemplo, suelo, agua, aire, población, etc.). Frente a este escenario, la gestión ambiental ofrece instrumentos de prevención, corrección, control y mejora que permiten llevar a cabo propuestas de desarrollo compatibles con el ambiente. Entre ellos, reviste importancia la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), cuya implementación como instrumento legal para evaluar las implicancias ambientales de las propuestas de desarrollo se produjo por primera vez en 1970 en Estados Unidos de América (EUA), a través de la entrada en vigor de la ley de Política Ambiental Nacional (NEPA, por sus siglas en inglés). A nivel internacional, la EIA quedó reconocida en 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro (Principio 17 de la declaración final). Estos hechos han impulsado la

implementación de la EIA como un requisito legal en la mayoría de los países y agencias internacionales (Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos [AIEI], 2009).

Existe un amplio consenso en la literatura científica sobre la definición de este instrumento. La AIEI (1999) define a la EIA como el proceso de identificación, predicción, evaluación y mitigación de los efectos de las propuestas de desarrollo en forma previa a la toma de decisiones y realización de compromisos. Dicho esto, es importante determinar en qué nivel de toma de decisiones se aplica este instrumento (Espinoza, 2007). Desde el punto de vista de sus principios básicos, la EIA constituye un procedimiento de evaluación de decisiones humanas, entendiendo como tales a proyectos, programas, planes o políticas que afectan el ambiente en el cual se llevan a cabo. Lara (2018) destaca que la EIA puede abordarse a nivel estratégico, entonces se trata de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), o a nivel proyecto. Actualmente, se le denomina EIA al instrumento de gestión que se enfoca particularmente en proyectos. En este marco, sus principales fortalezas y debilidades se mencionan en la

Tabla 1 (AIEI, 1999; Lara, 2018; Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación [SAyDS], 2019).

Tabla 1. Principales fortalezas y debilidades de la EIA.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo. Permite adelantarse a las consecuencias ambientales de los proyectos antes de que estos se lleven a cabo. • Instrumento del desarrollo sostenible. No tiene como fin obstaculizar el desarrollo, pero sí condicionar a los proyectos a realizarse en forma compatible con el ambiente. • Es un instrumento puesto al servicio de la toma de decisiones y no un instrumento de decisión. • Su implementación se realiza a través de un procedimiento técnico-administrativo regulado. Las jurisdicciones poseen experiencia en su implementación desde su adopción en los años setenta. • Constituye una herramienta perfectible y flexible que se adecúa a proyectos de características completamente diferentes. • Costo relativamente bajo si se incorpora la variable ambiental en las etapas iniciales del ciclo de vida del proyecto. • Se basa en datos cuantitativos y cualitativos, pronósticos, modelizaciones, predicciones y consulta a expertos para identificar, predecir y valorar los potenciales impactos ambientales. Intervienen diferentes disciplinas científicas (carácter interdisciplinario). • Estimula la participación ciudadana durante el proceso de EIA. 	<ul style="list-style-type: none"> • La rigurosidad y exigencia del procedimiento de EIA para un mismo proyecto puede diferir según la jurisdicción de que se trate (heterogeneidad del marco normativo). • Las autoridades de aplicación pueden no contar con recursos técnicos y económicos suficientes para analizar el estudio de impacto ambiental [EsIA], realizar actividades de seguimiento y control del proyecto. • En la práctica existen situaciones en las que se ejecutan proyectos sin haber iniciado el procedimiento de EIA correspondiente (EIA de “carácter reactivo”). • No siempre se cuenta con información detallada y de fuentes primarias, actualizada, disponible y accesible al momento de realizar el EsIA, lo que repercute en la calidad del estudio. En general existe un mayor peso en la descripción de los impactos beneficiosos generados sobre el componente socioeconómico y cultural (empleo, por ejemplo) en detrimento de los componentes biótico y abiótico. • En la práctica no siempre se participa a las comunidades que potencialmente podrían resultar afectadas por la ejecución del proyecto. • Falta de transparencia en el procedimiento de EIA y credibilidad por parte de la sociedad, al que considera un “mero formalismo”.

En este orden de ideas, se considera que la EIA es la herramienta apropiada para anticiparse a las consecuencias ambientales que potencialmente podría generar la ejecución de un proyecto de construcción, operación, cierre y desmantelamiento de un

CMNyR. Cabe destacar que, es necesario integrar con el grado de profundidad adecuado la variable ambiental en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto (desde su concepción hasta su cierre). De esta forma, la incorporación de esta variable en las etapas iniciales o tempranas puede conducir, en el momento oportuno, a la realización de modificaciones en el diseño, tecnología o sitio de emplazamiento con el objetivo de evitar y minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos (SAyDS, 2019).

La EIA puede fortalecerse y retroalimentarse con otro instrumento de gestión ambiental: la EAE. A partir de la implementación de esta última, se pueden generar directrices capaces de orientar el desarrollo de futuros proyectos que, si bien se someten específicamente a un procedimiento de EIA, se situarán dentro de un marco de políticas, planes o programas en los que previamente se ha considerado la variable ambiental (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2007; SAyDS, 2019).

De lo expuesto en párrafos anteriores, surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo se inserta la medicina nuclear y la radioterapia dentro de los usos pacíficos de la energía nuclear y, en particular, dentro de la prevención y control de ENT, principalmente cáncer?
- ¿Se ha realizado una EAE del PNMN que pudiera orientar a través de directrices estratégicas a la EIA de futuros proyectos de CMNyR?
- En un escenario en el que se propicia la construcción de CMNyR y remodelación de centros preexistentes ¿Existen lineamientos que orienten el desarrollo de EsIAs para dichos proyectos? ¿Cómo se regula el procedimiento de EIA en Argentina?

- ¿Se han sometido los proyectos implementados en el marco del PNMN a un procedimiento de EIA? ¿Cuál es el nivel de desarrollo, aspectos comunes y diferencias entre los EsIAs realizados? ¿Se abordan en los EsIAs de manera integrada los aspectos no radiológicos (también llamados convencionales) y radiológicos con el rigor técnico, suficiencia y calidad necesaria?

1.1. Objetivos

Objetivo general

1. Proponer lineamientos para elaborar EsIA de proyectos de centros médicos que ofrezcan servicios de medicina nuclear y/o radioterapia para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y seguimiento de enfermedades no transmisibles, principalmente cáncer.
2. Proponer recomendaciones que orienten, por un lado, a los profesionales que coordinan y realizan EsIA y, por otro, a las autoridades de aplicación con implicancias ambientales (o no) que intervienen en los procesos de tomas de decisiones que permiten llevar a cabo propuestas de desarrollo compatibles con el ambiente.

Objetivos específicos

1. Reseñar los usos pacíficos de la tecnología nuclear y el rol de la medicina nuclear y radioterapia en la prevención y control de enfermedades no transmisibles, principalmente cáncer.
2. Realizar un análisis comparativo, mediante una metodología apropiada, de los EsIAs elaborados para proyectos de CMNyR de Argentina a fin de identificar aspectos comunes, diferencias y oportunidades de mejora.

2. Estado de situación

Como se mencionó en el capítulo anterior, el uso de la medicina nuclear y radioterapia requieren llevarse a cabo en instalaciones que deben adecuarse estructural y

funcionalmente a requerimientos de tipo convencional (no radiológico) y radiológico. En particular y, desde el punto de vista de la evaluación de impactos ambientales, la construcción, operación y eventual cierre y desmantelamiento de CMNyR conlleva el cumplimiento de normativa general -relativa al régimen de EIA- y sectorial -enfocada en la actividad nuclear-. Si bien, ambos cuerpos normativos poseen alcances diferentes y no son mutuamente excluyentes; su abordaje se considera relevante porque constituyen el punto de partida para determinar qué aspectos se deben considerar y priorizar al momento de realizar un EsIA. Por otro lado, es importante indagar sobre la existencia de lineamientos de carácter técnico tales como guías, manuales y estándares en materia de evaluación de impactos ambientales y aspectos radiológicos que puedan ser utilizados como referencia para la elaboración de EsIAs.

La información consultada proviene de fuentes primarias y secundarias tales como normativa de evaluación de impacto ambiental y de la actividad nuclear, consulta a expertos y bibliografía específica sobre EIA, medicina nuclear y radioterapia.

2.1. Marco normativo de EIA y de la actividad nuclear en Argentina

2.1.1. Marco normativo de EIA

La importancia de la EIA como instrumento de gestión ambiental se materializa con su incorporación en forma explícita tanto en el marco normativo nacional como subnacional (23 provincias y Ciudad Autónoma de Buenos Aires). La evolución de este marco normativo fue el resultado de un proceso dinámico e iterativo basado, principalmente, en la experiencia de cada jurisdicción y revisiones de su marco normativo

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación [MAyDS, 2020]). Si bien, previo a la sanción de la Ley General del Ambiente N° 25675 (LGA) e incluso antes de la reforma constitucional de 1994, ya existían antecedentes normativos nacionales y subnacionales circunscriptos a actividades particulares (obras hidráulicas, minería, residuos peligrosos, etc.) que hacían mención directa o indirecta a la EIA; lo cierto es que, actualmente, la LGA constituye el marco normativo a nivel nacional que establece los criterios básicos en materia de EIA. Cabe destacar que dicho marco coexiste con otras leyes de presupuestos mínimos -posteriores a la sanción de la LGA- que mencionan dentro de su propio cuerpo normativo la realización de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental (por ejemplo, Ley Nacional N° 26639 de preservación de los glaciares y del ambiente periglacial y Ley Nacional N° 26331 de protección ambiental de los bosques nativos).

La LGA dedica los artículos 8, 11, 12 y 13 (aún no reglamentados) a la EIA. El artículo 8 reviste importancia porque incluye a la EIA dentro de los instrumentos de la política y gestión ambiental nacional. Por su parte, el artículo 11 establece que *“Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución”*. Asimismo, en cuanto a los sujetos obligados, el artículo 12 señala que *“Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán*

detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.”. Respecto del contenido de los estudios de impacto ambiental, el artículo 13 especifica que “Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.”. Adicionalmente, se pueden vincular los artículos 19, 20 y 21 de la citada ley con el procedimiento de EIA en términos de participación ciudadana. Así, el artículo 19 establece que toda persona tiene derecho a ser consultada y a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente; mientras que el artículo 20 señala que se deben institucionalizar los procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para autorizar las actividades que generen efectos negativos y significativos sobre el ambiente. Seguidamente, el artículo 21 expresa explícitamente que la participación ciudadana debe asegurarse en los procedimientos de EIA, planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados.

A nivel subnacional todas las jurisdicciones poseen normativa propia que regula el procedimiento de EIA. Esto se materializa a través de artículos incluidos en leyes ambientales generales o mediante leyes o instrumentos normativos específicos de EIA como decretos, resoluciones, ordenanzas, etc. (MAyDS, 2020; Mereb, 2020). Mereb (2020) señala que la sanción e implementación del marco normativo subnacional en materia de EIA ha sido disímil y se ha caracterizado por ser heterogéneo y diferir en su

alcance y contenido. Destaca que, si bien, es valiosa esta heterogeneidad normativa porque permite preservar aspectos que hacen a la identidad e idiosincrasia propia de cada jurisdicción, en la práctica esto se traduce en la posibilidad de que proyectos con características similares puedan o no estar sujetos a un procedimiento de EIA y, de estarlo, ser evaluados de forma diferente y con distintos niveles de rigurosidad y exigencia. Sin embargo, más allá de esta cuestión, destaca que las normas de las jurisdicciones subnacionales presentan un cierto piso o núcleo de aspectos comunes que se encuentran en línea con los contenidos teóricos que involucran un proceso de EIA. Cabe destacar que, hasta la fecha de elaboración del presente trabajo, no se ha sancionado una ley de presupuestos mínimos que regule de manera uniforme el procedimiento de EIA en todo el territorio nacional y contribuya a armonizar la normativa de EIA vigente tanto en el plano nacional como subnacional.

La implementación de la EIA, independientemente de la jurisdicción, se lleva a cabo mediante un procedimiento técnico administrativo conformado por diferentes etapas y actores con responsabilidades distintas (promotor del proyecto, autoridades de aplicación, comunidad afectada, etc.). Si bien, este procedimiento varía de acuerdo con el marco normativo fijado por cada jurisdicción (nacional, provincial o municipal), en términos generales responde al siguiente diagrama de flujo (Figura 2) elaborado con base en SAyDS (2019).

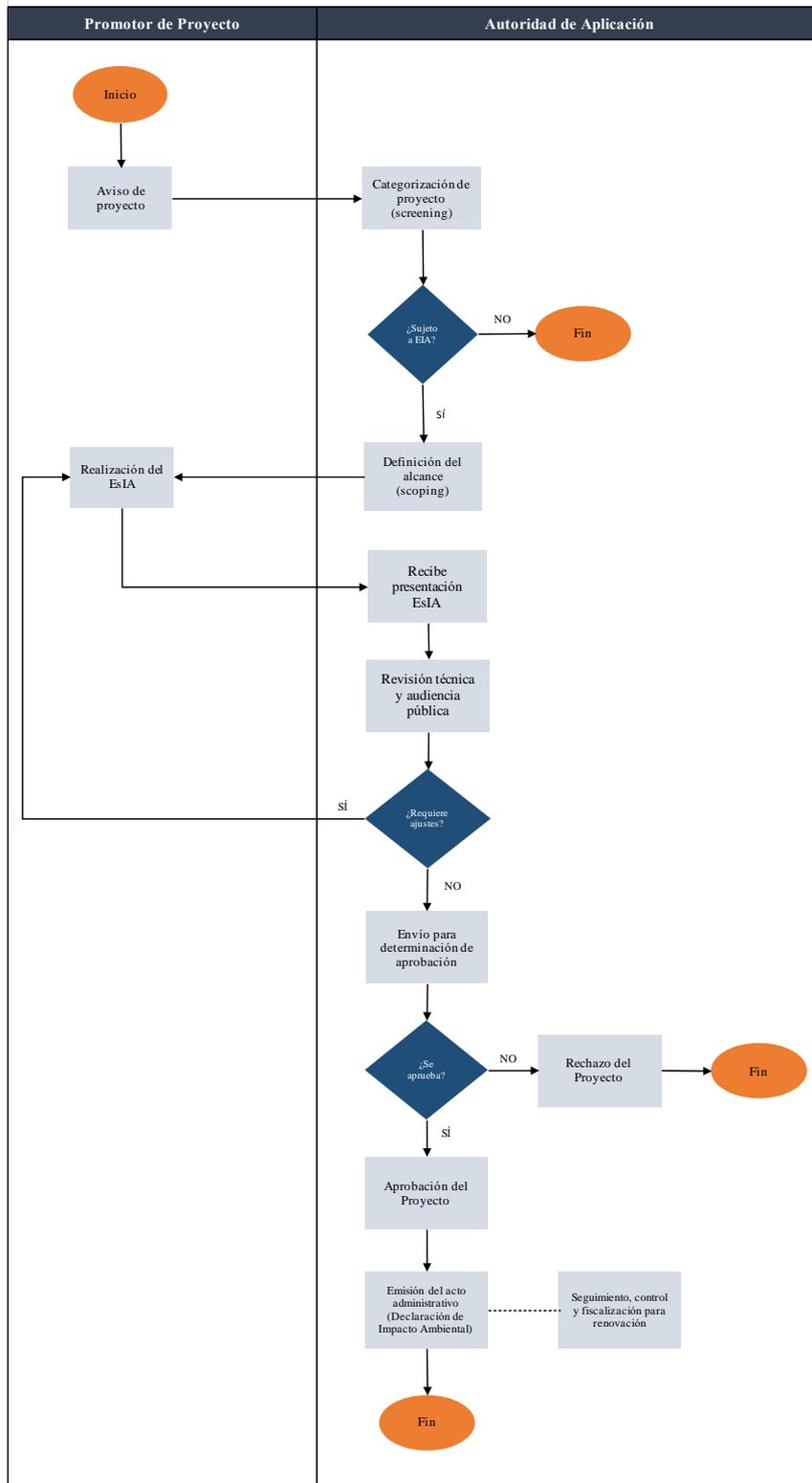


Figura 2. Procedimiento típico de EIA.

Las etapas y actores intervinientes en el procedimiento de EIA se describen a continuación:

- **Aviso de proyecto:** es el documento que da inicio al procedimiento de EIA y es presentado formalmente por el promotor del proyecto. Dependiendo de la jurisdicción este documento puede ser un formulario de categorización de proyecto, el propio EsIA u otro documento definido de oficio por la autoridad de aplicación.

- **Categorización del proyecto (*screening*):** determina si un proyecto debe estar sujeto o no a un procedimiento de EIA. Existen diferentes criterios de acuerdo con la jurisdicción competente: i) el proyecto se incluye en un listado (no exhaustivo) de obras previsto en la normativa vigente; ii) fórmulas polinómicas; iii) combinación de los dos anteriores o, iv) a criterio de la autoridad de aplicación competente. En algunos casos, esta etapa puede determinar el tipo de procedimiento de EIA o tipo de EsIA a presentar.

- **Definición del alcance (*scoping*):** determina los términos de referencia (TdR) o contenidos mínimos que deberá contener el EsIA. Los TdR pueden estar establecidos en la normativa, guías o manuales específicos o ser propuestos por la autoridad de aplicación competente.

- **Realización del estudio técnico:** implica la elaboración del EsIA (o estudio similar) por parte del promotor del proyecto según TdR preestablecidos. La elaboración de este documento implica una serie de actividades e involucra a un equipo técnico interdisciplinario. Un estudio típico incluye: i) portada; ii) resumen ejecutivo; iii) descripción de las actividades del proyecto; iv) descripción del ambiente en el que se inserta el proyecto; v) identificación del marco normativo e institucional; vi)

identificación, descripción y valoración de impactos ambientales; vii) medidas de mitigación y viii) Plan de Gestión Ambiental.

- **Revisión técnica del estudio técnico:** la autoridad de aplicación somete a un análisis crítico la información contenida en el EsIA. Esta revisión puede ser realizada por el equipo técnico de la propia autoridad o bien por un equipo independiente y externo (universidades, instituciones científicas, comisiones conformadas por varios organismos vinculados con la temática particular del proyecto). Como resultado de esta revisión se puede solicitar al promotor del proyecto información adicional y complementaria y/o requerir la realización de estudios adicionales. La autoridad confecciona un dictamen de revisión técnica que es remitido al promotor para su cumplimiento y, a su vez, sirve de insumo para la instancia de participación ciudadana.

- **Participación ciudadana:** implica la participación de la sociedad en los procesos de toma de decisiones ambientales, acceso a la información y justicia ambiental. Dichos derechos se garantizan mediante la LGA, ley nacional sobre el régimen de libre acceso a la información pública ambiental N° 25831 y, más recientemente, por el Acuerdo de Escazú suscrito y ratificado por Argentina en 2021 y aprobado por ley nacional N° 27566 en 2020. En particular, la LGA (artículo 20) establece que las autoridades deben institucionalizar los procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que generan impactos negativos significativos en el ambiente. Es importante que la participación ciudadana se desarrolle desde las etapas iniciales del proceso de toma de decisiones de manera tal que las observaciones de la ciudadanía sean consideradas y contribuyan a dicho proceso. Cabe

destacar, que el marco normativo vigente establece que la opinión u objeción de los participantes de la audiencia pública no son vinculantes para las autoridades convocantes.

- **Toma de decisión:** finalizada la revisión del EsIA, las instancias de participación ciudadana, la presentación de documentación, estudios adicionales y aclaraciones solicitadas al promotor del proyecto, la autoridad de aplicación está en condiciones de tomar la decisión de otorgar o no la autorización ambiental para la ejecución del proyecto. Esta se materializa mediante un acto administrativo cuyo nombre varía según la jurisdicción considerada (Declaración de Impacto Ambiental, Certificado de Aptitud Ambiental, Resolución Ambiental, etc.). Este documento puede contener requerimientos o condicionantes de cumplimiento obligatorio. Asimismo, según el tipo de proyecto y en acuerdo con la normativa vigente en materia de EIA posee un periodo de vigencia que cumplido debe gestionarse su renovación.

- **Seguimiento, control y fiscalización:** el seguimiento, control y fiscalización del proyecto por parte de la autoridad de aplicación puede realizarse mediante inspecciones, auditorías ambientales, solicitud de información, etc. El promotor del proyecto tiene la obligación de ejecutar las medidas de gestión ambiental establecidas en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y aquellas que la autoridad ambiental haya solicitado al momento de aprobar el proyecto.

A nivel nacional se pueden citar ejemplos de proyectos de CMNyR que fueron sometidos a un procedimiento de EIA en Río Negro, Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Santa Cruz.

2.1.2. Marco normativo de la actividad nuclear

El marco normativo de la actividad nuclear se compone, por un lado, de leyes nacionales (Ley Nacional de la actividad nuclear N° 24.804, Decreto N° 1.390/98 y Ley Nacional N° 25.018 del régimen de gestión de residuos radiactivos) y tratados internacionales de los que el país forma parte y, por otro, de normas regulatorias de cumplimiento obligatorio y guías regulatorias de carácter orientativo asociadas a dichas normas. Estas últimas son dictadas por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). Asimismo, complementan este marco normativo recomendaciones, criterios y estándares propuestos por organismos internacionales tales como el OIEA, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés) y el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, por sus siglas en inglés).

La ley 24804 sujeta a jurisdicción nacional la regulación y fiscalización de la actividad nuclear. En particular, el artículo 16 menciona las funciones, facultades y obligaciones de la ARN, organismo nacional a cargo de la regulación y fiscalización de la actividad nuclear en las áreas de seguridad radiológica y nuclear, protección y seguridad física, y salvaguardias y no proliferación. En materia de impacto ambiental, se destaca la facultad de *“Evaluar el impacto ambiental de toda actividad que licencie, entendiéndose por tal a aquellas actividades de monitoreo, estudio y seguimiento de la incidencia, evolución o posibilidad de daño ambiental que pueda provenir de la actividad nuclear licenciada”*. Asimismo, el Decreto reglamentario N° 1390/98 especifica en el artículo 16 inciso m que *“Entiéndese que la evaluación de impacto ambiental a que hace*

referencia el inciso m) del Artículo 16 de la Ley N° 24.804 se refiere exclusivamente a la evaluación de los estudios y análisis realizados por los licenciatarios y que la intervención de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR en lo que al ambiente humano se refiere se limita al impacto ambiental radiológico que pueda provenir de la descarga de efluentes radiactivos”. De acuerdo con este marco regulatorio y, según lo señalado en el Informe Anual ARN 2021 (Autoridad Regulatoria Nuclear [ARN], 2022a), el impacto radiológico ambiental de las actividades licenciadas se evalúa a través de un plan de monitoreo radiológico ambiental (PMRA) realizado en los alrededores de las instalaciones reguladas. En efecto, la ARN requiere a las instalaciones, según corresponda, realizar un monitoreo radiológico ambiental. En concordancia con este requerimiento, las instalaciones pueden tomar como referencia la guía regulatoria AR 14 Rev. 0 “Diseño y Desarrollo de un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental” para diseñar y ejecutar su propio PMRA, el que previo a su implementación, debe ser aprobado por la autoridad regulatoria. Paralelamente, y en línea con lo recomendado internacionalmente, la ARN realiza un PMRA, independiente del que realizan los regulados, a fin de verificar que las instalaciones operen de acuerdo con las regulaciones y requerimientos vigentes y cumplan con los valores autorizados de descarga de radionucleidos al ambiente (ARN 2022b). Los resultados de los monitoreos llevados a cabo por la ARN se encuentran publicados en su página web oficial y son de libre acceso. Al momento de la elaboración del presente trabajo el último reporte disponible corresponde al año 2021. De los reportes consultados se desprende que la ARN realiza monitoreos en 14 instalaciones (centrales nucleares, complejos fabriles, excomplejos minero-fabriles, centros atómicos, etc.) cuyo diseño depende del tipo de instalación, de los radionucleidos potencialmente presentes en sus descargas y del sitio geográfico en el

que se encuentra la instalación. Las matrices ambientales consideradas son diversas (aire, agua superficial y subterránea, suelo, sedimentos, peces, alimentos, frutas, etc.) y las muestras se toman por fuera de los límites físicos de las instalaciones bajo el supuesto que es a partir de allí donde el público podría tomar contacto con los radionucleidos descargados. Cabe destacar que, hasta el momento, dichos reportes no incluyen en forma expresa instalaciones de medicina nuclear y/o radioterapia que se emplazan por fuera de los centros atómicos; consideración que no las excluye del control regulatorio. En este sentido, la ARN realiza un control regulatorio a 1282 instalaciones autorizadas para diferentes propósitos y distribuidas en todo el país, a través de procesos de licenciamiento, inspecciones, auditorías y evaluación de documentación técnica y administrativa (ARN 2022a).

Desde el punto de vista regulatorio nuclear, las instalaciones y personas que realizan actividades están sujetas a un proceso de licenciamiento en el que la ARN verifica, mediante evaluaciones e inspecciones, el cumplimiento de requisitos establecidos en el marco normativo aplicable. Dichas evaluaciones se realizan a través de procedimientos específicos que consideran las características de la instalación y su etapa del ciclo de vida (construcción, puesta en marcha, operación, retiro de servicio, etc.), la entidad que la construirá y operará, y el impacto mutuo entre la instalación y el sitio de emplazamiento y su entorno. El proceso de licenciamiento requiere definir la entidad responsable, es decir, la persona jurídica o humana a la que la autoridad regulatoria le otorga una o varias licencias, registros o autorizaciones de prácticas no rutinarias según corresponda. En este marco, las instalaciones y prácticas se clasifican de acuerdo con un enfoque graduado en función del riesgo radiológico asociado, impacto radiológico ambiental, consecuencias

radiológicas de las exposiciones potenciales, dosis ocupacionales involucradas y complejidad tecnológica (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de instalaciones según norma regulatoria AR 10.1.1. Rev. 4.

Clase	Alcance
I	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa: i) licencia de construcción; ii) licencia de operación, iii) licencia de puesta en marcha y iv) licencia de retiro de servicio. • El personal requiere licencias individuales y autorizaciones específicas para desempeñar funciones en la instalación. • Instalaciones o prácticas clase I (también llamadas instalaciones relevantes): <ul style="list-style-type: none"> a. Reactores nucleares de potencia e investigación c. Instalaciones nucleares con potencial de criticidad d. Plantas de irradiación e. Plantas de producción de fuentes radiactivas f. Gestionadora de residuos radiactivos g. Instalaciones con celdas calientes que operan con productos de fisión. h. Instalaciones para almacenamiento transitorio de elementos combustibles irradiados u otras fuentes radiactivas.
II	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere licencia de operación • El personal responsable debe contar con un permiso individual específico para una determinada práctica. • Instalaciones o prácticas clase II: <ul style="list-style-type: none"> a. Instalaciones de teleterapia con aceleradores lineales de uso médico b. Instalaciones de teleterapia con equipos de cobalto c. Instalaciones de braquiterapia d. Instalaciones de medicina nuclear e. Instalaciones nucleares sin potencial de criticidad f. Gammagrafía industrial g. Instalaciones que operan medidores industriales h. Instalaciones que usan fuentes de radiación en la industria del petróleo y en el perfilaje de pozos i. Importación o exportación, venta o transferencia, y depósito de fuentes de radiación j. Instalaciones de radiofarmacia para fraccionamiento, venta o transferencia de fuentes de radiación k. Instalaciones que usan fuentes de radiación para calibración o verificación l. Control, mantenimiento y reparación de equipos industriales con fuentes de radiación

Clase	Alcance
	m. Trasvase de fuentes de radiación, mantenimiento y reparación de equipos.
III	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere registro • El personal debe contar con un permiso individual para registro. • Instalaciones o prácticas clase III: <ul style="list-style-type: none"> a. Diagnóstico in vitro para seres humanos b. Uso de fuentes radiactivas selladas y no selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otras aplicaciones c. Importación, exportación y transferencia de materiales radiactivos en dispositivos cuyo uso estará exceptuado del control regulatorio con excepción de las salvaguardias en los casos de aplicación.
I o II	<ul style="list-style-type: none"> • Las siguientes instalaciones o prácticas serán clasificadas como clase I o II: <ul style="list-style-type: none"> a. Aceleradores de partículas b. Instalaciones de gestión de residuos radiactivos c. Instalaciones minero-fabriles
II o III	<ul style="list-style-type: none"> • Las instalaciones de investigación y desarrollo en áreas fisicoquímicas y biomédicas serán clasificadas como clase II o III.
	<ul style="list-style-type: none"> • Las instalaciones o prácticas no comprendidas anteriormente serán clasificadas por ARN mediante la evaluación caso por caso.

Según lo expuesto, se puede señalar que los vínculos legales que se establecen entre la ARN y los regulados ocurren, en parte, mediante procesos de licenciamiento. En este marco, dicha autoridad regulatoria otorga diferentes tipos de licenciamiento para instalaciones de medicina nuclear y radioterapia. En el Anexo 1 se menciona un listado de licencias de operación, permisos individuales y registros vigentes para instalaciones clase I y II (ARN, s.f.a; ARN, s.f.b).

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo -elaborado por el autor del presente trabajo sobre la base de requisitos e información suministrada en la página web oficial de la autoridad regulatoria-relativo al proceso administrativo que se debe seguir para obtener una licencia que permita operar una instalación de medicina nuclear clase II para el

propósito de uso de fuentes no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos. De igual forma, la Figura 4 muestra un diagrama de flujo para la obtención de una licencia de operación de una instalación de teleterapia (radioterapia externa) destinada al uso de un acelerador lineal de uso médico. Del análisis de la documentación requerida para dichos procesos de licenciamiento se desprende que la ARN no solicita de modo explícito, y como condición previa y excluyente a la emisión de la licencia regulatoria, la presentación de una licencia ambiental otorgada por una autoridad ambiental competente como resultado de un procedimiento de EIA. Tal es el caso, por ejemplo, para la obtención de licencias de operación de instalaciones de teleterapia y braquiterapia (F. Saule, comunicación personal, 24 de octubre de 2022).

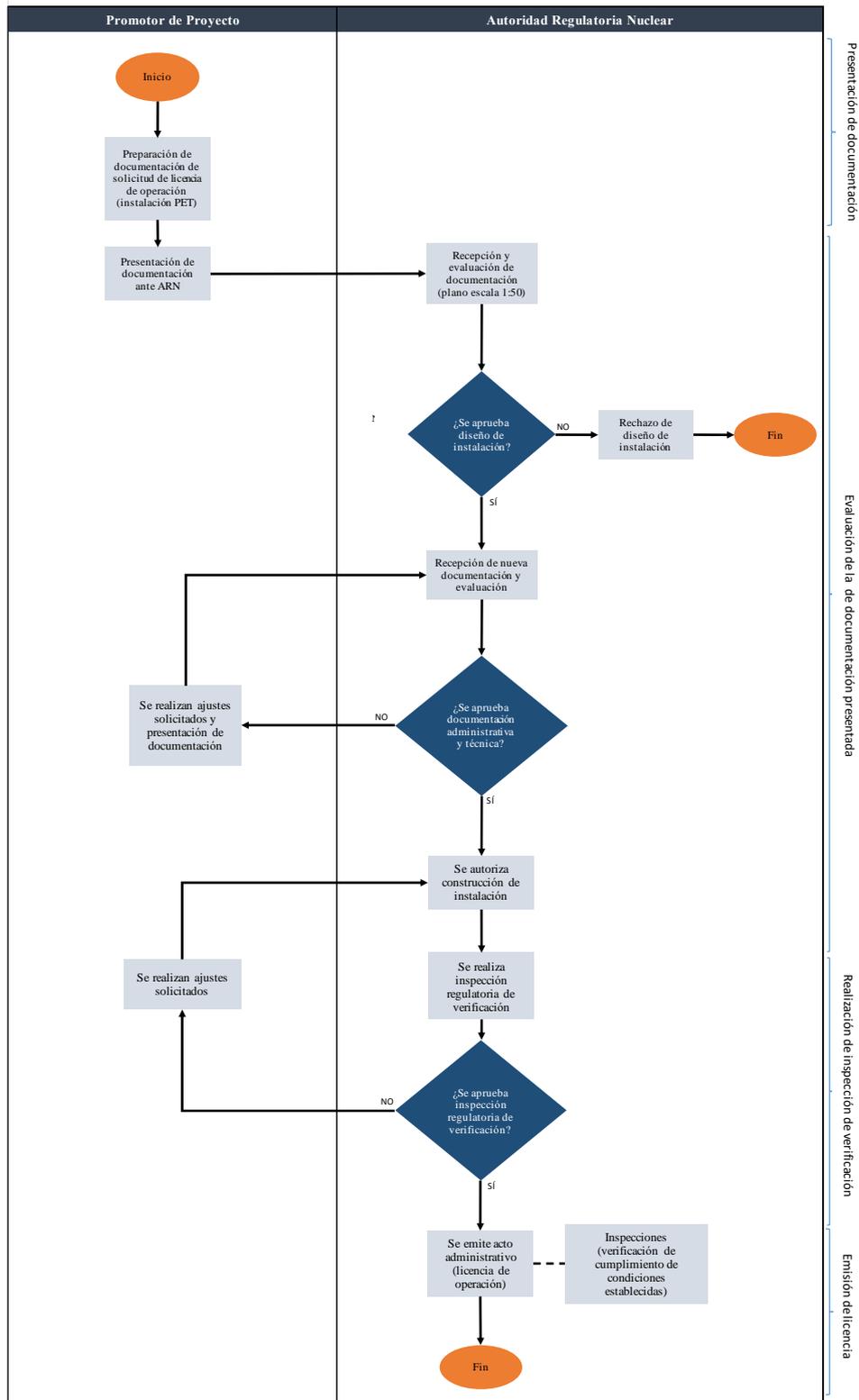


Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de una licencia para operar una instalación de medicina nuclear clase II para el propósito de uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos.

Las etapas y actores intervinientes en el proceso de licenciamiento de la instalación de la figura anterior se describen a continuación:

- **Preparación y presentación de documentación:** el promotor del proyecto recopila y prepara la documentación necesaria para su presentación ante la ARN. Dicha documentación comprende: i) Nota de solicitud para evaluación del diseño de la instalación y detalle del tipo de equipamiento a instalar; plano a escala 1:50 en el que se indican dimensiones y destino de cada local y descripción de materiales constructivos, espesor de paredes y proyección de la ubicación de mesadas, piletas y equipos de medición.

- **Recepción y evaluación de documentación presentada:** la ARN evalúa la documentación presentada. En particular, verifica si el plano presentado cumple con los requerimientos establecidos en la Norma Regulatoria AR 8.2.4 Rev. 1 “Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear”.

- **Aprobación de la documentación presentada:** si la propuesta presentada se ajusta a lo requerido por la normativa mencionada, la ARN aprueba el diseño y la distribución edilicia de la instalación. Caso contrario, se rechaza el diseño y se especifican las observaciones que motivaron dicho rechazo.

- **Presentación de nueva documentación y evaluación:** luego de la aprobación formal del diseño de la instalación, el promotor del proyecto presenta la documentación técnica y administrativa que incluye formularios, detalle del equipamiento de la instalación, manual de calidad de servicio, memoria de cálculo y planos según las

recomendaciones y requisitos para la evaluación del blindaje de instalaciones PET y requisitos para utilizar fuentes abiertas en instalaciones PET medicina nuclear en seres humanos. La ARN realiza una evaluación independiente de los cálculos propuestos en la documentación técnica y podrá solicitar modificaciones o documentación adicional.

- **Aprobación de la documentación presentada:** aprobada la memoria de cálculo y la documentación técnica y administrativa, el promotor del proyecto se encuentra en condiciones de realizar la construcción de la instalación.

- **Inspección de verificación:** la ARN realiza una inspección regulatoria de verificación para determinar si la instalación cumple con la documentación declarada y aprobada, a fin de asegurar que la instalación pueda operar en condiciones adecuadas de protección radiológica.

- **Emisión del acto administrativo:** si la inspección es aprobada la ARN emite la licencia de operación para instalación por un período de vigencia de 5 años, excepto que especifique un período de validez menor. Dicha licencia puede modificarse y renovarse. Asimismo, la ARN realiza inspecciones durante el funcionamiento de la instalación.

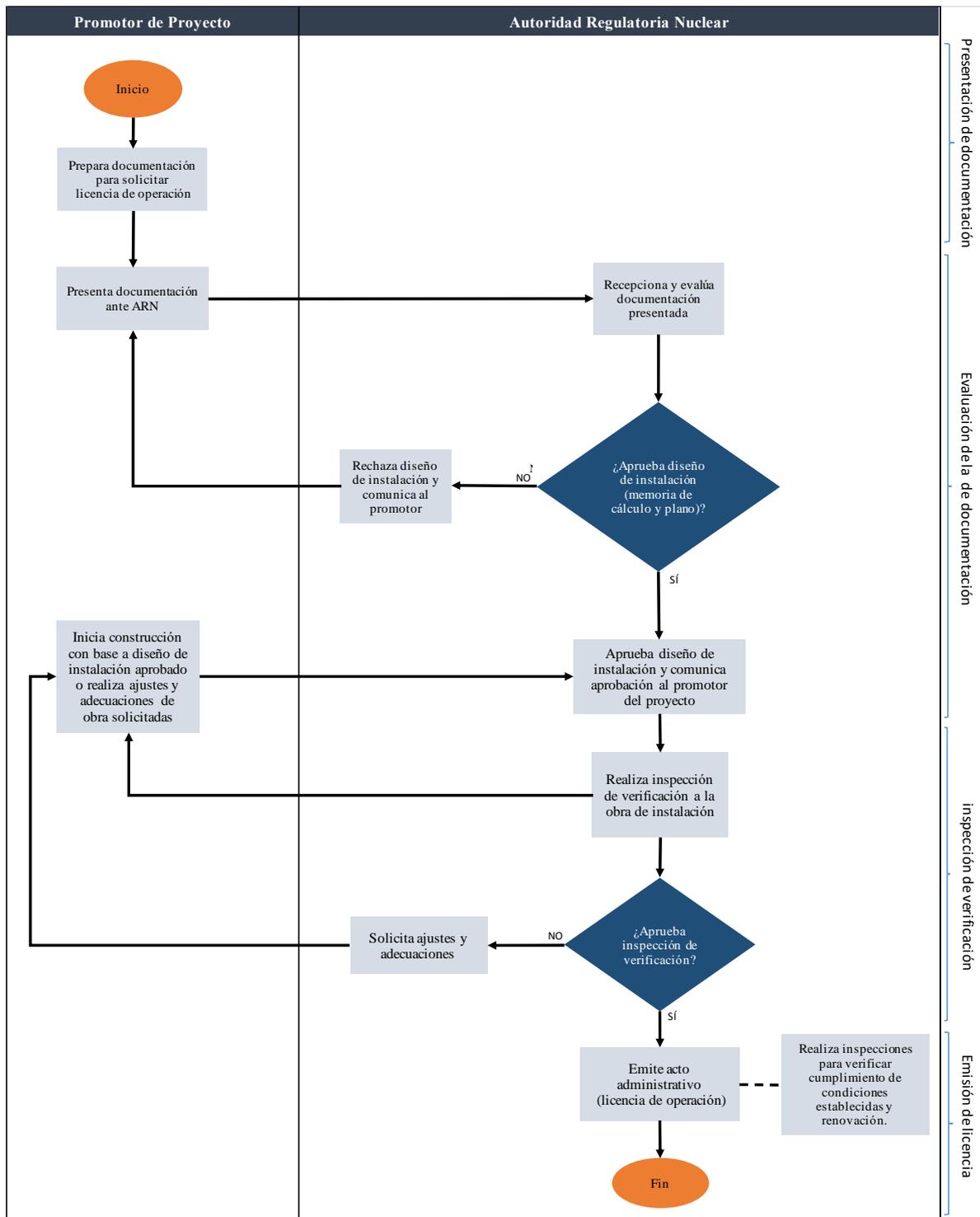


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de una licencia de operación para operar una instalación clase II destinada al uso de aceleradores lineales de uso médico (teleterapia).

Las etapas y actores intervinientes en el proceso de licenciamiento de la instalación de la figura anterior se describen a continuación:

- **Preparación y presentación de documentación:** el promotor del proyecto recopila y prepara la documentación necesaria para su presentación ante la ARN. Dicha documentación comprende: i) Nota de solicitud de licencia de operación, ii) formularios de solicitud de autorización de operación para el uso de radioisótopos o radiaciones ionizantes, iii) aceptación de responsabilidad, iv) designación de especialista en física de la radioterapia y aceptación de la designación, v) documentación que acredita la personería jurídica de la entidad responsable, vi) nómina del personal de radioterapia, vii) memoria de cálculo del blindaje del recinto de irradiación y planos de acuerdo con los requisitos establecidos para un servicio de radioterapia, viii) otra documentación técnica adicional para demostrar que la operación de la instalación será en un marco de seguridad radiológica y acorde con el marco normativo aplicable; ix) pago de tasa de licenciamiento. El diseño y plano de la instalación deben considerar los lugares lindantes a la misma y límites del predio en el que se emplaza la instalación a fin de establecer la restricción de dosis correspondientes al público y trabajadores. De corresponder, es necesario que el promotor del proyecto cuente con el acuerdo de los vecinos contiguos a la instalación para facilitar a los inspectores de la ARN las mediciones de dosis dentro de sus hogares, durante las tareas de monitoreo radiológico.

- **Recepción y evaluación de documentación presentada:** la ARN evalúa la documentación presentada. En particular, verifica si la misma cumple con los requerimientos establecidos en la Norma Regulatoria AR 8.2.2 Rev. 1. “Operación de aceleradores lineales de uso médico” y requisitos para la memoria de cálculo para un

servicio de radioterapia. La ARN realiza una evaluación independiente de los cálculos propuestos en la documentación técnica y podrá solicitar modificaciones o documentación adicional.

- **Aprobación de la documentación presentada:** si la propuesta presentada se ajusta a lo requerido, la ARN aprueba el diseño de la instalación y el promotor del proyecto se encuentra en condiciones de realizar la construcción edilicia de la instalación o, de corresponder, realizar las ampliaciones o modificaciones estructurales de un establecimiento preexistente que se desea destinar al uso para el cual se solicita la licencia. Caso contrario, se rechaza el diseño y se especifican las observaciones que motivaron dicho rechazo.

- **Inspección de verificación:** la ARN realiza una inspección de verificación para determinar si la construcción de la instalación cumple con la documentación declarada y aprobada.

- **Emisión del acto administrativo:** aprobada la documentación técnica, administrativa e inspección realizada, la ARN se encuentra en condiciones de emitir la licencia de operación para instalación por un período de vigencia de 5 años, excepto que especifique un período de validez menor. Dicha licencia podrá modificarse y renovarse. Asimismo, la ARN realiza inspecciones durante el funcionamiento de la instalación.

Se pueden citar ejemplos de instalaciones que solicitaron un proceso de licenciamiento en el marco de la ejecución de proyectos de CMNyR. En este sentido, se

pueden mencionar a los CMNyR emplazados en Río Negro, Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Santa Cruz.

Cabe señalar que el cumplimiento de normas y requerimientos establecidos por la ARN no eximen del cumplimiento de otras normas y requerimientos dictados por otras autoridades competentes en temas vinculados a la gestión de residuos radiactivos, régimen de EIA, preparaciones radiofarmacéuticas con fines diagnósticos ante la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica [ANMAT], etc.).

Respecto de la gestión de residuos radiactivos la ley de la actividad nuclear establece que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es el organismo responsable de ejercer dicha gestión mediante legislación específica. En ese marco, se sancionó en 1998 la Ley Nacional N° 25018 que establece los instrumentos básicos para garantizar la gestión de residuos radiactivos en un marco de protección ambiental, de salud pública y derechos de prosperidad. En particular, dicha ley crea el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR) que entre sus principales acciones se destacan la de diseñar la estrategia nacional de gestión de residuos radiactivos generados en el ámbito público y privado, establecer la necesidad de repositorios o instalaciones para la gestión de residuos radiactivos, establecer líneas de investigación y desarrollo sobre tecnologías de gestión, llevar a cabo un inventario y registro de residuos radiactivos, etc. En lo que respecta a EIA, se destacan dos artículos que mencionan este instrumento. El artículo 11, por un lado, señala que el PNGRR incorpora la recuperación de sitios afectados por las actividades mineras (extracción, molienda, concentración de

minerales radiactivos, etc.) y, para ello, el principio de impacto ambiental tan bajo como sea posible *“deberá ser integrado con programas complementarios de desarrollo sustentable para las comunidades directamente afectadas y quedará sometido a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que dispongan las provincias o la ciudad de Buenos Aires, según corresponda.”*. Por su parte, el artículo 12 establece que ante *“la necesidad de emplazamiento de instalaciones para la disposición final de residuos radiactivos de alta, media o baja actividad, las localizaciones deberán ser aprobadas previamente como requisito esencial por la ley de la provincia o de la ciudad de Buenos Aires, según corresponda con acuerdo de la Autoridad Regulatoria Nuclear”*. Asimismo, señala que *“...deberán realizarse los correspondientes estudios de factibilidad ambiental que contendrán una descripción de la propuesta y de los efectos potenciales, directos o indirectos que la misma pueda causar en el ambiente indicado, en su caso, las medidas adecuadas para evitar o minimizar los riesgos y/o consecuencias negativas e informando sobre los alcances, riesgos y beneficios del proyecto.”*. Por otro lado, indica que *“Deberá convocarse a una audiencia pública con una anticipación no menor a diez (10) días hábiles...”*.

En lo que respecta a centros de medicina nuclear y/o radioterapia, la gestión de residuos radiactivos, en un marco de protección radiológica de las personas y del ambiente y de la seguridad de las fuentes de radiación, debe cumplir con requisitos establecidos en diferentes normas regulatorias dictadas por la ARN para tal fin (AR 8.2.1. Rev. 0; AR 8.2.3. Rev. 3; AR 10.1.1. Rev. 4; AR 10.12.1. Rev. 3; AR 10.13.2. Rev. 0). En particular, el vínculo legal que se establece entre estas instalaciones y el PNGRR se produce mediante la transferencia transitoria o definitiva de fuentes radiactivas de uso

médico (por ejemplo, fuentes selladas de cobalto-60). En el caso de transferencia transitoria, el poseedor de la fuente solicita la guarda en custodia por un intervalo temporal determinado, habitualmente un año y renovable. Dicha fuente se almacena en condiciones seguras en instalaciones del PNGRR hasta su retiro y reutilización por parte de su poseedor. Esta práctica es habitual cuando se realizan, por ejemplo, remodelaciones u operaciones de mantenimiento en la instalación (D. Caballero, comunicación personal, 28 de octubre de 2022). La transferencia de fuentes radiactivas al PNGRR requiere que el poseedor cuente con licencia de operación o registro emitido por ARN, certificado de origen de la fuente (modelo, número de serie, nucleído, actividad, etc.) y autorización de traslado y transferencia convalidado por ARN.

Como se indicó en párrafos anteriores, desde la perspectiva de la evaluación de impactos ambientales, la ejecución de proyectos de CMNyR implica el cumplimiento de normativa general vinculada al régimen de EIA y sectorial de aplicación específica a la actividad nuclear. El régimen de EIA establece que el procedimiento técnico administrativo culmina con la aprobación o rechazo de un proyecto, mientras que, para la ley de la actividad nuclear, la EIA a la que refiere su propio cuerpo normativo se circunscribe al impacto radiológico ambiental que en la práctica se instrumenta mediante un PMRA. Así, el rechazo o aprobación del diseño, construcción, operación, etc. de una instalación alcanzada por dicha regulación nuclear queda supeditada a un proceso de licenciamiento específico que difiere en naturaleza y alcance del establecido en el régimen de EIA. Cabe destacar que este régimen no excluye a aquellos proyectos que puedan, potencialmente, generar impactos radiológicos ambientales. En efecto, el marco normativo de algunas jurisdicciones subnacionales somete explícitamente a proyectos de

generación de energía nuclear a procedimientos de EIA. Tal es el caso de la ley N° 11723 “Protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general” de la provincia de Buenos Aires y el de la ordenanza N° 217-c-89 “Impacto Ambiental” de la municipalidad de San Carlos de Bariloche, por citar algunos ejemplos. Adicionalmente, la ley nacional 25018 que regula el régimen de gestión de residuos radiactivos establece que la recuperación de sitios afectados por la minería nuclear y los emplazamientos de instalaciones para la disposición final de residuos radiactivos se sujeten a los procedimientos de EIA que dispongan las autoridades subnacionales.

2.2. Lineamientos existentes sobre EIA y aspectos radiológicos

Existe una gran variedad de publicaciones que orientan, en términos generales, sobre qué contenidos mínimos debe incluir un EsIA desde un punto de vista convencional. Esta variedad comprende guías, manuales y libros realizados por expertos en la materia, organismos nacionales, internacionales y no gubernamentales. El uso de estas publicaciones complementa los contenidos o términos de referencia dictados por autoridades gubernamentales que, aunque no siempre, se circunscriben a actividades específicas (minería, electricidad, etc.). Entre los libros y manuales que realizan un abordaje conceptual y general de la EIA como instrumento de gestión ambiental se pueden citar a los realizados por Canter (1998), Conesa Fernández-Vitora (2011), Gómez Orea y Gómez Villarino (2013), Lara (2018) y, Leopold, Clarke, Hanshaw y Balsley (1971). Por otro lado, desde el sector público nacional, la ex SAyDS de la Nación (actualmente MAyDS) publicó en 2019 una guía que establece un marco de referencia para mejorar el contenido de los EsIAs y, a la vez, servir de punto de partida para futuras

publicaciones sectoriales. Hasta el momento, las guías sectoriales publicadas por dicho organismo se orientan a proyectos hidroeléctricos y de energías renovables. En el plano internacional, el Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Corporación Financiera Internacional (CFI) elaboraron guías y estándares de evaluación ambiental que, si bien, deben ser cumplidos por sus prestatarios en el marco de la ejecución de los proyectos que financian, pueden utilizarse como referencia general para la elaboración de EsIAs. Adicionalmente, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicó una guía de referencia sobre buenas prácticas de EIA y EAE con un enfoque integrado. Asimismo, organizaciones internacionales no gubernamentales como la AIEI también cuentan con guías que orientan sobre diversos temas de EIA tanto a nivel conceptual como metodológico. Finalmente, cabe mencionar aquellas guías elaboradas por reconocidos organismos gubernamentales como la Agencia de Protección Ambiental y el Servicio Geológico de EUA (EPA y USGS, por sus siglas en inglés respectivamente). Para sintetizar lo mencionado anteriormente la Tabla 3-muestra un listado no exhaustivo de las publicaciones que pueden utilizarse como referencia para la elaboración de EsIA.

Tabla 3. Listado de publicaciones en materia de EIA utilizadas como referencia.

Autor de la publicación	Título de la publicación
Canter L.	Manual de Evaluación de Impacto Ambiental (1998)
Conesa Fernández-Vitora	Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (2011)
Gómez Orea y Gómez Villarino	Evaluación de Impacto Ambiental (2013)
Lara A.	La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Herramienta fundamental del desarrollo sustentable (2018)
SAyDS	Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental (2019)
BM	Marco ambiental y social (2017)
BID	Marco de política ambiental y social (2020)

Autor de la publicación	Título de la publicación
	Guías para las normas de desempeño ambiental y social (2021)
CAF	Salvaguardas ambientales y sociales (2016) Guías sectoriales (2017)
PNUMA	Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Towards an Integrated Approach (2004)
CFI	Política sobre sostenibilidad ambiental y social (2012) Evaluación y gestión de impactos acumulativos: guía para el sector privado en mercados emergentes (2013)
AIEI	The International Best Practice. Principles Series
EPA	Guidelines on the information to be contained in Environmental Impact Assessment Reports (2022)
USGS	A Procedure for Evaluating Environmental Impact (Leopold et al. 1971)

Por otro lado, desde el punto de vista radiológico existen normas, guías y manuales realizados por organismos y entes nacionales (ARN, Sociedad Argentina de Radioprotección, etc.) e internacionales (OIEA, ICRP, UNSCEAR). Las temáticas abordadas comprenden protección y seguridad radiológica, clausura y decomiso de instalaciones, gestión de residuos radiactivos, monitoreo radiológico ambiental, etc. En particular, la ARN elabora normas de cumplimiento obligatorio y guías orientativas con recomendaciones para facilitar el cumplimiento de dichas normas. En materia de evaluación del impacto radiológico ambiental se destaca la guía AR 14 Rev. 0 que orienta sobre el diseño y desarrollo de un PMRA. El listado de normas y guías existentes a la fecha elaboradas por dicha autoridad regulatoria en materia de medicina nuclear, radioterapia y monitoreo radiológico ambiental se muestra en la Tabla 4. Por su parte, el OIEA elabora y proporciona guías, estándares, manuales e informes técnicos que abarcan diversas áreas temáticas (energía nuclear, física, radioterapia, minería del uranio, seguridad y protección, reactores nucleares, etc.). Los principales recursos orientados a instalaciones medicina nuclear, radioterapia y evaluaciones ambientales se mencionan en

la Tabla 5. Con relación a las guías sobre evaluaciones ambientales (EIA y EAE) cabe destacar que su alcance se limita a programas y proyectos de reactores nucleares de potencia, reactores modulares y minería del uranio. Adicionalmente, si bien se dispone de una guía general que brinda recomendaciones para realizar evaluaciones prospectivas de impacto ambiental radiológico derivados de instalaciones y actividades, su alcance excluye a los impactos ambientales no radiológicos.

Tabla 4. Listado de normas y guías regulatorias dictadas por la ARN.

Norma regulatoria	Título	Acto administrativo de aprobación
AR 0.0.1. Rev. 2	Licenciamiento de instalaciones Clase I	Resol. ARN N° 39/01
AR 0.11.1 Rev. 3	Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I	Resol. ARN N° 36/01
AR 8.2.1. Rev. 0	Uso de fuentes selladas en braquiterapia	Resol. ENREN N° 60/95
AR 8.2.2. Rev. 1	Operación de aceleradores lineales de uso médico	Resol. ARN N° 18/02
AR 8.2.3. Rev. 3	Operación de instalaciones de telecobaltoterapia	Resol. ARN N° 18/02
AR 8.2.4. Rev. 1	Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear	Resol. ARN N° 18/02
AR 8.11.1. Rev. 2	Permisos individuales para el empleo de material radiactivo o radiaciones ionizantes en seres humanos	Resol. ARN N° 118/05
AR 8.11.2. Rev. 0	Requisitos mínimos de formación clínica activa para la obtención de permisos individuales con fines médicos	Resol. ARN N° 20/02
AR 8.11.3. Rev. 0	Permisos individuales para especialistas y técnicos en física de la radioterapia	Resol. ARN N° 118/05
AR 10.1.1. Rev. 4	Norma básica de seguridad radiológica	Resol. ARN N° 521/19
AR 10.6.1. Rev. 0	Sistema de gestión para la seguridad en las instalaciones y prácticas	Resol. ARN N° 36/20
AR 10.12.1. Rev. 3	Gestión de residuos radiactivos	Resol. ARN N° 20/02
AR 10.13.2. Rev. 0	Norma de seguridad física de fuentes selladas	Resol. ARN N° 08/07
AR 10.16.1. Rev. 3	Transporte de materiales radiactivos	Resol. ARN N° 14/16

Guía regulatoria	Título	Acto administrativo
Guía AR 13 Rev. 0	Almacenamiento de residuos radiactivos	Resol. ARN N° 539/14
Guía AR 14 Rev. 0	Diseño y Desarrollo de un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental	Resol. ARN N° 55/17

Tabla 5. Listado de publicaciones del OIEA por área temática.

Área temática	Publicación	Título	Año
Planificación de CMNyR	No aplica (n.a.)	Setting up a Cancer Centre: A WHO-IAEA Framework	2022
	IAEA Human Health Series (HHS) N° 37	Nuclear medicine resources manual	2020
	IAEA Human Health Reports (HHR) N° 17	Selecting Megavoltage Treatment Technologies in External Beam Radiotherapy	2022
	n.a.	Radiotherapy in Cancer Care: Facing the Global Challenge	2017
	IAEA HHS N° 11	Planning a Clinical PET Centre	2010
	IAEA HHS N° 14	Planning National Radiotherapy Services: A practical tool	2010
	IAEA HHR N° 10	Radiotherapy Facilities: Master Planning and Concept Design Consideration	2014
Protección y seguridad radiológica	IAEA General Safety Guide N° GSG-10	Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities	2018
	n.a.	COVID-19 Pandemic: Technical Guidance for Nuclear Medicine Departments	2020
	IAEA Safety Standards Series (SSS) N° SSG-46	Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation	2018
	IAEA SSS N° SSG-8	Radiation Protection of the Public and the Environment”	2018
	IAEA SSS N° SF-1	Fundamental Safety Principles	2006
	IAEA SSS N° RS-G-1.8	Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection	2005

Área temática	Publicación	Título	Año
	n.a.	IAEA Nuclear Safety and Security Glossary	2022
Clausura y decomiso de instalaciones	IAEA SSS N° Part 6	Decommissioning of Facilities	2014
	IAEA SSS N° 49	Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities	2019
Residuos radiactivos	IAEA SSS N° GSG-1	Classification of Radioactive Waste	2009
	IAEA SSS N° WS-G-6.1	Storage of Radioactive Waste	2006

Adicionalmente a las publicaciones mencionadas en las tablas anteriores se pueden citar como referencia EsIAs elaborados en el marco de proyectos de medicina nuclear y radioterapia que fueron sometidos a un procedimiento de EIA. A nivel nacional se pueden mencionar los realizados para el Centro Argentino de Protonterapia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2019), Centro de Medicina Nuclear y Terapia Radiante de Formosa (2015), Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de Santa Cruz (2016) y Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear de Río Negro (2015); mientras que a nivel internacional se pueden citar los realizados para el Centro de Investigación en Medicina Nuclear para Alzheimer en Estados Unidos (1994), Centro de Excelencia en Oncología en Armenia (2016) y para la instalación de un ciclotrón de producción de fluorodesoxiglucosa destinada a la obtención de imágenes para diagnóstico de cáncer en Kenia (2017).

Lo expuesto hasta aquí permite sostener que coexisten diversos recursos que brindan una gran cantidad de recomendaciones y que pueden utilizarse como referencia para elaborar EsIAs. Sin embargo, no se dispone, al menos a nivel nacional, de un documento guía que indique qué contenidos mínimos -con una perspectiva que integre

aspectos convencionales y radiológicos- debería incluir un EsIA realizado para proyectos de CMNyR.

3. Desarrollo

3.1. Usos pacíficos de la tecnología nuclear y la importancia de la medicina nuclear y radioterapia en la prevención y control de ENT

La tecnología nuclear es aquella que implica el uso de soluciones de la ingeniería basadas en reacciones nucleares (Kazansky, 2020). Su origen se remonta a fines del siglo XIX y principios del XX; periodo en el que se produjeron importantes hitos científicos tales como el descubrimiento de los rayos X en 1895 que rápidamente impulsó el descubrimiento de la radiactividad natural en 1896 y artificial en 1934 (Anderson, Ling, Schlyer & Cutler, 2019; DiGregorio, 2021). Desde entonces y, en tan solo 127 años, diversos avances científicos permitieron que, década tras década, la tecnología nuclear se aplicara en diferentes campos como el militar, la generación de energía eléctrica, agricultura, industria, salud pública y gestión ambiental, etc. A pesar de ser uno de los desarrollos más significativos del siglo XX, por diversas razones, su uso no estuvo ajeno a controversias. Su asociación directa con las armas nucleares debido al uso no pacífico realizado en la década de los cuarenta (bombardeos atómicos a las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki) y la ocurrencia posterior de accidentes nucleares (Three Mile Island en 1979, Chernóbil en 1986 y Fukushima Daichii en 2011) generaron en la opinión pública un fuerte rechazo que persiste hasta el presente. Asimismo, la existencia de otros elementos tales como la generación de residuos radiactivos, realización de ensayos nucleares clandestinos, riesgos asociados con la seguridad de las instalaciones nucleares y elevados costos que implica la construcción de reactores nucleares, contribuyeron en mayor o menor grado a profundizar su rechazo (Murray & Holbert, 2020; ONU, s.f.).

Frente a este escenario la comunidad internacional realizó esfuerzos para que el desarrollo y transferencia de la tecnología nuclear entre los países se realice dentro de un marco pacífico. Es así como, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se gestó un régimen de no proliferación de armas nucleares conformado por un conjunto de instrumentos jurídicos internacionales cuya firma resulta en compromisos jurídicamente vinculantes para los países. Entonces bajo estas condiciones de estricto control, regulación, fiscalización y armonización de los marcos jurídicos nacionales -que se perfeccionan conforme avanzan los desarrollos de la tecnología nuclear y se contemplan nuevas demandas sociales y ambientales- se promueven los usos pacíficos de la tecnología nuclear. Una síntesis de este régimen jurídico se muestra en el Anexo 2 (ARN, 2022; Colombo, Guglielminotti & Vera, 2017; OIEA, 2022a).

Furnari (2020) afirma que los usos pacíficos de la tecnología nuclear son sumamente útiles e irremplazables en diversos campos, tienen un fuerte impacto social e impulsan varios sectores como la ciencia, industria, economía y otras tecnologías. Existe consenso entre diversos autores para clasificar dichos usos en eléctricos y no eléctricos (OIEA, 2021; Rosen, 2021; Udalova, 2020). Las aplicaciones eléctricas son las más conocidas debido a su vinculación con la generación de electricidad a través de reactores nucleares (nucleoelectricidad). Sin embargo, los usos de la tecnología nuclear no deben reducirse solamente a este campo. Las aplicaciones no eléctricas satisfacen una gran variedad de demandas sociales que requieren radiación ionizante e isótopos radiactivos y, a la vez amplían notablemente las perspectivas de uso de la tecnología

nuclear y proporcionan un valor adicional a los activos nucleares existentes y futuros (Figura 5).



Figura 5. Aplicaciones no eléctricas de la tecnología nuclear.

Entre las aplicaciones no eléctricas la medicina nuclear y radioterapia revisten importancia por su rol en el diagnóstico, prevención, control y tratamiento de ENT,

principalmente cáncer. La medicina nuclear es aquella especialidad médica que hace uso de fuentes radiactivas no selladas en seres humanos para diagnosticar y tratar enfermedades. Para diagnóstico utiliza una pequeña cantidad de un radiofármaco diseñado para un estudio específico (por ejemplo, cardiológico, neurológico u oncológico). La distribución biológica del radiofármaco aplicado en el cuerpo de un paciente se evalúa a través de un diagnóstico por imágenes para obtener información *in vivo* de procesos fisiológicos y biológicos tales como actividad celular y molecular (Elgazzar & Alenezi, 2019; Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging [SNMMI], s.f.). Por su parte, la modalidad terapéutica administra a un paciente un radiofármaco que es retenido por células cancerosas a través de mecanismos de absorción fisiológicos y bioquímicos. Al igual que la modalidad diagnóstica, la alta afinidad que existe entre el radiofármaco y el tejido u órgano le confiere, en este caso, selectividad al tratamiento para destruir e inhibir células tumorales y limitar la exposición de tejidos sanos a la radiación (Goldsmith, 2020; SNMMI, s.f.). A diferencia de la medicina nuclear, la radioterapia utiliza fuentes radiactivas selladas (encapsuladas) para el tratamiento y cuidados paliativos de enfermedades, principalmente cáncer. Esta especialidad busca ejercer un control tumoral local a través de la muerte y disminución del crecimiento de células cancerosas a través del uso de radiación ionizante. Para tratar el cáncer puede emplearse como estrategia única o combinada con cirugía y/o terapias sistémicas tales como quimioterapia, hormonal, dirigida y génica. Su importancia radica en que, aproximadamente, el 50 % de los pacientes con cáncer requerirán radioterapia, al menos, una vez durante el transcurso de la enfermedad (Santa Cruz, 2022b; Rosenblatt & Zubizarreta, 2017). La Tabla 6 muestra los principales aspectos que caracterizan a la medicina nuclear y radioterapia.

Tabla 6. Principales características de la medicina nuclear y radioterapia.

Aspecto	Medicina nuclear	Radioterapia
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico y tratamiento de enfermedades. • El 85 % de los procedimientos se realiza con fines diagnósticos de enfermedades cardiológicas, neurológicas y cáncer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento y cuidados paliativos de enfermedades, principalmente cáncer. • Puede ser externa (teleterapia) o interna (braquiterapia) de acuerdo con la distancia a la que se encuentre la fuente radiactiva respecto del paciente.
Fuente radiactiva	<ul style="list-style-type: none"> • No sellada 	<ul style="list-style-type: none"> • Sellada
Equipos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • Tomógrafos SPECT, PET. • Tomógrafos avanzados e híbridos: SPECT/CT, PET/CT, SPECT/MR, PET/MR. • Ciclotrón de producción de radioisótopos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleradores lineales (LINAC) • Equipo de protonterapia. • Unidades de telecobaltoterapia y braquiterapia.
Radioisótopos	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico: Para SPECT/cámara gamma: emisores de radiación gamma (γ). El tecnecio-99 metaestable (^{99m}Tc) se emplea en más del 80 % de las prácticas. Para PET: emisores de positrones (partículas β^+). La F-18-fluordesoxiglucosa (^{18}F-FDG) se emplea en más del 90 % de las prácticas oncológicas, cardiológicas y neurológicas. • Tratamiento: Radionúclidos emisores de partículas alfa (α), partículas β^- y electrones Auger: yodo-131 (^{131}I), fósforo-32 (^{32}P), estroncio-89 (^{89}Sr), etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Teleterapia</u>: unidades de cobaltoterapia con fuentes selladas de cobalto-60 (^{60}Co). • <u>Braquiterapia</u>: cesio-137 (^{137}Cs), iridio-192 (^{192}Ir), oro-198 (^{198}Au), yodo-125 (^{125}I), paladio-103 (^{103}Pd) y ^{60}Co.
Producción artificial de radioisótopos	<ul style="list-style-type: none"> • Reactor nuclear: ^{131}I, ^{32}P, ^{89}Sr, etc. • Ciclotrón: carbono-11 (^{11}C), nitrógeno-13 (^{13}N), oxígeno-15 (^{15}O), flúor-18 (^{18}F). • Generadores: galio-68 (^{68}Ga) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reactores nucleares
Periodo de semi-desintegración (minutos: min; hora: h)	<ul style="list-style-type: none"> • PET: ^{18}F: 109,77 min; ^{11}C: 20,38 min; ^{15}O: 2,04 min; ^{13}N: 10 min • SPECT: ^{123}I: 13,2 h; ^{99m}Tc: 6 h 	<ul style="list-style-type: none"> • ^{60}Co: 5,27 años
Modalidades avanzadas	<ul style="list-style-type: none"> • Terapia teranóstica la cual empareja pares de radionúclidos en un mismo sistema de administración, en la que uno cumple una función diagnóstica y el otro, terapéutica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radioterapia avanzada basada en fotones (intensidad modulada, robótica, radiocirugía estereotáctica). • Radioterapia avanzada basada en partículas (protonterapia, iones de carbono, BNCT).

El uso de la medicina nuclear y radioterapia (convencional y avanzada) ha crecido notablemente en las últimas décadas tanto a nivel mundial y regional (América Latina) como nacional. Dicho crecimiento fue impulsado por un mayor interés de los países en incorporar la tecnología nuclear en sus sistemas de salud, compromisos internacionales asumidos para prevenir y controlar ENT como el cáncer, existencia de apoyo técnico y financiero de organizaciones internacionales y la realización de alianzas entre los sectores público y privado. Sin embargo, el acceso de la población a los servicios de medicina nuclear y/o radioterapia no ha sido equitativo entre los países, en particular para los países en desarrollo. Entre las principales causas se distinguen las dificultades económicas para adquirir equipos de última generación, falta de desarrollo tecnológico local e infraestructura adecuada para producir radioisótopos y radiofármacos, falta de personal calificado y entrenado, incipiente desarrollo de actividades de investigación en aplicaciones médicas y necesidad de adecuación de un marco regulatorio específico. A su vez, cabe destacar que, dentro del territorio de un mismo país también se observan inequidades en el acceso a dicha tecnología. La concentración de instalaciones de medicina nuclear y/o radioterapia en los principales centros urbanos -aspecto que encarece el traslado y alojamiento de quienes residen en lugares alejados y requieren el uso de estas tecnologías médicas- y la falta de recursos económicos o coberturas de asistencia médica que posibiliten el acceso a servicios de gestión privada, constituyen factores que dificultan notablemente el acceso a la tecnología nuclear aplicada a la salud (Chandra et al., 2021; Lapi & McConathy, 2021; Orellana et al., 2021; Paez, Giammarile & Orellana, 2020).

En este sentido, el OIEA ha contribuido a fortalecer las capacidades de los gobiernos en la lucha contra el cáncer desde hace más de sesenta años. Así, el proyecto Rayos de Esperanza -de reciente creación- busca promover y fortalecer, principalmente en países en desarrollo, la asistencia oncológica mediante el acceso a la medicina nuclear y radioterapia a partir de la mejora en infraestructura, seguridad radiológica, capacitación y equipamiento (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, 2022; OIEA, 2022b). En línea con lo mencionado, Argentina se posiciona como líder regional en el uso de las aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear, no solo por su trayectoria y experiencia que se remontan a los años sesenta -cuando se inauguró en 1967 el servicio de medicina nuclear del hospital de clínicas José de San Martín y, dos años más tarde, el del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo en la ciudad de Buenos Aires- sino también por realizar transferencia de tecnología nuclear (*know-how*, asistencia técnica y formación) a otros países. Muestra de ello es la construcción y formación de personal del “Instituto de Medicina Nuclear y Tratamiento del Cáncer El Alto” y el “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de Santa Cruz de la Sierra” inaugurados en 2022 en el Estado Plurinacional de Bolivia (Agencia Boliviana de Energía Nuclear [ABEN], 2022a; ABEN, 2022b).

Si bien, se expandieron las aplicaciones de la tecnología nuclear -con relativo grado de desarrollo y conforme a los avances científicos y económicos- a otras regiones del país a través del ofrecimiento de dichos servicios en hospitales, clínicas, sanatorios y centros especializados tanto de gestión pública como privada, fue necesario instrumentar acciones para fortalecer y garantizar el de la tecnología nuclear a la población. Es así como en 2015 se aprobó el Plan Nacional de Medicina Nuclear (PNMN) para prevenir,

controlar y tratar las ENT (especialmente cáncer, cardiopatías y afecciones neurológicas) mediante la construcción de nuevos centros médicos y la refuncionalización de aquellos preexistentes de gestión pública a través de nuevas obras de infraestructura y adquisición de nuevo equipamiento.

En línea con lo mencionado en párrafos anteriores, el acceso a los servicios de medicina nuclear y radioterapia en una región o país puede evaluarse, aunque no de manera excluyente, en términos de su capacidad instalada. En otras palabras, mediante la disponibilidad de equipos de diagnóstico y/o radioterapia por millón de habitantes. Argentina, Chile y Uruguay lideran la región respecto de la disponibilidad de equipos de diagnóstico PET. En 2020, este indicador registró a nivel nacional un valor de 0,9 equipos PET por millón de habitantes tanto de gestión pública como privada. Si bien, la cantidad contabilizada de equipos PET se encuentra próxima al valor recomendado internacionalmente para planificación inicial (1 equipo PET por millón de habitantes), Argentina se encuentra muy por debajo de la disponibilidad óptima deseada (2 a 2,5 PET por millón de habitantes). De acuerdo con el listado de licencias y registros de operación otorgados por la ARN para el propósito uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos, en 2022 se registraron 46 razones sociales públicas y privadas. El 63 % de las licencias y registros otorgados se concentra en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Provincia de Buenos Aires, mientras que el 37 % restante se distribuye entre 11 provincias. Adicionalmente, las instalaciones de medicina nuclear que utilizan equipos PET pueden tener asociado un ciclotrón de producción de radioisótopos y un laboratorio de radiofarmacia. Actualmente, el país

cuenta con 8 ciclotrones (Tabla 7) de los cuales la mitad se distribuye geográficamente entre la ciudad y provincia de Buenos Aires (Santa Cruz, 2022a; ARN, 2022d).

Tabla 7. Unidades ciclotrón-laboratorio de radiofarmacia en Argentina.

Nº	Unidad	Entidad responsable	Ubicación	Gestión	Región	Estado
1	Ciclotrón de Producción de Radioisótopos	CNEA	Provincia de Buenos Aires (PBA)	Estatal	Centro	En etapa de reparación/reemplazo
2	Unidad Ciclotrón - Radiofarmacia - Centro de Imágenes Moleculares	FLENI	PBA	Privada	Centro	Sin datos
3	Ciclotrón de Laboratorios BACON	Laboratorios BACON S.A.I.C.	PBA	Privada	Centro	Sin datos
4	Ciclotrón - Laboratorio de Producción de Radiofármacos	Fundación Centro Diagnóstico Nuclear (FCDN)	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	Fundación	Centro	Próximo al fin de su vida útil
5	Ciclotrón y Línea de Producción de Radioisótopos para PET	Fundación Escuela Medicina Nuclear (FUESMEN)	Provincia de Mendoza	Fundación	Cuyo	En reemplazo
6	Ciclotrón - Laboratorio de Producción de Radiofármacos	Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)	Provincia de Río Negro	Fundación	Patagonia	En instalación
7	Ciclotrón - Laboratorio de Producción de Radiofármacos	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral	Provincia de Santa Cruz	Fundación	Patagonia	En instalación
8	Ciclotrón - Laboratorio de Producción de Radiofármacos	Fundación Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia	Provincia de Formosa	Fundación	Noreste	En construcción/instalación
9	Centro de Medicina Nuclear de Alta Complejidad	A definir	Provincia de Salta	A definir	Noroeste	Proyectado

Respecto de la disponibilidad de equipos SPECT, previo a la ejecución del PNMN, se registraban 4,36 equipos por millón de habitantes. A partir de la implementación de este se pretenden alcanzar 5,4 SPECT por millón de habitantes. Si bien, este incremento se sitúa en el rango recomendado internacionalmente (4 a 10 equipos por millón de habitantes), lo cierto es que el país, por el momento, se encuentra muy por debajo del óptimo sugerido (10 SPECT por millón de habitantes). Si se analiza la distribución de estos equipos previo a la ejecución del plan, se observa una fuerte concentración en la región metropolitana -conformada por la ciudad y provincia de Buenos Aires- (PET: 0,97 y SPECT: 7,36 equipos por millón de habitantes), en contraste con otras regiones del país que carecían de equipos PET (Nordeste, Noroeste y Patagonia) o disponían de una cantidad muy por debajo de los niveles recomendados (Cuyo: 0,35). A partir de la ejecución del PNMN, la región Patagonia dispone de 2 equipos PET de gestión pública, mientras se proyecta la instalación de uno en Salta (Noroeste).

Por otro lado, la distribución de equipos empleados en radioterapia también es heterogénea e inequitativa. Solo cuatro distritos (ciudad de Buenos Aires, provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba) concentran casi el 70 % de estos equipos. Actualmente se construye en la ciudad de Buenos Aires el primer centro de radioterapia basado en partículas de América Latina (protonterapia). Dicho centro se sumará a los 107 ya existentes a nivel mundial que ofrecen esta especialidad y se encuentran distribuidos en su totalidad en países del hemisferio norte, principalmente EUA y Japón (Particle Therapy Co-Operative Group [PTCOG], 2022).

La Tabla 8 muestra una síntesis de la capacidad instalada de medicina nuclear y radioterapia de Argentina comparada a nivel global y con otras regiones (América Latina, Europa) y con EUA. Adicionalmente, se mencionan recomendaciones internacionales sobre la cantidad de equipos requerida por millón de habitantes. Dicha tabla fue elaborada con información tomada de diferentes autores y disponible al momento de realizar el presente trabajo (Rosenblatt & Zubizarreta, 2017; DIRAC, 2022; NUMDAB, s.f.; Páez, Giammarile y Orellana, 2020; PNMN, 2015; PTCOG, 2022; Santa Cruz, 2022a).

Tabla 8. Síntesis de la capacidad instalada de medicina nuclear y radioterapia en Argentina comparada a nivel global y con otras regiones.

País/Región	Nº centros de medicina nuclear	Nº centros de radioterapia	Nº SPECT/millón de habitantes	Nº PET/millón de habitantes	Nº total de equipos megavoltaje	Nº total de equipos de iones livianos	Nº total de equipos braquiterapia	Nº de equipos de radioterapia/millón de habitantes
Argentina	304* 19*	169* 86***	4,36/5,40	0,9	132	1 (en construcción)	44	2,92
Global	1426	7704	sin datos (s.d.)	s.d.	14983	120	3348	s.d.
América Latina	180	701	3,73	0,47	1116	0	394	1,92
Europa	84	1107	6,7 a 16	2	3195	39	836	6,92
EUA	13	2552	45,3	7,3	3854	43	772	11,75
Recomendaciones internacionales								
			Entre 4 y 10	Planificación inicial: 1 Óptimo: 2 a 2,5	Teleterapia: 6 equipos por millón de habitantes o una unidad para tratar 500 pacientes por año. Braquiterapia: 1 equipo de alta tasa de dosis o 2 equipos de baja tasa de dosis para tratar 200 pacientes o más por año. Protonterapia: Argentina: 17 salas para tratar 300 pacientes por año América del Sur: 150 salas para tratar 50 mil pacientes por año.			

*ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear

**NUMDAB: Base de Datos de Medicina Nuclear del OIEA

***DIRAC: Directorio de Centros de Radioterapia del OIEA

3.2. Análisis comparativo de los EsIAs elaborados para proyectos de CMNyR

La metodología utilizada para llevar a cabo el objetivo planteado fue el estudio de casos. Se consideró como caso a los proyectos de construcción y operación de centros de medicina nuclear y radioterapia de gestión pública que hayan sido sometidos a un procedimiento de EIA y licenciamiento regulatorio nuclear. El diseño de la metodología se conforma de cinco etapas diferenciadas (Figura 6) y se basó en BID (2011) y Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014).

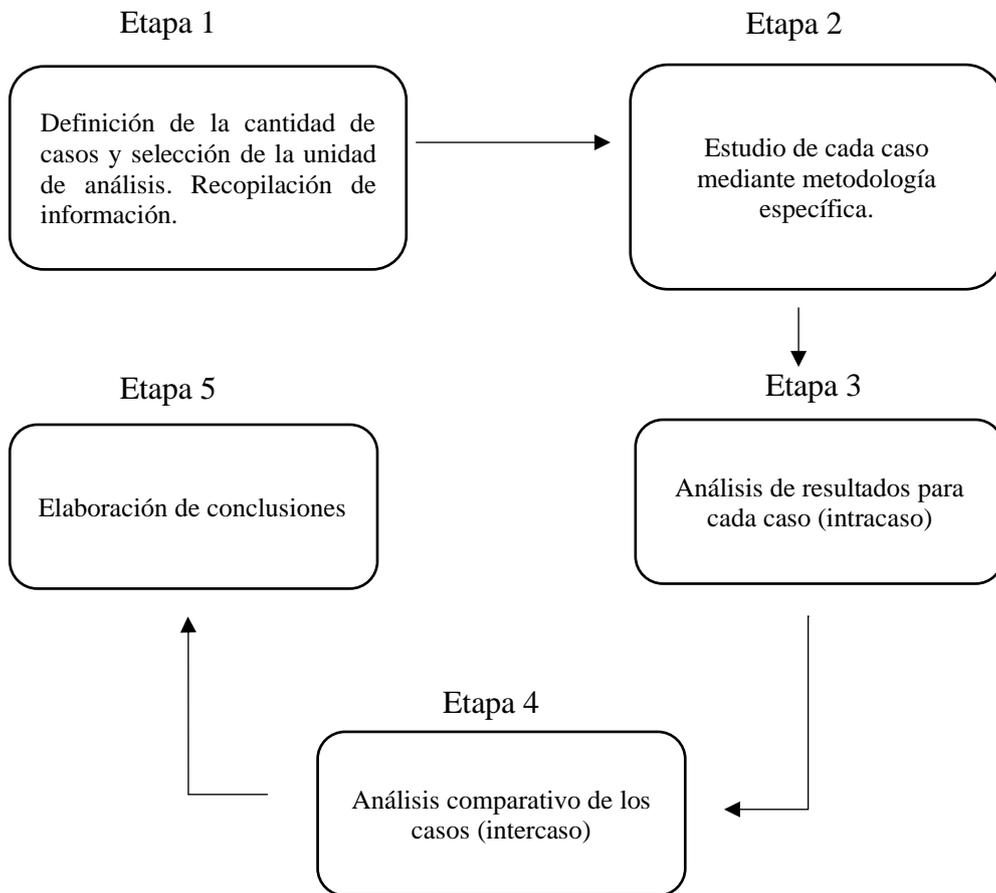


Figura 6. Diseño del estudio de casos.

Etapa 1. Definición de la cantidad de casos y selección de la unidad de análisis.

Recopilación de información: Para determinar la cantidad de casos se realizó un relevamiento de proyectos de CMNyR de gestión pública que fueron desarrollados en Argentina. Para ello, se tomó como referencia el PNMN aprobado en 2015 e información proveniente de organismos oficiales (CNEA y ARN) y razones sociales a cargo de la planificación, construcción y funcionamiento de dichos centros médicos. Definido el universo de proyectos (19), se identificaron aquellos que, mediante información fehaciente, se pudo constatar fueron sometidos a un procedimiento de EIA -de acuerdo con la legislación aplicable en su jurisdicción ya sea provincial o municipal- y/o licenciamiento regulatorio nuclear (13). Posteriormente, se definió como unidad de análisis de cada caso al estudio técnico (EsIA o documento equivalente) realizado en el marco del procedimiento de EIA. La búsqueda de dichos estudios incluyó, por un lado, la consulta de páginas web de organismos nacionales (CNEA, ARN) y autoridades de aplicación ambientales provinciales y municipales y, por otro, la solicitud -vía canales electrónicos- de dichos estudios a promotores de proyecto, equipos técnicos que estuvieron involucrados en el desarrollo de EsIA y autoridades ambientales correspondientes. Cabe destacar que el número total de casos para analizar estuvo condicionado no solo por aquellos proyectos que se constata fueron sometidos a un procedimiento de EIA sino también por la posibilidad de acceder física o digitalmente a los estudios al momento de realizar el presente trabajo. De esta manera, el número total de casos con estudios técnicos disponibles y accesibles fue cuatro. La Tabla 9 muestra el universo de proyectos relevados e identifica aquellos que cuentan con un estudio técnico disponible y accesible. Por su parte, la Figura 7 muestra la ubicación geográfica en la que se emplazan los proyectos relevados.

Tabla 9. Proyectos de CMNyR relevados y disponibilidad de estudios técnicos.

Nº	Nombre de instalación	Localización	Fecha inauguración del servicio o centro	Estado	Objetivo del PNMN	Disponibilidad del estudio técnico
1	Servicio de medicina nuclear del Hospital de clínicas José de San Martín	Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)	1967	Operativo	Refuncionalización y equipamiento	No
2	Servicio de medicina nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo	CABA	1969	Operativo	Refuncionalización y equipamiento	No
3	Fundación Centro Diagnóstico Nuclear (FCDN)	CABA	2007 2015	Operativo	Refuncionalización y equipamiento	Sí
4	Servicio de medicina nuclear del Hospital de pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan	CABA	2010	Operativo	Refuncionalización y equipamiento	No
5	Centro Argentino de Protonterapia (CeArP)	CABA	Prevista para 2025	En construcción	Construcción	Sí
6	Centro Oncológico Pergamino (COP)	PBA	2020	Operativo	Construcción	No
7	Centro Universitario de Imágenes Médicas (CEUNIM) Universidad Nacional de San Martín	PBA	2019	Operativo	Construcción	No
8	Centro Oncológico de Excelencia	PBA	s.d.	En estudio	Originalmente no previsto	s/d
9	Fundación Escuela Medicina Nuclear (FUESMEN)	Provincia de Mendoza	1991	Operativo	Refuncionalización y equipamiento	No
10	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia	Provincia de La Pampa	s.d.	En construcción	Construcción	No
11	Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)	Provincia de Río Negro	2017	Operativo	Construcción	Sí
12	Servicio de Medicina Nuclear del Centro de Aplicaciones Bionucleares (CABIN)	Provincia de Chubut	1989/1990	Operativo	Construcción	No
13	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral (CEMNPA)	Provincia de Santa Cruz	2018	Operativo	Construcción	Sí
14	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (Hospital de Alta Complejidad Pte. Juan D. Perón)	Provincia de Formosa	s/d	En construcción	Construcción	No
15	Fundación Centro de Medicina Nuclear y Molecular (CEMENER)	Provincia de Entre Ríos	2015	Operativo	Construcción	No
16	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia	Provincia de Córdoba	n.a.	No ejecutado	Construcción	No
17	Centro de Medicina Nuclear de Alta Complejidad	Provincia de Salta	s.d.	Proyectado	Originalmente no previsto	n.a.
18	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia	Provincia de Jujuy	n.a.	No ejecutado/ paralizado	Construcción	n.a.
19	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (Hospital Regional Dr. Ramón Carrillo)	Provincia de Santiago del Estero	n.a.	No ejecutado/ paralizado	Construcción	No



● Operativos ● En construcción
● Planificados ● No ejecutados

 1	<p>Servicio de Medicina Nuclear Hospital de clínicas José de San Martín</p>	 7	<p>CEUNIM</p>	 13	<p>CEMNPA</p>
 2	<p>Servicio de medicina nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo</p>	 8	<p>Centro Oncológico de Excelencia La Plata (Buenos Aires)</p>	 14	<p>Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (Pte. Néstor Kirchner)</p>
 3	<p>FCDN</p>	 9	<p>FUESMEN</p>	 15	<p>CEMENER</p>
 4	<p>Servicio de medicina nuclear Hospital de pediatría Prof. Dr. Jan P. Garrahan</p>	 10	<p>Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de La Pampa</p>	 16	<p>Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (Villa María, Córdoba)</p>
 5	<p>CeArP</p>	 11	<p>INTECNUS</p>	 17	<p>Centro de Medicina Nuclear de Alta Complejidad (Salta)</p>
 6	<p>COP</p>	 12	<p>Servicio de Medicina Nuclear del CABIN</p>	 18	<p>Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia (Jujuy)</p>
				 19	<p>Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia (Santiago del Estero)</p>

Figura 7. Ubicación geográfica de CMNyR en Argentina.

Etapa 2. Estudio de cada caso mediante metodología específica: el análisis de cada caso comprende, por un lado, la descripción general del proyecto -incluida la descripción del procedimiento de EIA al que fue sometido y del licenciamiento regulatorio nuclear solicitado ante la ARN- y, por otro, la revisión objetiva de cada estudio técnico. La descripción mencionada considera datos provenientes del propio estudio técnico analizado y de información provista por fuentes oficiales (por ejemplo, CNEA, ARN) y razones sociales a cargo de la construcción y operación, según corresponda. La revisión objetiva de cada estudio técnico se realiza mediante una metodología basada en una lista de revisión adaptada de Lara (2018) y Alvarado Chaparro (2021) (Anexo 3). Dicha lista se compone de dos bloques. El primero contiene información general del caso de estudio (nombre del proyecto, promotor, localización, responsable y fecha de elaboración del estudio técnico), mientras que el segundo incluye 15 criterios de evaluación, agrupados en dos tipos de revisión. De este modo, 11 criterios permiten realizar una revisión técnica-administrativa (términos de referencia considerados, descripciones del proyecto, del ambiente, marco normativo, identificación de impactos ambientales, Plan de Gestión Ambiental, etc.) mientras que los 4 restantes conducen a una revisión general que considera la presentación del estudio técnico, su comprensibilidad, imparcialidad e interpretación de resultados, etc.

La metodología permite obtener para cada criterio de evaluación un puntaje ponderado (PP_C) que se calcula como $PP_C = PR_C * C$; donde PR_C es el peso relativo asignado a cada criterio (Tabla 10) y C es la calificación asignada al criterio durante su evaluación (Tabla 11). A cada calificación se le asigna un color con el objetivo de obtener un mapa de calor para complementar el análisis.

Tabla 10. Peso relativo asignado a los criterios de evaluación.

Tipo de revisión	Nº	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR _C)
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03
	4	Justificación del proyecto	0,02
	5	Descripción del proyecto	0,12
	6	Marco legal e institucional	0,05
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12
	9	Medidas de mitigación	0,07
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06
General	12	Presentación	0,03
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05
	14	Comprensibilidad	0,04
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05
Total			1

Tabla 11. Nivel de desarrollo y calificación de criterios.

Desarrollo del criterio	Detalle	Calificación (C)
Óptimo	El criterio de evaluación fue desarrollado de <u>forma completa</u> y analizado con un <u>elevado nivel de profundidad</u> . No requiere información adicional, complementaria o aclaratoria.	5
Muy bueno	El criterio fue desarrollado de <u>forma adecuada</u> y analizado con un <u>muy buen nivel de profundidad</u> . Presenta pequeñas omisiones menores de tipo no estructural que podrían no atenderse.	4
Bueno	El criterio fue desarrollado de <u>forma aceptable</u> . Sin embargo, presenta omisiones que sí requieren atenderse con la incorporación de información adicional, complementaria o aclaratoria.	3
Incompleto	El criterio fue desarrollado de <u>forma parcial</u> y analizado de <u>manera incompleta</u> . Debido a la existencia de omisiones estructurales, el criterio requiere incorporar información adicional, complementaria y aclaratoria.	2
Escaso	El criterio fue desarrollado y analizado de forma insuficiente. Requiere incorporar información adicional, complementaria y aclaratoria.	1
Nulo	El criterio <u>no fue desarrollado</u> .	0

La suma de los **PPC** obtenidos a partir de la revisión realizada permite determinar cuál es el nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico en su conjunto (**ND_{ET}=Σ PPC**). La Tabla 12 muestra los rangos de puntaje definidos para **ND_{ET}**. A cada rango le

corresponde una categoría cualitativa y un color preestablecido con el fin de obtener un mapa de calor para complementar el análisis.

Tabla 12. Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico revisado.

NDET	Categoría	Detalle
> 5	Completo (C)	El estudio alcanzó un desarrollo óptimo. Todos los criterios fueron cubiertos de forma completa.
3,1 - 5	Aceptable (A)	La mayoría de los criterios del estudio fueron cubiertos de forma completa y aceptable, pero el documento requiere información adicional, complementaria o aclaraciones para cubrir insuficiencias menores a medias.
2,1 - 3	Incompleto (I)	Los criterios fueron cubiertos de forma parcial o criterios considerados relevantes no fueron desarrollados. El documento requiere incorporar información adicional y complementaria para cubrir insuficiencias significativas.
0 - 2	Deficiente (D)	El estudio técnico es deficiente. La información presenta omisiones e insuficiencias muy significativas. El documento analizado no permite realizar una adecuada evaluación del proyecto desde una perspectiva ambiental.

Los supuestos de la metodología descrita implican: i) la revisión objetiva de cada estudio técnico se realiza sobre documentos disponibles y accesibles que fueron elaborados previa presentación ante la autoridad de aplicación ambiental correspondiente; ii) los criterios de evaluación fueron seleccionados con el objetivo de lograr un balance adecuado entre aquellos considerados estrictamente técnicos-administrativos y aquellos formales y de revisión general; iii) el peso relativo asignado a cada criterio de evaluación y tipo de revisión fue definido según el buen juicio profesional de quien desarrolla el presente trabajo y quien conoce y ha estudiado los fundamentos de la EIA como herramienta de gestión ambiental; y iv) el NDET no implica mera aprobación o rechazo del estudio, sino que permite determinar cuál es el nivel técnico alcanzado en su conjunto para identificar debilidades y fortalezas que permitan establecer oportunidades de mejora.

Etapa 3. Análisis de resultados para cada caso (intracaso): a partir de los resultados obtenidos para cada caso se determinan tendencias, patrones y características específicas.

Etapa 4. Análisis comparativo de los casos (intercaso): a partir de los resultados obtenidos en la etapa anterior, se realizan comparaciones entre los casos para identificar aspectos comunes (convergencias), diferencias (divergencias), tendencias o patrones.

Etapa 5. Elaboración de conclusiones: a partir de los resultados de la etapa anterior se definen oportunidades de mejora y lineamientos para realizar estudios técnicos de nuevos proyectos de centros de medicina nuclear y radioterapia, con el fin de contribuir al proceso de toma de decisiones desde una perspectiva ambiental.

4. Resultados y discusión

En el presente capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos para cada caso analizado.

4.1. Resultados

4.1.1. Caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires)

Descripción general del proyecto

El Centro Argentino de Protonterapia (CeArP) es un proyecto promovido por la CNEA y la Universidad de Buenos Aires (UBA). Se trata de la construcción del primer centro de América Latina en emplear partículas (protones) para el tratamiento de ENT, principalmente, cáncer (Figura 9). Dicho centro también realizará actividades de I+D+i y formación de recursos humanos. La terapia con protones, conocida como protonterapia, es considerada una de las técnicas más avanzadas de radioterapia y, a diferencia de la radioterapia convencional que emplea fotones, permite ejercer un control tumoral con mayor precisión, minimizar la dosis corporal integral y las dosis de entrada y salida (ventaja dosimétrica) y, a la vez, proteger tejidos sanos y estructuras críticas (ventaja radiobiológica). Esta técnica cobra relevancia en pacientes pediátricos debido a su alta sensibilidad a los efectos secundarios, deterioro en el crecimiento y desarrollo, tumores secundarios inducidos en el tejido sano, etc. Los tipos de cáncer que pueden ser tratados por esta técnica, según la evidencia clínica disponible, incluyen tumores del sistema nervioso central, de cabeza y cuello avanzados y/o inoperables, de senos paranasales,

oculares y melanomas intraoculares, tumores que se localizan en la base del cráneo, etc. (Santa Cruz, 2022b).

La construcción del CeArP es realizada por la empresa INVAP SE en el barrio de agronomía de la ciudad de Buenos Aires en un predio de 9694 m² cedido por la UBA (Figura 8). El diseño del edificio se compone de subsuelo, planta baja (tratamiento de protonterapia e I+D+i), primer y segundo piso destinados a laboratorios de I+D+i y oficinas (Figura 9). La superficie total cubierta comprende 7858 m², de los cuales 4335 m² corresponden al sector de radioterapia convencional (acelerador lineal Versa HD y CyberKife para radiocirugía), mientras que 3523 m² se destinan al sector de protonterapia (dos salas de gantry) e I+D+i. La entrada en operación del sector convencional se estima para 2023 y la del sector de protonterapia para 2024. La inversión destinada para la construcción y adquisición de equipamiento es de 150 millones de dólares.



Figura 8. Ubicación geográfica del CeArP.

Fuente: EsIA Centro Argentino de Protonterapia (2019).



Figura 9. Modelo digital del edificio del CeArP.

Fuente: CNEA (s.f.).

Procedimiento de EIA

El proyecto fue sometido a un procedimiento de EIA en el marco de la ley N° 123 de la ciudad de Buenos Aires, Decreto Reglamentario N° 85/19, Resolución N° 305/APrA/19 (actualmente no vigente) y normas modificatorias y complementarias. La autoridad de aplicación ambiental fue la Agencia de Protección Ambiental (APrA), entidad autárquica dependiente de la Secretaría de Ambiente de la ciudad de Buenos Aires. El procedimiento fue iniciado en agosto de 2019 por la CNEA en forma digital a través del Sistema Público de Solicitudes de APrA. El proyecto fue categorizado como con relevante efecto ambiental (C.R.E.). En ese marco, la coordinación, elaboración y presentación del EsIA solicitado estuvo a cargo de la Gerencia de Gestión Ambiental de la CNEA. Emitido el dictamen técnico por APrA y prestada la conformidad de este por la CNEA, dicha autoridad de aplicación convocó en marzo de 2021 a una audiencia

pública en el marco del artículo 22 de la citada ley de EIA y de la ley N° 6 que regula el instituto de la audiencia pública en la ciudad de Buenos Aires. La audiencia se realizó bajo la modalidad virtual de acuerdo con lo establecido en la ley N° 6306. Cumplido este requisito, APrA otorgó en mayo de 2021 la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) mediante la cual autorizó la ejecución del proyecto de manera condicionada al cumplimiento de requerimientos por parte del promotor del proyecto y de contratistas con el fin de evitar, minimizar y mitigar los potenciales impactos negativos de la actividad. Asimismo, emitió el Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) a nombre de CNEA con una vigencia de 2 años, renovable. Dicho certificado acredita el cumplimiento de la normativa de EIA. La Figura 10 muestra el diagrama de flujo del procedimiento de EIA llevado a cabo para el proyecto.

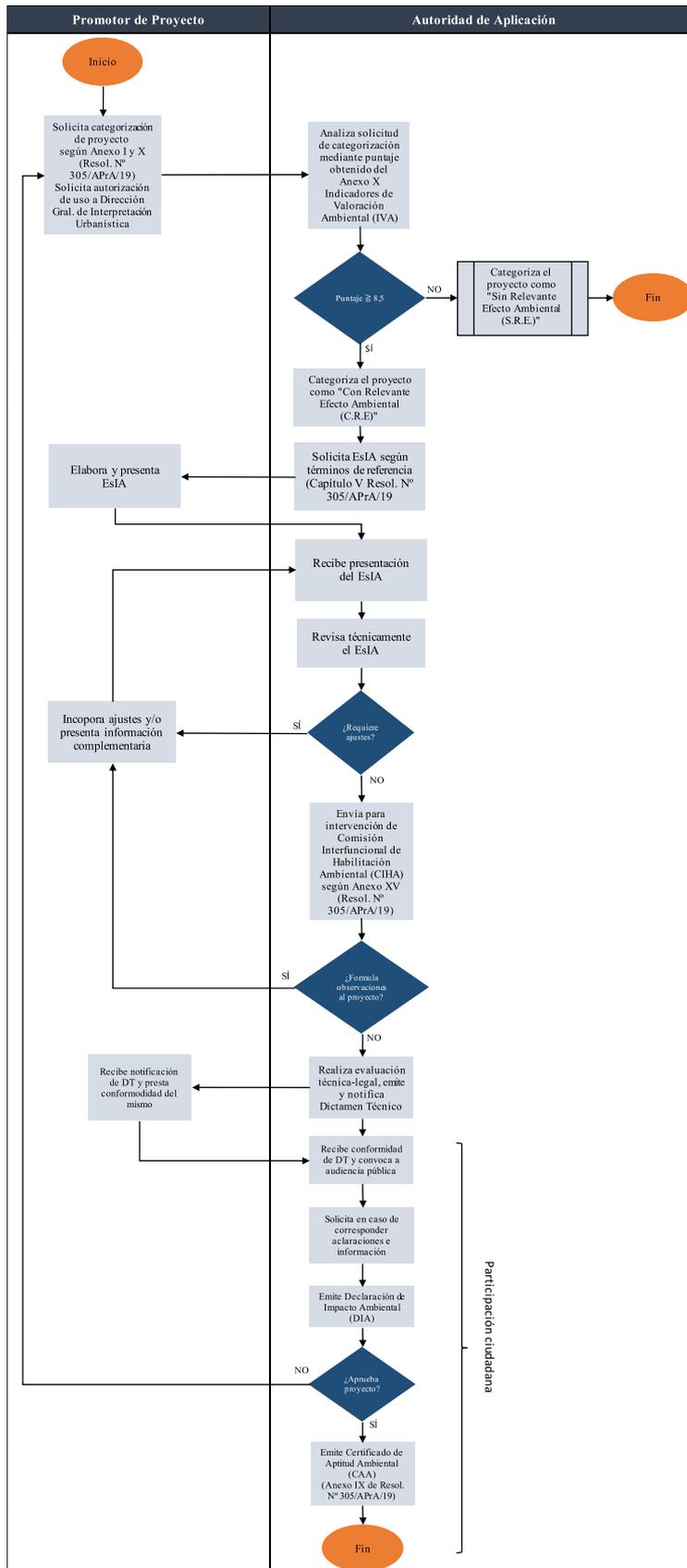


Figura 10. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CeArP.

Licenciamiento ante la ARN

La construcción del edificio del CeArP requiere del cumplimiento de requisitos regulatorios dictados por la ARN. Según el EsIA, las instalaciones del proyecto se clasificaron como clase I (protonterapia -ciclotrón y línea de transporte de haz de protones con sus respectivos bunkers con blindajes) y clase II (sector de aceleradores lineales con sus respectivos bunkers con blindajes). Cabe destacar que, al momento de la elaboración del presente trabajo, no se cuenta con información actualizada sobre el estado del proceso de licenciamiento llevado a cabo por dicha autoridad regulatoria. Si embargo, el informe anual realizado por esta última para el año 2021 (ARN, 2022a), señala que continúa con las evaluaciones para el licenciamiento del CeArP.

La Tabla 13 muestra una síntesis de la información mencionada anteriormente sobre el proyecto considerado.

Tabla 13. Síntesis de las características del estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires).

Características	Detalle
Nombre del proyecto	“Centro Argentino de Protonterapia”
Promotor	CNEA
Ubicación	Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Agronomía)
Inversión	150 millones de dólares (fondos del estado nacional)
Estado actual	En construcción
Gobernanza del centro	A definir
Página web	No posee. El promotor del proyecto publica información en: https://www.argentina.gob.ar/cnea/centro-argentino-de-protonterapia
Superficie total (m ²)	7858
Servicios	<ul style="list-style-type: none">• Tratamiento de enfermedades oncológicas mediante radioterapia avanzada (protonterapia) y radiocirugía.

Características	Detalle
	<p>Equipo de protonterapia, marca IBA, modelo Proteus (sistema de producción -ciclotrón- y transporte del haz a las salas de tratamiento (gantry) y laboratorio de investigación y desarrollo; cañón para escaneo de haz delgado tipo lápiz (Pencil Beam Scanning) y sistema de posicionamiento robótico del paciente.</p> <p>Acelerador lineal: marca Elekta, modelo Versa HD.</p> <p>Acelerador lineal de brazo robótico guiado por imágenes: marca Accuray, modelo CyberKnife.</p> <p>Equipo de resonancia magnética</p> <p>Tomógrafo axial computado de simulación</p> <p>Equipos adicionales y auxiliares (dosimetría, específicos de laboratorio, de investigación y desarrollo, etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realización de actividades de investigación y desarrollo. • Formación de recursos humanos de alto nivel.
Marco normativo de EIA	Ley N° 123 y Decreto Reglamentario N°85/19, Resolución N° 305/APrA/19 (actualmente no vigente), normas modificatorias y complementarias.
Autoridad de aplicación	Agencia de Protección Ambiental de la ciudad de Buenos Aires
Estudio técnico	EsIA elaborado por la Gerencia Gestión Ambiental de la CNEA
Participación ciudadana	Bajo conformidad de leyes N° 123, 6 y 6306.
Estado del procedimiento de EIA	Se otorgó DIA y CAA mediante RESOL-2021-73-GCABA-APRA. Vigencia: 2 años. Estado actual: vigente.
Marco normativo regulatorio nuclear	Leyes nacionales N° 24804 y 25018. Normas y guías regulatorias dictadas por la ARN.
Autoridad de aplicación	ARN
Estado actual del proceso de licenciamiento	En evaluación

Revisión del estudio técnico

La revisión del EsIA de acuerdo con la metodología propuesta se presenta en la Tabla 14. En la Tabla 17 se muestran los cálculos realizados para la obtención del ND_{ET} (%) para el caso de estudio en cuestión.

Tabla 14. Lista de revisión para el estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires)

Nombre del proyecto		Centro Argentino de Protonterapia”		
Organismo promotor		CNEA		
Localización del proyecto		Ciudad Autónoma de Buenos Aires (barrio de agronomía)		
Responsable del Estudio técnico		Gerencia Gestión Ambiental de la CNEA		
Fecha de elaboración del ET		2019		
Revisión técnica-administrativa				
Nº	Criterios de evaluación	Detalle	C	Fundamento
1	Términos de referencia del ET	Verificar si el documento cumple con los términos de referencias provistos por el marco normativo en materia de EIA aplicable.	5	El documento analizado cumple con los términos de referencia establecidos en la ley N° 123 y Decreto Reglamentario N° 85/19. El EsIA cuenta con portada en la que se identifica el nombre del proyecto, promotor y fecha de elaboración. Presenta resumen ejecutivo, índices (general, de figuras y tablas), lista de responsables, marco legal e institucional, evaluación de impactos ambientales, medidas de mitigación y plan de gestión ambiental.
2	Consulta pública y acceso a la información	Verificar si el EsIA contiene información sobre cómo las partes interesadas podrían consultar a los diferentes actores que intervienen en el proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.). Verificar si se realiza una breve descripción sobre cómo es el proceso de participación ciudadana en la jurisdicción correspondiente.	0	El EsIA no cuenta con un capítulo específico que indique cómo se desarrolla un evento de participación ciudadana, como por ejemplo una audiencia pública. Sin embargo, en el capítulo del marco legal se hace referencia a la normativa que establece la realización de audiencia pública. Asimismo, menciona la ley N° 25.831 que regula el libre acceso a la información pública ambiental. El criterio no fue desarrollado.
3	Lista de responsables y características del equipo	Verificar si se especifica el tipo de intervención y responsabilidad de cada profesional y/o técnico que forma parte del equipo. Verificar si el equipo que intervino en la elaboración del ET es interdisciplinario.	5	El EsIA analizado hace mención del representante técnico y legal, y del equipo técnico que tuvo participación en la elaboración del documento.
4	Justificación del proyecto	Verificar si la descripción da cuenta sobre la necesidad de llevar a cabo el proyecto y sobre cómo se inserta este en el territorio considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.	4	El EsIA cuenta con un capítulo que describe en forma sintética la justificación del proyecto.
5	Descripción del proyecto	Verificar si la descripción del proyecto incluye a las etapas de construcción, operación y, cierre y desmantelamiento (ciclo de vida). Determinar si para cada etapa se describe con suficiencia en términos de la ingeniería y tecnología a utilizar, provisión de agua y energía, materiales e insumos, equipos, maquinarias y vehículos, dotación de personal, generación de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos, patogénicos, radioactivos), efluentes y emisiones convencionales y descargas radiactivas. Cronograma tentativo de inicio y finalización de obra e inicio de operación. Determinar si se incluye resumen de memoria de cálculo radiológica.	3	Si bien se realiza una descripción del proyecto, no se describe con suficiencia y profundidad la etapa de desmantelamiento y cierre. Asimismo, no se indican valores estimados de consumo eléctrico, cantidad generada de residuos, efluentes y emisiones para la etapa de construcción. El capítulo no incluye las memorias de cálculo o informes relativos a cálculos de dosis y/o blindaje para las instalaciones y equipos. Si bien, dicha información se presenta ante la ARN para su evaluación y aprobación; debería incluirse en el EsIA una síntesis de los resultados arribados. El documento sí presenta un cronograma de inicio y finalización de obra e inicio de operación.
6	Marco legal e institucional	Descripción del marco normativo legal e institucional en materia de gestión ambiental convencional y aspectos radiológicos en distintos niveles jurisdiccionales según corresponda. Verificar si el ET incluye una breve descripción o listado de permisos, autorizaciones y/o licencias necesarias en materia de gestión ambiental y radiológica.	3	El documento presenta un resumen del marco normativo ambiental y nuclear aplicable a nivel nacional y municipal. Si bien, la descripción del marco normativo hace referencia a permisos y licencias, no se describen de manera concreta, clara y precisa en todos los casos. Tampoco se advierte la existencia de un listado con los permisos más relevantes.
7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	Descripción detallada del área de emplazamiento en términos de subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico y cultural ajustados a las características del proyecto. Verificar si la descripción incluye datos obtenidos a partir de estudios de campo.	5	El capítulo destinado a línea de base ambiental realiza una descripción sintética de los componentes ambientales del territorio en el que se inserta el proyecto: geología, suelos, hidrogeología, clima, medición de contaminantes gaseosos y material particulado, ruido, fauna, vegetación, y estudios del

				medio socioeconómico. Casi la totalidad de la información proviene de fuentes primarias y estudios de campo. En la lista de responsables se indica el profesional o consultora que realizó cada estudio. El estudio original se adjunta en anexos.
8	Evaluación de impactos ambientales	Descripción y análisis de los siguientes elementos para cada etapa del proyecto: identificación, descripción, valoración y jerarquización de los potenciales impactos ambientales significativos que podría generar la ejecución del proyecto. Descripción de la metodología utilizada (matrices, diagramas de red, sistemas de información geográfica, modelaciones, etc.). Análisis del grado de congruencia de la identificación y valoración de impactos.	3	<p>El capítulo describe la metodología utilizada para la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (IA). Desarrolla cada uno de los atributos que definen a los IA de acuerdo con la metodología seleccionada. Establece de manera específica los componentes y factores ambientales para el proyecto.</p> <p>Realiza la identificación y descripción de IA para la etapa de construcción y funcionamiento de modo adecuado y claro. Incorpora matrices y tablas de fácil interpretación. Respecto de la valoración de IA, la misma se realiza en forma clara y, además, el documento expone las conclusiones arribadas. Se identifican los IA significativos.</p> <p>No se identifica, describe ni valora IA para la etapa de cierre y desmantelamiento.</p> <p>Si bien, se menciona que el alcance del análisis en materia de EIA es el convencional (no radiológico), se observa que, al momento de describir IA para la etapa de operación, se mencionan IA radiológicos. Por lo tanto, se considera que la descripción no se desarrolla con la profundidad deseada.</p> <p>El documento analizado señala que los aspectos radiológicos (memoria de cálculo radiológica) son informados a la ARN.</p>
9	Medidas de mitigación	Verificar si se definen medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto, a fin de prevenir, atenuar, corregir y compensar dichos impactos.	3	<p>El documento cuenta con tablas que exponen las medidas de mitigación para cada uno de los IA significativos identificados tanto para la etapa de construcción como operación. El capítulo hace una distinción entre medidas generales y particulares según abarquen al proyecto en su conjunto o solo a algunas actividades.</p> <p>El capítulo indica un conjunto de indicadores para medir el desempeño ambiental del proyecto.</p> <p>El criterio fue parcialmente cubierto debido a que el documento analizado no establece medidas para los impactos ambientales de tipo radiológico.</p>
10	Plan de gestión ambiental (PGA)	Incluye un detalle de las acciones de gestión ambiental que deberán implementarse en cada una de las etapas del proyecto. Dichas acciones se corresponden con las medidas de mitigación previamente establecidas. En términos generales el PGA debe incluir en su diseño: i) responsabilidades institucionales relativas a la implementación de las acciones, cronograma y presupuesto asignado; ii) identificación, seguimiento y cumplimiento del marco normativo ambiental y radiológico; iii) capacitación ambiental; iv) comunicación ambiental interna y externa; v) gestión de residuos convencionales y radiactivos; vi) gestión de emisiones y efluentes convencionales y radiactivos, vii) monitoreo ambiental convencional y radiológico, viii) contingencias y emergencias, ix) auditoría ambiental interna de seguimiento del PGA.	3	<p>El capítulo establece la organización y estructura del PGA en 11 programas. Para cada uno realiza una breve descripción que incluye objetivo y las acciones que se deben realizar para su implementación. Se incluyen planillas en anexos.</p> <p>Algunos programas son: cumplimiento del marco normativo ambiental, capacitación y comunicación ambiental, gestión de residuos, emisiones y efluentes, monitoreo ambiental y auditoría.</p> <p>Si bien el PGA está bien estructurado, no contempla los aspectos radiológicos.</p>
11	Evaluación ambiental de alternativas	Verificar si el ET contiene un análisis y selección de alternativas tanto del proyecto (diseño de tecnología, de procesos, etc.) como de su localización desde la perspectiva ambiental. Determinar si, para ambos casos, se considera la alternativa de no ejecución ("no acción"). La evaluación debe documentar las razones por las cuales se rechazaron otras opciones y se optó por la más conveniente en términos ambientales sobre la base de una ponderación que considera aspectos técnicos, políticos, económicos, ambientales y radiológicos.	0	El criterio no fue desarrollado.
Revisión general				

12	Presentación	Verificar si el ET utiliza un formato apropiado y consistente para el texto, incorpora figuras, tablas, fotografías, etc. para facilitar la comprensión de la descripción, y si no presenta errores ortográficos, gramaticales y de puntuación.	5	El documento fue presentado en formato digital en el sistema SIPSA del gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Presenta un formato ordenado y adecuado con tablas, gráficos y figuras que facilitan la lectura. No se evidencian errores ortográficos.
13	Fuentes y técnicas de recolección de información	Verificar si el ET identifica las fuentes de información, utiliza datos actualizados, fuentes diversas, datos recolectados en campo y fundamenta la inclusión de no oficiales.	5	El documento presenta información proveniente tanto de fuentes primarias y secundarias. El capítulo que describe la línea de base ambiental cuenta con información obtenida a partir de la realización de muestreos y relevamientos de campo.
14	Comprensibilidad	Verificar si el ET, en su conjunto, es claro y comprensible para el público en general, no hace un uso excesivo de terminología técnica sin aclaraciones previas y no presenta contradicciones.	5	El EsIA en su conjunto es claro y comprensible para el público en general. No se evidencia un uso excesivo de tecnicismos.
15	Imparcialidad e Interpretación de los resultados	Verificar si el ET realiza una interpretación objetiva e imparcial de los resultados obtenidos, un análisis profundo y justifica los resultados en términos de la identificación y valoración de impactos ambientales del proyecto. Determinar si se realiza un análisis pormenorizado de las cuestiones clave y/o conflictivas con respecto al proyecto o medio donde se emplaza.	3	El documento realiza un análisis de los IA identificados. Determina cuáles son los IA significativos, cuáles son las actividades más impactantes e identifica a los componentes y factores ambientales más susceptibles de ser impactados. Realiza un análisis de las cuestiones consideradas clave. La interpretación completa de los resultados debe considerar los aspectos radiológicos.

Tabla 15. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 1: Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia”.

Tipo de revisión	Nº	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR_C)	C	PP_C
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03	5	0,15
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06	0	0
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03	5	0,15
	4	Justificación del proyecto	0,02	4	0,08
	5	Descripción del proyecto	0,12	3	0,36
	6	Marco legal e institucional	0,05	3	0,15
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12	5	0,6
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12	3	0,36
	9	Medidas de mitigación	0,07	3	0,21
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15	3	0,45
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06	0	0
General	12	Presentación	0,03	5	0,15
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05	5	0,25
	14	Comprensibilidad	0,04	5	0,2
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05	3	0,15
Total			1		3,26
Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico (ND_{ET})					
$ND_{ET} = 3,26$			ACEPTABLE		

4.1.2. Caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear” (San Carlos de Bariloche, Río Negro)

Descripción general del proyecto

El proyecto Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear (CIRyMN), promovido por la CNEA, se implementó para cubrir las necesidades asistenciales en materia de medicina nuclear y radioterapia de la ciudad de San Carlos de Bariloche (provincia de Río Negro) y zona de influencia. Adicionalmente, promueve y realiza actividades de I+D+i, formación de recursos humanos y docencia en especialidades de radioterapia, medicina nuclear y radiofarmacia.

La construcción fue realizada por la empresa INVAP SE en un terreno de 4212 m² ubicado en el Centro Atómico de Bariloche (CAB) de la CNEA (Figura 11). La superficie total construida asciende a 9082 m² distribuida en tres niveles, de los cuales 2990 m² corresponden a la planta baja, 3340 m² al primer piso y 2822 m² al entrepiso (Figura 12). Los servicios de medicina nuclear y radioterapia se realizan en la planta baja, mientras que el primer piso y entrepiso se destinan a oficinas, actividades de I+D+i y docencia. La inversión destinada a la construcción y equipamiento fue de 36 millones de dólares. Actualmente, el centro se encuentra en etapa de operación y brinda servicios de medicina nuclear (producción de radioisótopos para diagnóstico, imágenes de diagnóstico PET/CT, PET/MR y SPECT/CT) y radioterapia externa (aceleradores lineales). Adicionalmente ofrece servicios de quimioterapia, laboratorio, etc. Su gobernanza está a cargo de la fundación INTECNUS, cuyas instituciones fundadoras son CNEA, FUESMEN y FCDN.

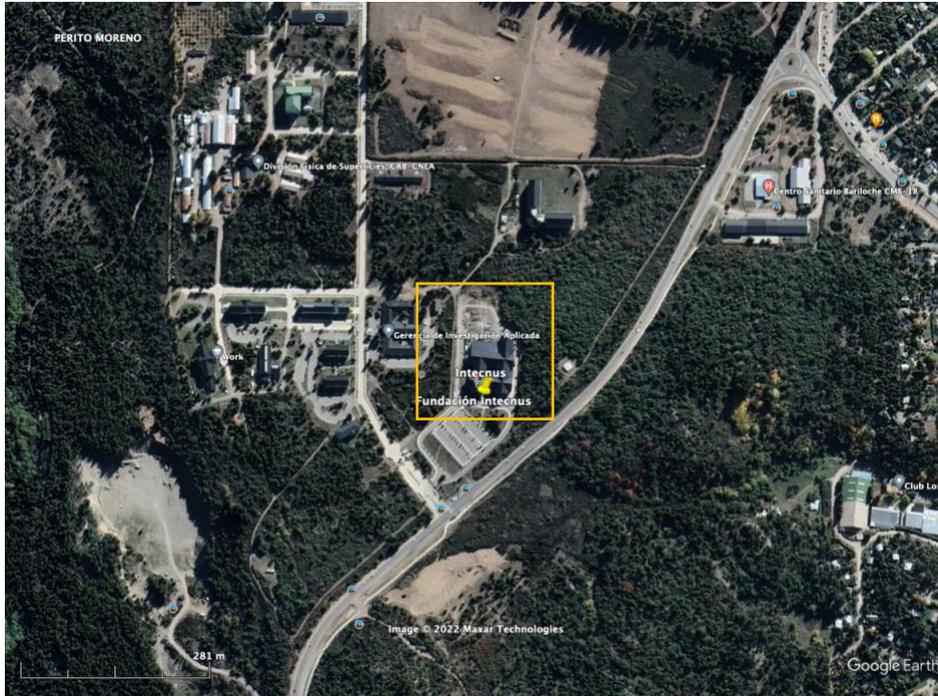


Figura 11. Ubicación del CIRyMN en el extremo sur del CAB.
Fuente: IFA CIRyMN (2015).



Figura 12. Fachada actual del edificio del CIRyMN.
Fuente: INTECNUS (s.f.).

Procedimiento de EIA

El proyecto estuvo sujeto a un procedimiento de EIA en el marco de la ordenanza municipal de Impacto Ambiental N° 217-C-1989 y resolución reglamentaria N° 1389-I-

1994. La autoridad de aplicación ambiental fue la Subsecretaría de Medio Ambiente de la municipalidad de la ciudad de San Carlos Bariloche. Dicho procedimiento fue iniciado por la CNEA en 2012 con la presentación del Cuestionario Preliminar de Efectos Ambientales del Proyecto (CPEA) en formato papel ante la autoridad de aplicación mencionada. La estructura y contenidos del CPEA se basó en el anexo 1 de la citada resolución. En 2013 se presentó una actualización del CPEA según lo requerido por la autoridad de aplicación. Evaluado este documento se solicitó la presentación de un Informe de Factibilidad Ambiental (IFA) cuya estructura y contenidos obran como anexo IV de la resolución mencionada. La coordinación, elaboración y presentación del IFA estuvo a cargo de la Gerencia de Coordinación Centro Atómico Bariloche de la CNEA. En 2015, la autoridad de aplicación aprobó el IFA con requerimientos. Al momento de la elaboración del presente trabajo no se cuentan con registros y datos para corroborar si la autoridad de aplicación convocó o no a una audiencia pública. En este sentido, el marco normativo señala que la autoridad de aplicación establece un sistema de información pública para dar publicidad a los documentos presentados.

La Figura 13 muestra el diagrama de flujo del procedimiento de EIA llevado a cabo para el proyecto.

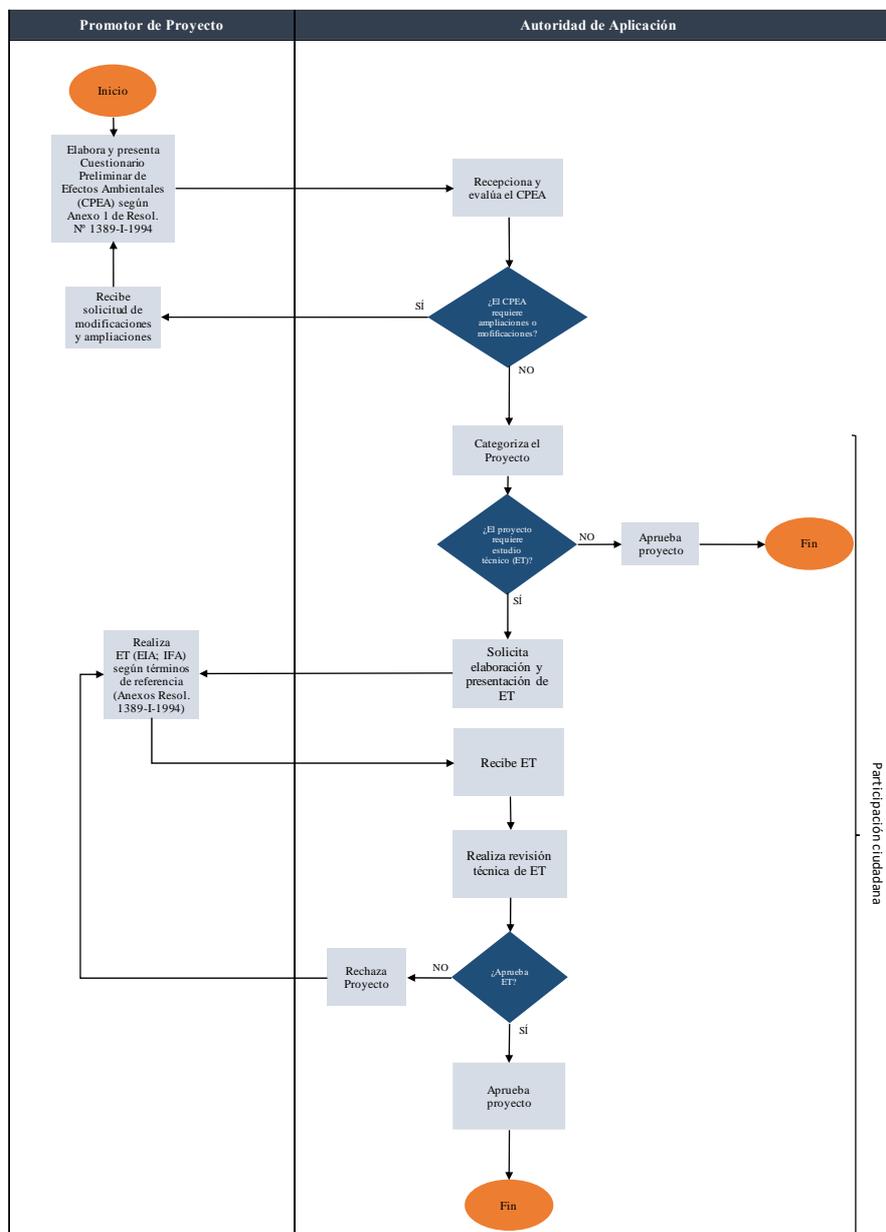


Figura 13. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CIRyMN.

Licenciamiento ante la ARN

De acuerdo con lo mencionado en el IFA, el proyecto cuenta con instalaciones clase I (unidad ciclotrón y radiofarmacia) y clase II (aceleradores lineales y braquiterapia). En este marco, la ARN publicó en su página web el listado de instalaciones clase II y III que cuentan con licencias y registros de operación vigentes al 12 de enero de 2023 para

determinados propósitos. En este sentido, la fundación INTECNUS posee, actualmente, licencias y/o registros de operación vigentes para los siguientes propósitos: i) uso de equipos de alta energía, acelerador lineal de uso médico; ii) uso de fuentes selladas en braquiterapia en seres humanos; iii) uso de fuentes radiactivas no selladas para tratamiento de hipertiroidismo y carcinoma de tiroides; iv) uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET, para diagnóstico en seres humanos; v) uso de fuentes radiactivas no selladas en estudios diagnósticos; y vi) uso de fuentes radiactivas no selladas en instituciones de medicina nuclear, soluciones, moléculas marcadas y coloides en terapia. No se cuenta con información respecto de la licencia de operación para la instalación clase I (fecha de emisión, vigencia, etc.).

La Tabla 16 muestra una síntesis de la información mencionada para el proyecto considerado.

Tabla 16. Síntesis de las características del estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear” (San Carlos de Bariloche, Río Negro).

Características	Detalle
Nombre del proyecto	“Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”
Promotor	CNEA
Ubicación	San Carlos de Bariloche (Río Negro)
Inversión	36 millones de dólares (fondos del estado nacional)
Estado actual	En funcionamiento
Gobernanza del centro	Fundación INTECNUS
Página web	https://www.intecnus.org.ar
Superficie total (m ²)	4212 m ²
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico y tratamiento de enfermedades oncológicas mediante medicina nuclear y radioterapia, sin internación (hospital de día). • Equipos principales: unidad ciclotrón para producción de radionúclidos (flúor -18) y laboratorio de radiofarmacia, acelerador lineal para radioterapia y radiocirugía, unidad de braquiterapia de alta tasa de dosis,

Características	Detalle
	tomógrafo computado para planificación de tratamiento, equipos híbridos PET/CT, SPECT/CT y PET/MR para diagnóstico, <ul style="list-style-type: none"> • Realización de actividades de investigación y desarrollo. • Formación de recursos humanos de alto nivel y docencia.
Marco normativo de EIA	Ordenanza municipal de Impacto Ambiental N° 217-C-1989 y resolución reglamentaria 1389-I-1994.
Autoridad de aplicación	Subsecretaría de Medio Ambiente (municipalidad de la ciudad de San Carlos Bariloche)
Estudio técnico	IFA elaborado por la Gerencia de Coordinación CAB
Participación ciudadana	Sin datos.
Estado del procedimiento de EIA	Se aprobó el IFA y autorizó la ejecución del proyecto (NOTA-519-SSMA-15).
Marco normativo regulatorio nuclear	Ley nacional N° 24804; Ley Nacional N° 25018. Normas y guías regulatorias dictadas por la ARN
Autoridad de aplicación	ARN
Estado actual del proceso de licenciamiento	Cuenta con licencias de operación y permisos individuales vigentes.

Revisión del estudio técnico

La revisión del IFA de acuerdo con la metodología propuesta se presenta en la Tabla 17. En la Tabla 18 se muestran los cálculos realizados para la obtención del ND_{ET} (%) para el caso de estudio en cuestión.

Tabla 17. Lista de revisión para el estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”.

Nombre del proyecto		“Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”		
Organismo promotor		CNEA		
Localización del proyecto		Ciudad de San Carlos de Bariloche (Río Negro)		
Responsable del Estudio técnico		Gerencia de Coordinación CAB		
Fecha de elaboración del ET		2015		
Revisión técnica-administrativa				
N°	Criterios de evaluación	Detalle	C	Fundamento
1	Términos de referencia del ET	Verificar si el documento cumple con los términos de referencias provistos por el marco normativo en materia de EIA aplicable.	5	El IFA analizado cumple con los términos de referencia (TdR) establecidos en el Anexo IV de la Resolución N° 1389-I-1994. El documento incluye: portada y nombre del proyecto, marco normativo por el cual se sujeta a EIA, promotor y fecha de elaboración del IFA. Los

				capítulos del IFA son: descripción del proyecto, del ambiente, de impactos ambientales, de adecuaciones ambientales ya contenidas en el proyecto y recomendaciones que refiere al PGA.
2	Consulta pública y acceso a la información	Verificar si el EsIA contiene información sobre cómo las partes interesadas podrían consultar a los diferentes actores que intervienen en el proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.). Verificar si se realiza una breve descripción sobre cómo es el proceso de participación ciudadana en la jurisdicción correspondiente.	0	El EsIA no cuenta con un capítulo específico que indique cómo se desarrolla un evento de participación ciudadana, como por ejemplo una audiencia pública.
3	Lista de responsables y características del equipo	Verificar si se especifica el tipo de intervención y responsabilidad de cada profesional y/o técnico que forma parte del equipo. Verificar si el equipo que intervino en la elaboración del ET es interdisciplinario.	5	El IFA analizado menciona tanto el responsable del proyecto como del IFA. Lista los profesionales que tuvieron intervención en la elaboración y revisión del documento.
4	Justificación del proyecto	Verificar si la descripción da cuenta sobre la necesidad de llevar a cabo el proyecto y sobre cómo se inserta este en el territorio considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.	4	El IFA analizado no presenta un capítulo independiente que describa el criterio analizado. La justificación del proyecto se incluye en el capítulo descripción del proyecto.
5	Descripción del proyecto	Verificar si la descripción del proyecto incluye a las etapas de construcción, operación y, cierre y desmantelamiento (ciclo de vida). Determinar si para cada etapa se describe con suficiencia en términos de la ingeniería y tecnología a utilizar, provisión de agua y energía, materiales e insumos, equipos, maquinarias y vehículos, dotación de personal, generación de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos, patógenos, radioactivos), efluentes y emisiones convencionales y descargas radiactivas. Cronograma tentativo de inicio y finalización de obra e inicio de operación. Determinar si se incluye resumen de memoria de cálculo radiológica.	3	Si bien se realiza una descripción del proyecto, no se describe con suficiencia y profundidad la etapa de desmantelamiento y cierre; solo se indican previsiones. No se indican valores estimados sobre cantidad generada de residuos, efluentes y emisiones para la etapa de construcción y operación. El capítulo no incluye las memorias de cálculo o informes relativos a cálculos de dosis y/o blindaje para las instalaciones y equipos. Si bien, dicha información se presenta ante la ARN para su evaluación y aprobación; debería incluirse en el EsIA una síntesis de los resultados arribados. Sí presenta un cronograma de inicio de obra e inicio de operación. Este último en el capítulo introducción.
6	Marco legal e institucional	Descripción del marco normativo legal e institucional en materia de gestión ambiental convencional y aspectos radiológicos en distintos niveles jurisdiccionales según corresponda. Verificar si el ET incluye una breve descripción o listado de permisos, autorizaciones y/o licencias necesarias en materia de gestión ambiental y radiológica.	3	El documento no presenta un capítulo como tal, sino que incluye la descripción del marco normativo e institucional en el capítulo relativo a la descripción del proyecto. Aquí presenta un resumen normativo e institucional en materia ambiental, nuclear, salud pública y de inversiones públicas. El contenido de detalle lo remite a anexos que no se incluyen en el IFA analizado. Tampoco es posible analizar si se hace referencia a permisos y licencias de manera concreta, clara y precisa, ni es posible advertir la existencia de un listado con los permisos más relevantes.
7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	Descripción detallada del área de emplazamiento en términos de subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico y cultural ajustados a las características del proyecto. Verificar si la descripción incluye datos obtenidos a partir de estudios de campo.	5	El capítulo destinado a la descripción del ambiente realiza una descripción de los componentes ambientales del territorio en el que se inserta el proyecto: clima, geología, geomorfología, suelos y sedimentos, actividad sísmica, hidrología e hidrogeología, vegetación y fauna, y sociales. Casi la totalidad de la información proviene de fuentes primarias y estudios de campo. Los estudios se adjuntan en anexos.
8	Evaluación de impactos ambientales	Descripción y análisis de los siguientes elementos para cada etapa del proyecto: identificación, descripción, valoración y jerarquización de los potenciales impactos ambientales significativos que podría generar la ejecución del proyecto. Descripción de la metodología utilizada (matrices, diagramas de red, sistemas de información geográfica, modelaciones, etc.). Análisis del grado de congruencia de la identificación y valoración de impactos.	3	El capítulo describe la metodología utilizada para la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (IA). Desarrolla cada uno de los atributos que definen a los IA de acuerdo con la metodología seleccionada. Establece de manera específica los componentes y factores ambientales para el proyecto. Realiza la identificación y descripción de IA para la etapa de construcción y funcionamiento de modo adecuado y claro desde la perspectiva convencional. Incorpora matrices para ambas etapas analizadas, la cuales no se disponen al momento de esta revisión. No se menciona en forma explícita que los IA identificados son significativos. No identifica, describe ni valora IA para la etapa de cierre y desmantelamiento. Respecto de los potenciales impactos radiológicos, el documento indica que se da cuenta de estos a la autoridad de aplicación correspondiente (ARN).

9	Medidas de mitigación	Verificar si se definen medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto, a fin de prevenir, atenuar, corregir y compensar dichos impactos.	0	El documento no cuenta con un capítulo relativo a medidas de mitigación.
10	Plan de gestión ambiental (PGA)	Incluye un detalle de las acciones de gestión ambiental que deberán implementarse en cada una de las etapas del proyecto. Dichas acciones se corresponden con las medidas de mitigación previamente establecidas. En términos generales el PGA debe incluir en su diseño: i) responsabilidades institucionales relativas a la implementación de las acciones, cronograma y presupuesto asignado; ii) identificación, seguimiento y cumplimiento del marco normativo ambiental y radiológico; iii) capacitación ambiental; iv) comunicación ambiental interna y externa; v) gestión de residuos convencionales y radiactivos; vi) gestión de emisiones y efluentes convencionales y radiactivos, vii) monitoreo ambiental convencional y radiológico, viii) contingencias y emergencias, ix) auditoría ambiental interna de seguimiento del PGA.	3	El capítulo establece un PGA tanto para la etapa de construcción y operación. No contempla los aspectos radiológicos, los cuales, según se expresa, son informados a la ARN. El PGA para la etapa de construcción incluye un desarrollo de medidas de protección ambiental, mientras que para la etapa de operación solo menciona requisitos básicos que deben ser incluidos en documentación específica, los cuales se elaborarán en forma progresiva a medida que se avance con la definición de aspectos técnicos y operativos del proyecto y gestiones de licencias correspondientes.
11	Evaluación ambiental de alternativas	Verificar si el ET contiene un análisis y selección de alternativas tanto del proyecto (diseño de tecnología, de procesos, etc.) como de su localización desde la perspectiva ambiental. Determinar si, para ambos casos, se considera la alternativa de no ejecución ("no acción"). La evaluación debe documentar las razones por las cuales se rechazaron otras opciones y se optó por la más conveniente en términos ambientales sobre la base de una ponderación que considera aspectos técnicos, políticos, económicos, ambientales y radiológicos.	1	Si bien, el documento analizado no incluye un capítulo específico que contemple la realización de análisis y selección de alternativas; en el capítulo de descripción del proyecto, se hace una breve referencia a un escenario con y sin proyecto.
Revisión general				
12	Presentación	Verificar si el ET utiliza un formato apropiado y consistente para el texto, incorpora figuras, tablas, fotografías, etc. para facilitar la comprensión de la descripción, y si no presenta errores ortográficos, gramaticales y de puntuación.	3	El documento fue presentado en formato papel. Presenta un formato ordenado y adecuado con tablas, gráficos y figuras que facilitan la lectura. No se evidencian errores ortográficos. No se presentan todos los anexos.
13	Fuentes y técnicas de recolección de información	Verificar si el ET identifica las fuentes de información, utiliza datos actualizados, fuentes diversas, datos recolectados en campo y fundamenta la inclusión de no oficiales.	5	El documento presenta información proveniente tanto de fuentes primarias como secundarias. El capítulo que describe la línea de base ambiental cuenta con información obtenida a partir de la realización de muestreos y relevamientos de campo. Presenta fuentes actualizadas al momento de su elaboración.
14	Comprensibilidad	Verificar si el ET, en su conjunto, es claro y comprensible para el público en general, no hace un uso excesivo de terminología técnica sin aclaraciones previas y no presenta contradicciones.	5	El IFA en su conjunto es claro y comprensible para el público en general. No se evidencia un uso excesivo de tecnicismos.
15	Imparcialidad e Interpretación de los resultados	Verificar si el ET realiza una interpretación objetiva e imparcial de los resultados obtenidos, un análisis profundo y justifica los resultados en términos de la identificación y valoración de impactos ambientales del proyecto. Determinar si se realiza un análisis pormenorizado de las cuestiones clave y/o conflictivas con respecto al proyecto o medio donde se emplaza.	3	El documento realiza un análisis de los IA identificados de manera objetiva. Realiza un análisis de las cuestiones consideradas clave. La interpretación completa de los resultados debe considerar los aspectos radiológicos.

Tabla 18. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 2: Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear”.

Tipo de revisión	Nº	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR _C)	C	PP _C
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03	5	0,15
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06	0	0
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03	5	0,15
	4	Justificación del proyecto	0,02	4	0,08
	5	Descripción del proyecto	0,12	3	0,36
	6	Marco legal e institucional	0,05	3	0,15
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12	5	0,6
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12	3	0,36
	9	Medidas de mitigación	0,07	0	0
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15	3	0,45
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06	1	0,06
General	12	Presentación	0,03	3	0,09
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05	5	0,25
	14	Comprensibilidad	0,04	5	0,2
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05	3	0,15
Total			1		3,05
Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico (ND_{ET})					
$ND_{ET} = 3,05$			ACEPTABLE		

4.1.3. Caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, Santa Cruz)

Descripción general del proyecto

El proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de Río Gallegos (CMNyR) fue promovido por la CNEA y tuvo como objetivo construir un centro que ofrezca servicios de medicina nuclear y radioterapia en la ciudad de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz. La construcción del edificio fue realizada por la empresa INVAP SE en un predio de 6000 m² ubicado en la ciudad de Río Gallegos (Figura 14). La superficie total construida asciende a 2.700 m² distribuida en dos plantas (Figura 15). La planta baja se

destina a los servicios de medicina nuclear y radioterapia (unidad ciclotrón-laboratorio de producción de radioisótopos, unidad de diagnóstico por imágenes y la unidad de radioterapia y quimioterapia) mientras que la planta alta se destina a tareas administrativas. La inversión destinada a la construcción de la obra civil y adquisición de equipamiento fue de casi 19 millones de dólares. El centro actualmente se encuentra en etapa de funcionamiento desde 2018, cuya gobernanza está a cargo de la Fundación Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral (CMNPA). Los servicios que actualmente ofrece son medicina nuclear (diagnóstico PET, SPECT/CT, radioterapia externa y braquiterapia. La unidad ciclotrón se encuentra actualmente en instalación. El centro ofrece, adicionalmente, otras especialidades tales como clínica médica, nutrición, cuidados paliativos, infectología, etc.



Figura 14. Ubicación geográfica del CMNyR
Fuente: Google Earth (2022).



Figura 15. Fachada del edificio del CMNyR
Fuente: CEMNPA (s.f.).

Procedimiento de EIA

El proyecto estuvo sujeto a un procedimiento de EIA en el marco de la ley provincial N° 2658, decreto reglamentario N° 7/06 y normativa modificatoria y complementaria de la provincia de Santa Cruz. Dicho procedimiento fue iniciado por la CNEA en 2016 en formato papel ante la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de dicha provincia. La elaboración del EsIA estuvo a cargo de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Río Gallegos (UTN). Debido que las obras se iniciaron parcialmente en forma previa al inicio del procedimiento de EIA, la autoridad de aplicación estableció que el proyecto debía someterse al procedimiento de EIA destinado a actividades o proyectos preexistentes. Para ello, requirió al promotor del proyecto adecuarse en los términos del artículo 30 de la citada ley y artículo 70 del citado decreto

reglamentario. En este marco se presentó una auditoría de evaluación inicial (AEI) cuyos términos de referencia se especifican en el anexo IX del mencionado decreto. El proyecto fue categorizado por la autoridad de aplicación como de categoría tres (alto impacto ambiental) de acuerdo con los artículos 7, 8 y 9 del decreto reglamentario. En 2020 la autoridad de aplicación emitió la Disposición N° 198-SEA/2020 por la cual aprobó la AEI y emitió la Declaración de Impacto Ambiental N° 3343 por una vigencia de dos años. La Figura 16 muestra el diagrama de flujo del procedimiento de EIA llevado a cabo para el proyecto.

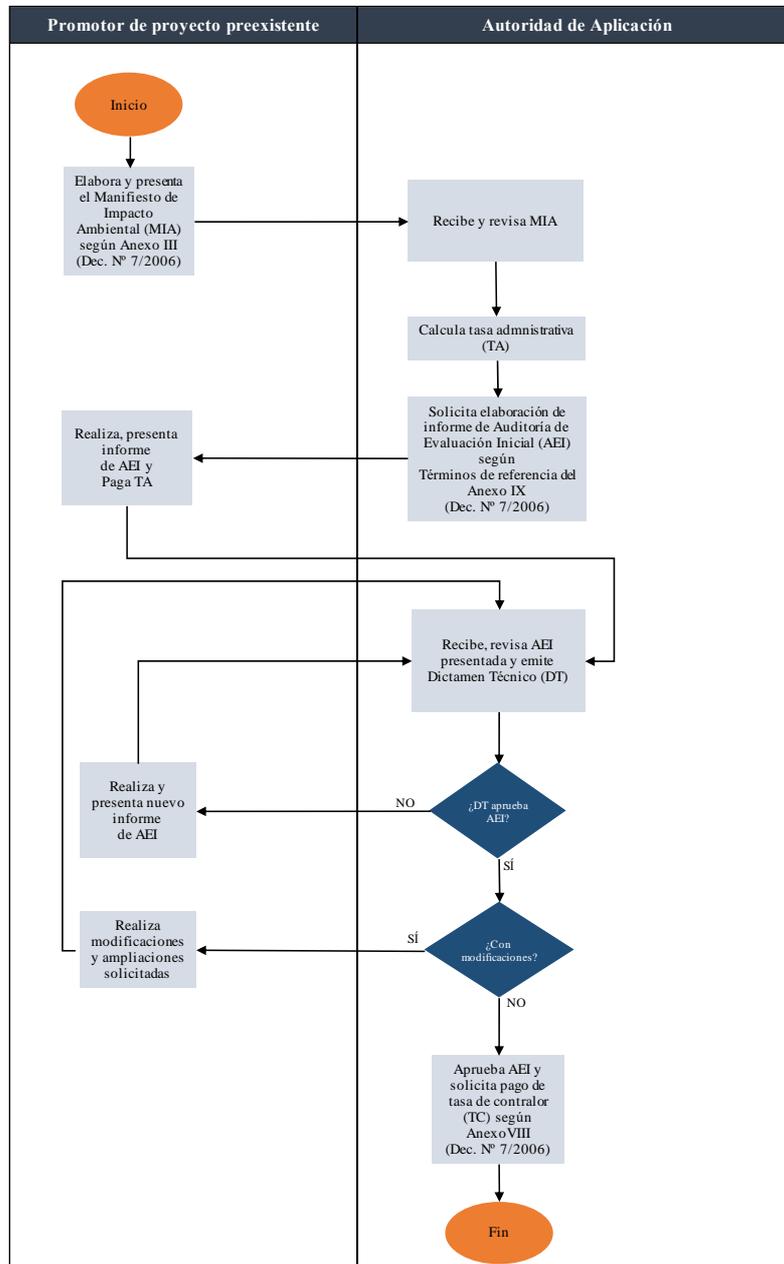


Figura 16. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto CMNyR.

Licenciamiento ante la ARN

De acuerdo con lo mencionado en la AEI el proyecto cuenta con instalaciones clase I (unidad ciclotrón y radiofarmacia) y clase II (instalaciones de radioterapia como aceleradores lineales y unidades de braquiterapia). En este marco, la ARN publicó en su página web el listado de instalaciones clase II y III que poseen licencias y registros de

operación vigentes al 12 de enero de 2023 para determinados propósitos. En este sentido, la fundación CMNPA posee licencias/registro de operación vigentes para los siguientes propósitos: i) uso de fuentes selladas en braquiterapia en seres humanos; ii) uso de equipos de alta energía, acelerador lineal de uso médico; iii) uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET, para diagnóstico en seres humanos; iv) uso de fuentes radiactivas no selladas en estudios diagnósticos. Como se mencionó anteriormente, la instalación ciclotrón se encuentra en instalación.

La Tabla 19 muestra una síntesis de la información citada para el proyecto analizado. En la Tabla 21 se muestran los cálculos realizados para la obtención del ND_{ET} para el caso de estudio en cuestión.

Tabla 19. Síntesis de las características del estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).

Características	Detalle
Nombre del proyecto	“Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia, Río Gallegos, provincia de Santa Cruz”
Promotor	CNEA
Ubicación	Río Gallegos (Santa Cruz)
Inversión	18,6 millones de dólares (fondos del estado nacional)
Estado actual	En operación
Gobernanza del centro	Fundación CEMNPA
Página web	https://cemnpa.org.ar/
Superficie total (m ²)	2700 m ²
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de radioisótopos emisores de positrones y síntesis de radiofármacos (ciclotrón y laboratorio de radiofarmacia). • Diagnóstico por imágenes para oncología, neurología y cardiología mediante técnicas PET/CT y SPECT/CT. • Tratamiento de enfermedades mediante radioterapia interna y externa (aceleradores lineales y braquiterapia) y quimioterapia. • Formación y capacitación de recursos humanos.
Marco normativo de EIA	Ley provincial N° 2658 de EIA, decreto reglamentario N° 7/06 y normativa modificatoria y complementaria.

Características	Detalle
Autoridad de aplicación	Secretaría de Estado de Medio Ambiente (Santa Cruz)
Estudio técnico	AEI elaborada por UTN con asistencia de la CNEA (GGA)
Participación ciudadana	Sin datos
Estado del procedimiento de EIA	Proyecto aprobado mediante Disposición N° 198-SEA/2020. DIA N° 3343 emitida en 2020.
Marco normativo regulatorio nuclear	Ley nacional N° 24804; Ley Nacional N° 25018. Normas y guías regulatorias dictadas por la ARN
Autoridad de aplicación	ARN
Estado actual del proceso de licenciamiento	Cuenta con licencias de operación y permisos individuales vigentes

Revisión del estudio técnico

La revisión de la AEI de acuerdo con la metodología propuesta se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20. Lista de revisión para el estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).

Nombre del proyecto		“Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia, Río Gallegos, provincia de Santa Cruz”		
Organismo promotor		CNEA		
Localización del proyecto		Río Gallegos (Provincia de Santa Cruz)		
Responsable del Estudio técnico		UTN		
Fecha de elaboración del ET		2016		
Revisión técnica-administrativa				
N°	Criterios de evaluación	Detalle	C	Fundamento
1	Términos de referencia del ET	Verificar si el documento cumple con los términos de referencias provistos por el marco normativo en materia de EIA aplicable.	5	La AEI analizada cumple con los términos de referencia establecidos en el anexo IX del Decreto Reglamentario N° 7/06 de la ley provincial N° 2658 que regula la EIA. El documento bajo análisis incluye: portada y nombre del proyecto, promotores del proyecto y fecha de realización. Incluye responsables del proyecto y de la elaboración de la AEI. Asimismo, lista los profesionales que intervinieron en estudios específicos. El documento cuenta con índice general, listado de abreviaturas, prólogo con objetivos del proyecto y los siguientes capítulos: i) antecedentes e introducción, ii) descripción de instalaciones y proceso de producción, iii) inventario de focos de emisión de contaminantes, iv) aguas residuales, v) residuos generados, vi) vertederos de residuos, vii) contaminación atmosférica, viii) emisiones fugitivas, ix) ruido, x) análisis de riesgo, xi) organización de la gestión ambiental, xii) legislación aplicable, xiii) problemas detectados en relación a la gestión

				ambiental, xiv) propuesta de actuaciones, xv) conclusiones y recomendaciones, xvi) informe final, xvii) bibliografía y anexos.
2	Consulta pública y acceso a la información	Verificar si el EsIA contiene información sobre cómo las partes interesadas podrían consultar a los diferentes actores que intervienen en el proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.). Verificar si se realiza una breve descripción sobre cómo es el proceso de participación ciudadana en la jurisdicción correspondiente.	1	El EsIA no cuenta con un capítulo específico que indique cómo se desarrolla un evento de participación ciudadana, como por ejemplo una audiencia pública. Si embargo, el capítulo del marco legal menciona la normativa provincial que reglamenta las audiencias públicas. Por otro lado, se menciona la ley N° 25.831 que regula el libre acceso a la información pública ambiental. Según el marco normativo, por incluirse dentro de "actividades preexistentes" la actividad no requiere audiencia pública (Anexo II, Decreto Reglamentario N° 7/06)
3	Lista de responsables y características del equipo	Verificar si se especifica el tipo de intervención y responsabilidad de cada profesional y/o técnico que forma parte del equipo. Verificar si el equipo que intervino en la elaboración del ET es interdisciplinario.	5	La AEI analizada hace mención del representante técnico y legal de la AEI y del equipo técnico que tuvo participación en la elaboración del documento.
4	Justificación del proyecto	Verificar si la descripción da cuenta sobre la necesidad de llevar a cabo el proyecto y sobre cómo se inserta este en el territorio considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.	0	La AEI no incluye un capítulo relativo a la justificación del proyecto. Sin embargo, en el prólogo se describen objetivos (general y específicos) y se indica que el proyecto se realiza en el marco de la implementación de una política pública sanitaria (PNMN). El criterio no fue desarrollado.
5	Descripción del proyecto	Verificar si la descripción del proyecto incluye a las etapas de construcción, operación y, cierre y desmantelamiento (ciclo de vida). Determinar si para cada etapa se describe con suficiencia en términos de la ingeniería y tecnología a utilizar, provisión de agua y energía, materiales e insumos, equipos, maquinarias y vehículos, dotación de personal, generación de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos, patógenos, radioactivos), efluentes y emisiones convencionales y descargas radiactivas. Cronograma tentativo de inicio y finalización de obra e inicio de operación. Determinar si se incluye resumen de memoria de cálculo radiológica.	3	La descripción de las actividades del proyecto se orienta solamente a las etapas de operación y, cierre y desmantelamiento. Esto se debe a que, a requerimiento de la autoridad de aplicación, el proyecto fue considerado como una instalación preexistente debido a que comenzó sus obras en forma previa al inicio del procedimiento de EIA correspondiente (artículo 30 de la ley 2658 y artículo 70 decreto reglamentario N° 7/06). Del análisis se desprende que la descripción de las actividades de la etapa de operación se realizó en varios capítulos temáticos (del 2 al 9). Se considera que la descripción realizada es adecuada. Por otro lado, el capítulo no incluye las memorias de cálculo o informes relativos a cálculos de dosis y/o blindaje para las instalaciones y equipos. Si bien, dicha información se presenta ante la ARN para su evaluación y aprobación; debería incluirse una síntesis de los resultados arribados. La descripción de la etapa de cierre y desmantelamiento no se describe con suficiencia.
6	Marco legal e institucional	Descripción del marco normativo legal e institucional en materia de gestión ambiental convencional y aspectos radiológicos en distintos niveles jurisdiccionales según corresponda. Verificar si el ET incluye una breve descripción o listado de permisos, autorizaciones y/o licencias necesarias en materia de gestión ambiental y radiológica.	3	El documento presenta un resumen del marco normativo ambiental y nuclear aplicable a nivel nacional, provincial y municipal. El documento no describe de manera concreta, clara y precisa la necesidad de permisos, licencias y/o autorizaciones. Tampoco se advierte la existencia de un listado con los permisos más relevantes.
7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	Descripción detallada del área de emplazamiento en términos de subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico y cultural ajustados a las características del proyecto. Verificar si la descripción incluye datos obtenidos a partir de estudios de campo.	5	El capítulo destinado a línea de base ambiental realiza una descripción de los componentes ambientales del territorio en el que se inserta el proyecto: clima, geología, geomorfología y suelos, hidrología (superficial y subterránea), aire, paleontología, sismología, flora y fauna, y medio socioeconómico y cultural. Casi la totalidad de la información proviene de fuentes primarias y estudios de campo. En la lista de responsables se indica el profesional o consultora que realizó cada estudio. Información adicional y complementaria relativa a los estudios de campo se adjunta en anexos.
8	Evaluación de impactos ambientales	Descripción y análisis de los siguientes elementos para cada etapa del proyecto: identificación, descripción, valoración y jerarquización de los potenciales impactos ambientales significativos que podría generar la ejecución del proyecto. Descripción de la metodología utilizada (matrices, diagramas de red, sistemas de información	3	El documento analizado describe la metodología utilizada para la identificación y descripción de los impactos ambientales (IA). Establece de manera específica los componentes y factores ambientales para el proyecto. La AEI realiza la identificación y descripción de IA para la etapa de funcionamiento de modo adecuado y claro. Incorpora matriz y tabla de

		geográfica, modelaciones, etc.). Análisis del grado de congruencia de la identificación y valoración de impactos.		fácil interpretación. La valoración de IA no se especifica. No se identifica, describe ni valora IA para la etapa de cierre y desmantelamiento. Se menciona que el alcance del análisis es convencional (no radiológico). En este marco, el documento analizado señala que los aspectos radiológicos son regulados por la ARN y no se incluyen en la AEI. Por otro lado, incluye un análisis de riesgos en un capítulo independiente.
9	Medidas de mitigación	Verificar si se definen medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto, a fin de prevenir, atenuar, corregir y compensar dichos impactos.	1	El documento cuenta con un capítulo en el que se describen medidas de mitigación y prevención destinadas a minimizar y prevenir los IA identificados durante la etapa de operación. Asimismo, incluye propuestas de acciones correctoras o minimizadoras orientadas a los efectos de los riesgos identificados para la etapa de operación. Se describen lineamientos para desarrollar un plan de contingencias y emergencias. El documento analizado no establece medidas para los impactos ambientales de tipo radiológico.
10	Plan de gestión ambiental (PGA)	Incluye un detalle de las acciones de gestión ambiental que deberán implementarse en cada una de las etapas del proyecto. Dichas acciones se corresponden con las medidas de mitigación previamente establecidas. En términos generales el PGA debe incluir en su diseño: i) responsabilidades institucionales relativas a la implementación de las acciones, cronograma y presupuesto asignado; ii) identificación, seguimiento y cumplimiento del marco normativo ambiental y radiológico; iii) capacitación ambiental; iv) comunicación ambiental interna y externa; v) gestión de residuos convencionales y radiactivos; vi) gestión de emisiones y efluentes convencionales y radiactivos, vii) monitoreo ambiental convencional y radiológico, viii) contingencias y emergencias, ix) auditoría ambiental interna de seguimiento del PGA.	3	El documento analizado menciona consideraciones para la implementación de un PGA. Indica que este plan se debe conformar por procedimientos (por ejemplo, cumplimiento marco normativo ambiental, capacitación y comunicación ambiental, gestión de residuos, emisiones y efluentes, monitoreo ambiental y auditoría). En este marco, realiza una breve descripción sobre los principales aspectos que debe contener cada procedimiento. El PGA no contempla los aspectos radiológicos.
11	Evaluación ambiental de alternativas	Verificar si el ET contiene un análisis y selección de alternativas tanto del proyecto (diseño de tecnología, de procesos, etc.) como de su localización desde la perspectiva ambiental. Determinar si, para ambos casos, se considera la alternativa de no ejecución ("no acción"). La evaluación debe documentar las razones por las cuales se rechazaron otras opciones y se optó por la más conveniente en términos ambientales sobre la base de una ponderación que considera aspectos técnicos, políticos, económicos, ambientales y radiológicos.	1	Si bien, el documento analizado no incluye un capítulo específico que contemple la realización de análisis y selección de alternativas, en el capítulo de descripción del ambiente, se hace una breve referencia a alternativas de localización del proyecto (pág. 60 de la EAI).
Revisión general				
12	Presentación	Verificar si el ET utiliza un formato apropiado y consistente para el texto, incorpora figuras, tablas, fotografías, etc. para facilitar la comprensión de la descripción, y si no presenta errores ortográficos, gramaticales y de puntuación.	5	El documento fue elaborado en formato papel y digital. El formato es ordenado y adecuado con tablas, gráficos y figuras que facilitan la lectura. No se evidencian errores ortográficos.
13	Fuentes y técnicas de recolección de información	Verificar si el ET identifica las fuentes de información, utiliza datos actualizados, fuentes diversas, datos recolectados en campo y fundamenta la inclusión de no oficiales.	5	El documento presenta información proveniente tanto de fuentes primarias y secundarias. El capítulo que describe la línea de base ambiental cuenta con información obtenida a partir de la realización de muestreos y relevamientos de campo.
14	Comprensibilidad	Verificar si el ET, en su conjunto, es claro y comprensible para el público en general, no hace un uso excesivo de terminología técnica sin aclaraciones previas y no presenta contradicciones.	5	El EsIA en su conjunto es claro y comprensible para el público en general. No se evidencia un uso excesivo de tecnicismos.
15	Imparcialidad e Interpretación	Verificar si el ET realiza una interpretación objetiva e imparcial de los resultados obtenidos, un análisis profundo y justifica los resultados en términos de la identificación y valoración de	3	El documento realiza un análisis de los IA identificados. Determina cuáles son los IA significativos, cuáles son las actividades más impactantes e identifica a los componentes y factores

	de los resultados	impactos ambientales del proyecto. Determinar si se realiza un análisis pormenorizado de las cuestiones clave y/o conflictivas con respecto al proyecto o medio donde se emplaza.	ambientales más susceptibles de ser impactados. Realiza un análisis de las cuestiones consideradas clave. La interpretación completa de los resultados debe considerar los aspectos radiológicos.
--	--------------------------	---	---

Tabla 21. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 3: Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, provincia de Santa Cruz).

Tipo de revisión	Nº	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR_C)	C	PP_C
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03	5	0,15
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06	1	0,06
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03	5	0,15
	4	Justificación del proyecto	0,02	0	0
	5	Descripción del proyecto	0,12	3	0,36
	6	Marco legal e institucional	0,05	3	0,15
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12	5	0,6
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12	3	0,36
	9	Medidas de mitigación	0,07	1	0,07
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15	3	0,45
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06	1	0,06
General	12	Presentación	0,03	5	0,15
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05	5	0,25
	14	Comprensibilidad	0,04	5	0,2
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05	3	0,15
Total			1		3,16
Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico (ND_{ET})					
$ND_{ET} = 3,16$			ACEPTABLE		

4.1.4. Caso 4: Proyecto “Tomografía por emisión de positrones/Tomografía computarizada-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires)

Descripción general del proyecto

El proyecto Tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada-acelerador de partículas (PET/CT-Ciclotrón) fue promovido por CNEA y FUESMEN con el objeto de instalar un centro médico de diagnóstico de enfermedades, prioritariamente oncológicas, y de producción de radiofármacos tanto para uso propio como para

comercialización. La construcción se llevó a cabo en un predio de 2000 m² cedido en uso por la UBA. No se dispone de datos para aseverar cuál fue la empresa ejecutora de la construcción. El diseño del edificio consideró originalmente una planta principal en la que se distribuyeron la unidad ciclotrón y laboratorio de radiofarmacia, la unidad PET/CT, unidades de apoyo y acceso del público. En la planta alta se ubica una pequeña sala de máquinas. La superficie estimada es de 700 m². El monto de inversión inicial fue de casi seis millones de dólares.

El centro se encuentra en funcionamiento desde 2007 y su gobernanza está a cargo de la FCDN creada como tal en 2004 por un acuerdo entre la CNEA y la FUESMEN (Figura 18). Actualmente brinda servicios de diagnóstico PET/CT, SPECT/CT, producción y comercialización de radioisótopos para patologías cardiológicas y oncológicas, así como también servicios de diagnóstico de enfermedades específicas de la mujer. Adicionalmente, dicho centro realiza actividades de I+D+i y formación de recursos humanos.



Figura 17. Ubicación geográfica de la FCDN
Fuente: Google Earth (2022).



Figura 18. Fachada del edificio de la FCDN
Fuente: FCDN, (s.f.).

Procedimiento de EIA

El proyecto estuvo sujeto a un procedimiento de EIA en el marco de la ley N° 123 que regula la EIA en la ciudad de Buenos Aires y su decreto reglamentario N° 1352/02 (actualmente derogado). La coordinación técnica y elaboración del EsIA estuvo a cargo de Unidad de Actividad Química del Centro Atómico Constituyentes (CAC) dependiente de la CNEA. En 2007, la entonces autoridad de aplicación ambiental de la ciudad de Buenos Aires, Subsecretaría de Espacio Público y Desarrollo Urbano, categorizó al proyecto como sin relevante efecto ambiental (S.R.E.) y le otorgó el CAA para ejecutar el proyecto con una vigencia por 5 años. Al momento de la realización del presente trabajo no se cuenta con datos para afirmar o inferir cómo fue recategorizado en 2015 en el marco de la ampliación de la superficie construida para la instalación de un equipo de resonancia magnética.

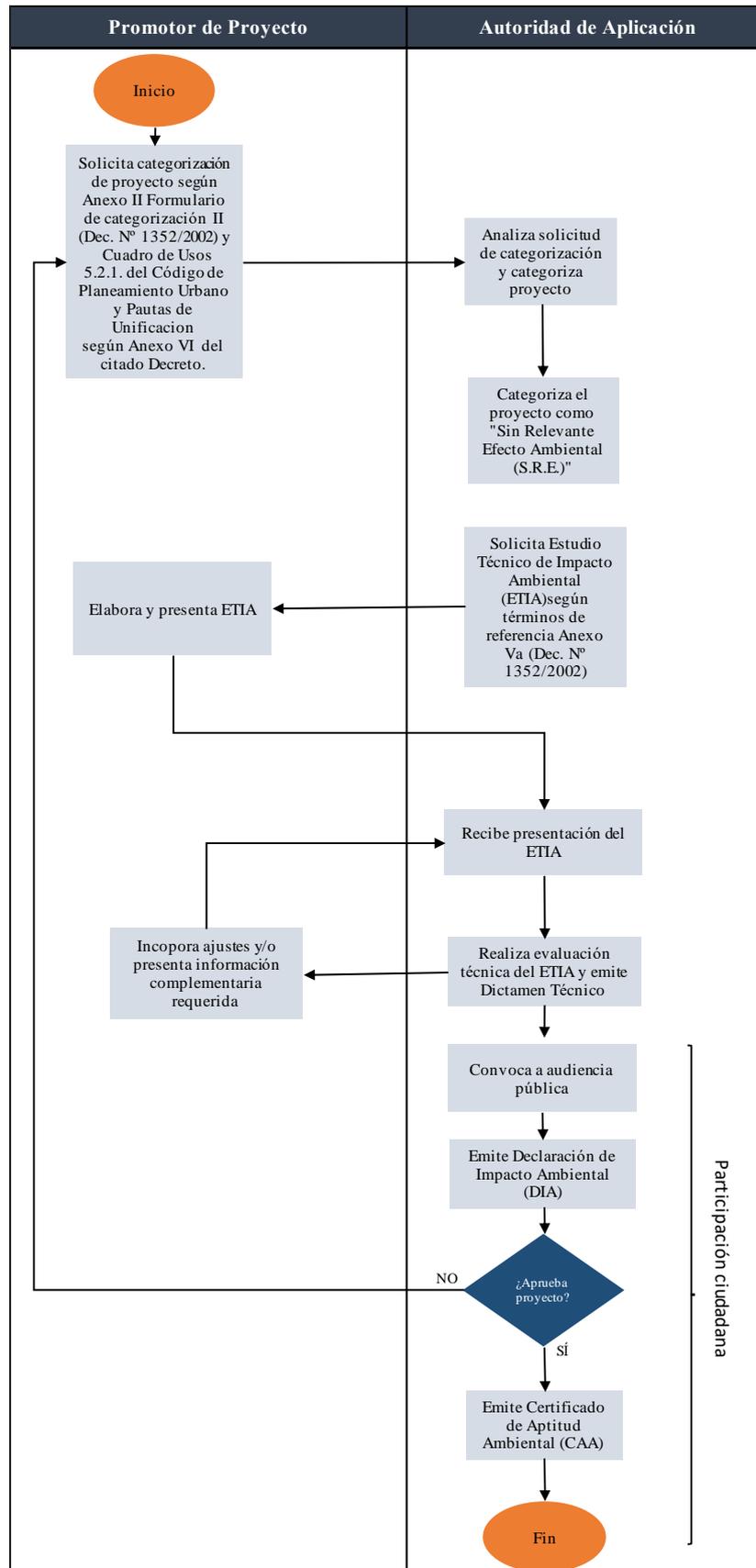


Figura 19. Diagrama de flujo del procedimiento de EIA del proyecto PET/CT-Ciclotrón.

Licenciamiento ante la ARN

El proyecto cuenta con instalaciones clase I (unidad ciclotrón y radiofarmacia) y clase II (instalaciones de diagnóstico). En este marco, la ARN publicó en su página web el listado de instalaciones clase II y III que poseen licencias y registros de operación vigentes al 12 de enero de 2023 para determinados propósitos. En este sentido, la FCDN cuenta con licencias/registro de operación vigentes para los siguientes propósitos: i) uso de equipos de alta energía, acelerador lineal de uso médico; ii) uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos; iii) uso de fuentes radiactivas no selladas en estudios diagnósticos; iv) uso de fuentes selladas en braquiterapia en seres humanos; y v) uso de fuentes radiactivas no selladas para tratamiento de hipertiroidismo y carcinoma de tiroides. La instalación clase I “Ciclotrón-Laboratorio de Producción de Radiofármacos” cuya entidad responsable es la FCDN posee licencia de operación vigente según listado publicado por ARN en su página web al 18 de marzo de 2022.

La Tabla 22 muestra una síntesis de la información mencionada para el proyecto considerado.

Tabla 22. Síntesis de las características del estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón) (Ciudad de Buenos Aires)”

Características	Detalle
Nombre del proyecto	“Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)”
Promotor	CNEA
Ubicación	Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Agronomía)

Características	Detalle
Inversión	5,4 millones de dólares (fondos del estado nacional)
Estado actual	En operación
Gobernanza del centro	FCDN
Página web	https://www.fcdn.org.ar/
Superficie total (m ²)	700 m ²
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de radioisótopos en ciclotrón y radiofármacos. • Diagnóstico de enfermedades oncológicas, neurológicas y cardiológicas. • Distribución y comercialización de radiofármacos. • Realización de actividades de investigación y desarrollo. • Formación de recursos humanos de alto nivel.
Marco normativo de EIA	Ley provincial N° 123 que regula la EIA en la ciudad de Buenos Aires y decreto reglamentario N° 1352/02 -Anexo V- (actualmente derogado).
Autoridad de aplicación	Subsecretaría de Espacio Público y Desarrollo Urbano de la ciudad de Buenos Aires.
Estudio técnico	Elaborado por la Unidad de Actividad Química del CAC dependiente de la CNEA
Participación ciudadana	Sin datos.
Estado del procedimiento de EIA	En 2007 se otorgó el Certificado de Aptitud Ambiental N° 6747 con vigencia hasta 2013.
Marco normativo regulatorio nuclear	Ley nacional N° 24804; Ley Nacional N° 25018. Normas y guías regulatorias dictadas por la ARN
Autoridad de aplicación	ARN
Estado actual del proceso de licenciamiento	Cuenta con las licencias de operación y permisos individuales vigentes.

Revisión del estudio técnico

La revisión del EsIA de acuerdo con la metodología propuesta se presenta en la Tabla 23. En la Tabla 24 se muestran los cálculos realizados para la obtención del NDET para el caso de estudio en cuestión.

Tabla 23. Lista de revisión para el estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires).

Nombre del proyecto		“Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)”		
Organismo promotor		CNEA		
Localización del proyecto		Ciudad de Buenos Aires (barrio de agronomía)		
Responsable del Estudio técnico		Unidad de Actividad Química (CAC – CNEA)		
Fecha de elaboración del ET		2004		
Revisión técnica-administrativa				
Nº	Criterios de evaluación	Detalle	C	Fundamento
1	Términos de referencia del ET	Verificar si el documento cumple con los términos de referencias provistos por el marco normativo en materia de EIA aplicable.	1	El EsIA analizado cumple parcialmente con los términos de referencia establecidos en el anexo V del Decreto Reglamentario N° 1.352/02 de la ley N° 123 que regula la EIA (actualmente dicho decreto se encuentra derogado). El documento bajo análisis incluye: portada y nombre del proyecto y fecha de realización. Incluye lista de los profesionales que intervinieron en estudios específicos y de los responsables técnicos y legales. El documento cuenta con índice general y los siguientes capítulos: i) resumen ejecutivo, ii) información general, iii) línea de base ambiental, iv) descripción del proyecto, v) predicción y evaluación de impactos ambientales y vi) medidas de mitigación, reparación o compensación. No cuenta con los capítulos: i) plan de gestión ambiental, ii) descripción de acciones de consulta, iii) información y/o divulgación a la población, y iv) apéndices. El criterio es parcialmente cubierto.
2	Consulta pública y acceso a la información	Verificar si el EsIA contiene información sobre cómo las partes interesadas podrían consultar a los diferentes actores que intervienen en el proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.). Verificar si se realiza una breve descripción sobre cómo es el proceso de participación ciudadana en la jurisdicción correspondiente.	0	El EsIA analizado no cuenta con un capítulo específico que indique cómo se desarrolla un evento de participación ciudadana, como por ejemplo una audiencia pública. Este capítulo es requerido en los términos de referencia (“ <i>Descripción de acciones de consulta, información y/o divulgación a la población</i> ”). El criterio no fue desarrollado.
3	Lista de responsables y características del equipo	Verificar si se especifica el tipo de intervención y responsabilidad de cada profesional y/o técnico que forma parte del equipo. Verificar si el equipo que intervino en la elaboración del ET es interdisciplinario.	5	El EsIA analizado hace mención del representante técnico, legal y del equipo técnico que tuvo participación en la elaboración del documento.
4	Justificación del proyecto	Verificar si la descripción da cuenta sobre la necesidad de llevar a cabo el proyecto y sobre cómo se inserta este en el territorio considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.	5	La justificación describe de forma sintética los fundamentos relativos a la ejecución del proyecto.
5	Descripción del proyecto	Verificar si la descripción del proyecto incluye a las etapas de construcción, operación y, cierre y desmantelamiento (ciclo de vida). Determinar si para cada etapa se describe con suficiencia en términos de la ingeniería y tecnología a utilizar, provisión de agua y energía, materiales e insumos, equipos, maquinarias y vehículos, dotación de personal, generación de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos, patogénicos, radioactivos), efluentes y emisiones convencionales y descargas radiactivas. Cronograma tentativo de inicio y finalización de obra e inicio de operación. Determinar si se incluye resumen de memoria de cálculo radiológica.	3	Se realiza una descripción del proyecto solo para las etapas de construcción y operación. No se realiza descripción alguna ni mención de la etapa de desmantelamiento y cierre. El capítulo no incluye las memorias de cálculo o informes relativos a cálculos de dosis y/o blindaje para las instalaciones y equipos. Si bien, dicha información se presenta ante la ARN para su evaluación y aprobación; debería incluirse en el EsIA una síntesis de los resultados arribados. No presenta un cronograma de inicio y finalización de obra e inicio de operación.
6	Marco legal e institucional	Descripción del marco normativo legal e institucional en materia de gestión ambiental	0	El documento no presenta un capítulo que describa el marco legal e institucional.

		convencional y aspectos radiológicos en distintos niveles jurisdiccionales según corresponda. Verificar si el ET incluye una breve descripción o listado de permisos, autorizaciones y/o licencias necesarias en materia de gestión ambiental y radiológica.		No está contemplado en los términos de referencia. El criterio no fue desarrollado.
7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	Descripción detallada del área de emplazamiento en términos de subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico y cultural ajustados a las características del proyecto. Verificar si la descripción incluye datos obtenidos a partir de estudios de campo.	3	El capítulo destinado a línea de base ambiental realiza una descripción sintética de los componentes ambientales del territorio en el que se inserta el proyecto: agua subterránea, suelo, aire, ruido, aspectos urbanos y sociales, infraestructura. Adjunta en anexos resultados de estudios de campo realizados. No se describe flora ni fauna.
8	Evaluación de impactos ambientales	Descripción y análisis de los siguientes elementos para cada etapa del proyecto: identificación, descripción, valoración y jerarquización de los potenciales impactos ambientales significativos que podría generar la ejecución del proyecto. Descripción de la metodología utilizada (matrices, diagramas de red, sistemas de información geográfica, modelaciones, etc.). Análisis del grado de congruencia de la identificación y valoración de impactos.	3	El capítulo menciona la metodología utilizada para la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (IA). Establece de manera específica los componentes y factores ambientales para el proyecto. Realiza la identificación y descripción de IA para la etapa de construcción y funcionamiento de modo adecuado y claro. Incorpora matrices de fácil interpretación. Respecto de la valoración de IA, la misma se realiza en forma clara y, además, el documento expone las conclusiones arribadas. Se identifican los IA significativos. No se identifica, describe ni valora IA para la etapa de cierre y desmantelamiento. El documento analizado no contempla los IA radiológicos. De hecho, en la portada se lee "Evaluación de Impacto Ambiental no radiológica".
9	Medidas de mitigación	Verificar si se definen medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto, a fin de prevenir, atenuar, corregir y compensar dichos impactos.	3	El documento describe en un capítulo las medidas de mitigación, reparación y compensación tanto para las etapas de construcción como de funcionamiento. Las medidas no consideran los impactos ambientales radiológicos.
10	Plan de gestión ambiental (PGA)	Incluye un detalle de las acciones de gestión ambiental que deberán implementarse en cada una de las etapas del proyecto. Dichas acciones se corresponden con las medidas de mitigación previamente establecidas. En términos generales el PGA debe incluir en su diseño: i) responsabilidades institucionales relativas a la implementación de las acciones, cronograma y presupuesto asignado; ii) identificación, seguimiento y cumplimiento del marco normativo ambiental y radiológico; iii) capacitación ambiental; iv) comunicación ambiental interna y externa; v) gestión de residuos convencionales y radiactivos; vi) gestión de emisiones y efluentes convencionales y radiactivos, vii) monitoreo ambiental convencional y radiológico, viii) contingencias y emergencias, ix) auditoría ambiental interna de seguimiento del PGA.	0	El documento analizado no incluye un plan de gestión ambiental. El criterio no fue desarrollado.
11	Evaluación ambiental de alternativas	Verificar si el ET contiene un análisis y selección de alternativas tanto del proyecto (diseño de tecnología, de procesos, etc.) como de su localización desde la perspectiva ambiental. Determinar si, para ambos casos, se considera la alternativa de no ejecución ("no acción"). La evaluación debe documentar las razones por las cuales se rechazaron otras opciones y se optó por la más conveniente en términos ambientales sobre la base de una ponderación que considera aspectos técnicos, políticos, económicos, ambientales y radiológicos.	3	En el capítulo que describe el proyecto, particularmente, se realiza una justificación sobre la elección de la localización del emplazamiento del proyecto. Indica que se analizaron tres alternativas. Sin embargo, no detalla el proceso de análisis. El criterio es parcialmente cubierto.
Revisión general				
12	Presentación	Verificar si el ET utiliza un formato apropiado y consistente para el texto, incorpora figuras, tablas, fotografías, etc. para facilitar la comprensión de la descripción, y si no presenta errores ortográficos, gramaticales y de puntuación.	3	El documento fue elaborado en formato papel y digital. Presenta un formato ordenado y adecuado con tablas, gráficos y figuras que facilitan la lectura. No se evidencian errores ortográficos. El EsIA analizado no cuenta con todos los anexos citados en el documento.

13	Fuentes y técnicas de recolección de información	Verificar si el ET identifica las fuentes de información, utiliza datos actualizados, fuentes diversas, datos recolectados en campo y fundamenta la inclusión de no oficiales.	5	El documento presenta información proveniente tanto de fuentes primarias y secundarias. El capítulo que describe la línea de base ambiental cuenta con información obtenida a partir de la realización de muestreos y relevamientos de campo.
14	Comprensibilidad	Verificar si el ET, en su conjunto, es claro y comprensible para el público en general, no hace un uso excesivo de terminología técnica sin aclaraciones previas y no presenta contradicciones.	5	El EsIA en su conjunto es claro y comprensible para el público en general. No se evidencia un uso excesivo de tecnicismos.
15	Imparcialidad e Interpretación de los resultados	Verificar si el ET realiza una interpretación objetiva e imparcial de los resultados obtenidos, un análisis profundo y justifica los resultados en términos de la identificación y valoración de impactos ambientales del proyecto. Determinar si se realiza un análisis pormenorizado de las cuestiones clave y/o conflictivas con respecto al proyecto o medio donde se emplaza.	3	El documento realiza un análisis de los IA identificados y valorados tanto para la etapa de construcción como de operación. Realiza un análisis de las cuestiones clave respecto del proyecto. La interpretación completa de los resultados debe considerar los aspectos radiológicos.

Tabla 24. Cálculo del ND_{ET} para el estudio de caso 4: “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires).

Tipo de revisión	Nº	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR_C)	C	PP_C
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03	1	0,03
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06	0	0
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03	5	0,15
	4	Justificación del proyecto	0,02	5	0,01
	5	Descripción del proyecto	0,12	3	0,36
	6	Marco legal e institucional	0,05	0	0
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12	3	0,36
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12	3	0,36
	9	Medidas de mitigación	0,07	3	0,21
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15	0	0
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06	3	0,18
General	12	Presentación	0,03	3	0,09
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05	5	0,25
	14	Comprensibilidad	0,04	5	0,2
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05	3	0,15
Total			1		2,35
Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico (ND_{ET})					
$ND_{ET} = 2,35$			INCOMPLETO		

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis de los casos de estudio (proyectos)

Del total de proyectos relevados de CMNyR de gestión pública (19) se pudo determinar que no todos contaron con un procedimiento de EIA y/o de licenciamiento regulatorio nuclear. Esta situación no necesariamente obedece a razones de incumplimiento normativo. Las principales causas que se identificaron se asocian a:

- La ejecución de proyectos en forma previa a la existencia de la EIA como instrumento de gestión ambiental (por ejemplo, servicios de medicina nuclear del hospital de clínicas y del Instituto Ángel Roffo que fueron inaugurados en la década de los años sesenta). Es sabido que la implementación de la EIA como instrumento legal para evaluar las implicancias ambientales se produjo en la década de los setenta y se impulsó fuertemente como un requisito legal en la mayoría de los países a partir de su incorporación en el Principio 17 de la Declaración de Río de 1992. En Argentina se implementó como obligatoria en todo el territorio nacional a partir de la sanción de la LGA en el año 2002; si bien, algunas provincias ya contaban con normativa que regulaba en materia de impactos ambientales.
- Proyectos que originalmente fueron previstos en el PNMN y por diversas razones no fueron ejecutados. Tal es el caso del proyecto de CMNyR de la provincia de Jujuy y de Santiago del Estero. Este último contaba con un acuerdo firmado en 2015 entre la Universidad Nacional de Santiago del Estero y el Ministerio de Salud provincial para la realización del EsIA correspondiente.

- Proyectos que aún no iniciaron su procedimiento de EIA por encontrarse en etapa de planificación o de decisión política para su ejecución (Salta, Villa María, La Plata). En el caso de Salta en 2022 se firmó un convenio entre el gobierno de la provincia, la CNEA e INVAP SE para iniciar el proyecto.

- Proyectos actualmente en operación que, por no contar con información manifiesta y actualizada al momento de la elaboración del presente trabajo, el autor no puede afirmar si dichos proyectos iniciaron (o no) un procedimiento de EIA. De la búsqueda exhaustiva realizada se puede señalar que los estudios técnicos, en caso de haberse realizado, no se encontraban publicados en las páginas web oficiales de las autoridades de aplicación ambientales para ser consultados digitalmente. Adicionalmente, el autor no recibió respuesta ante las consultas realizadas por canales oficiales (correo electrónico).

- En el plano regulatorio nuclear, si bien la ARN publicó en su página web oficial un listado actualizado con las entidades responsables a las que les otorgó una determinada licencia y registro no es posible contar con información detallada relativa a memorias de cálculo (o, al menos, una síntesis) para cada una de las instalaciones relevadas.

Si bien solo fue factible analizar 4 casos del total relevado, los resultados obtenidos y mencionados en el apartado siguiente se consideran un aporte valioso porque permiten identificar aquellos aspectos que, normalmente, no son contemplados en los EsIA y, por

lo tanto, influyen en la calidad del proceso de toma de decisiones de una perspectiva ambiental.

4.2.2. Análisis de los estudios técnicos para cada caso de estudio

La Tabla 25 compara mediante una representación gráfica (mapa de calor) los resultados obtenidos para cada estudio técnico analizado mediante los criterios de evaluación previamente definidos. Los números de la primera columna de la tabla citada corresponden a cada uno de los casos seleccionados, a saber:

- Caso 1:

- Proyecto “Centro Argentino de Protonterapia” (Ciudad de Buenos Aires)
- Unidad de análisis (estudio técnico): EsIA

- Caso 2:

- Proyecto “Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear” (San Carlos de Bariloche, Río Negro).
- Unidad de análisis (estudio técnico): IFA

- Caso 3:

- Proyecto “Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia” (Río Gallegos, Santa Cruz)
- Unidad de análisis (estudio técnico): AIE

- Caso 4:

- Proyecto “Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón)” (Ciudad de Buenos Aires)
- Unidad de análisis (estudio técnico): EsIA

Tabla 25. Comparación de resultados de los estudios técnicos analizados.

Casos/Estudios técnicos	Criterios de evaluación													NDE _{ET}		
	Revisión técnica-administrativa									Revisión general						
	Términos de referencia del ET	Consulta pública y acceso a la información	Lista de responsables y características del equipo	Justificación del proyecto	Descripción del proyecto	Marco legal e institucional	Descripción del ambiente	Evaluación de impactos ambientales	Medidas de mitigación	Plan de gestión ambiental	Evaluación ambiental de alternativas	Presentación	Fuentes y técnicas de recolección de información	Comprensibilidad	Imparcialidad e interpretación de los resultados	Nivel de desarrollo alcanzados por el ET
1	Green	Red	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Red	Green	Green	Green	Light Green	A
2	Green	Red	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Green	Red	Light Green	Yellow	Light Green	Green	Green	Green	Light Green	A
3	Green	Yellow	Green	Red	Light Green	Light Green	Green	Yellow	Light Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Light Green	A
4	Yellow	Red	Green	Green	Light Green	Red	Light Green	Light Green	Red	Light Green	Light Green	Green	Green	Green	Light Green	I

De la tabla anterior se puede realizar el siguiente análisis para determinar tendencias, patrones y características de cada caso.

Caso 1: Proyecto Centro Argentino de Protonterapia (Ciudad de Buenos Aires)

Del total de criterios evaluados en la unidad de análisis (EsIA), el 40 % fue desarrollado de forma completa (C=5). Otro 40 % alcanzó un desarrollo bueno (C=3), es decir que, si bien los criterios fueron desarrollados de forma aceptable, requieren atender omisiones con información adicional. Los criterios “evaluación ambiental de alternativas de proyecto y localización” y “consulta pública y acceso a la información” no fueron desarrollados (13%; C=0). La mayoría de los criterios de la revisión general alcanzaron

un desarrollo óptimo (C=5). El nivel de desarrollo alcanzado por el EsIA revisado fue aceptable ($ND_{ET}=3,26$).

Caso 2: Proyecto Centro Integral de Radioterapia y Medicina Nuclear (San Carlos de Bariloche, Río Negro)

El nivel de desarrollo de los criterios evaluados en el IFA se distribuye entre alcances óptimo (33 %; C=5) y bueno (40%; C=3). El 13 % de los criterios no fue desarrollado (“medidas de mitigación” y “consulta pública y acceso a la información”). Si bien, el criterio presentación fue desarrollado, el documento no contaba al momento de la revisión con los anexos correspondientes. El nivel de desarrollo alcanzado por el IFA revisado fue aceptable ($ND_{ET}=3,05$).

Caso 3: Proyecto Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz)

Del total de criterios evaluados en la unidad de análisis (AEI), el 40 % fue desarrollado de forma óptima (C=5) y el 33 % alcanzó un desarrollo bueno (C=3). El 20 % de los criterios tuvo un abordaje escaso e insuficiente con un C=1 (“medidas de mitigación”, “consulta pública y acceso a la información” y “evaluación ambiental de alternativas de proyecto y localización”). Un solo criterio no fue desarrollado (justificación del proyecto). Se deduce que dicho criterio no fue desarrollado debido a que, al tratarse de un estudio técnico elaborado en el marco de un procedimiento de adecuación de proyectos o actividades preexistentes, la normativa aplicable no requiere incluir este criterio. Por otro lado, la mayoría de los criterios de la revisión general

alcanzaron un desarrollo óptimo ($C=5$). El nivel de desarrollo alcanzado por el EsIA revisado fue aceptable ($ND_{ET}=3,16$).

Caso 4: Proyecto Tomografía por emisión de positrones (PET)/Tomografía computarizada (CT)-Acelerador de partículas (ciclotrón) (Ciudad de Buenos Aires)

Del total de criterios evaluados en la unidad de análisis (EsIA), el 46 % tuvo un desarrollo bueno ($C=3$) que requiere incorporar información adicional. Solo el 27 % alcanzó un desarrollo óptimo ($C=5$). El EsIA evaluado menciona la realización de un análisis y selección de alternativas de localización del proyecto, pero no con la suficiencia requerida. Los criterios no desarrollados representan el 20% y corresponden a la descripción del “marco legal e institucional”, “plan de gestión ambiental”, y “consulta pública y acceso a la información”. Cabe destacar que este último constituye un requerimiento explícito en los términos de referencia del marco normativo aplicable (“*Descripción de acciones de consulta, información y/o divulgación a la población*”). El estudio analizado, al momento de revisión del EsIA, no contaba con los anexos correspondientes. El nivel alcanzado por el EsIA fue incompleto ($ND_{ET}=2,89$), lo que se fundamenta en la omisión de insuficiencias significativas como la inclusión del plan de gestión ambiental, criterio con un peso relativo significativo.

4.2.3. Análisis comparativo de los casos

La Tabla 26 muestra comparativamente: i) la cantidad total -expresada como porcentaje- del tipo de desarrollo alcanzado por los criterios evaluados para cada estudio técnico revisado, y ii) el nivel de desarrollo que alcanzó en su conjunto cada estudio técnico revisado (ND_{ET}).

Tabla 26. Análisis comparativo entre los casos analizados.

Estudios técnicos	Cantidad total, expresada como %, del tipo de desarrollo de los criterios evaluados para cada estudio técnico revisado				
1	40	7	40	13	
2	33	7	40	7	13
3	40		33	20	7
4	27		46	7	20
Estudios técnicos	Nivel de desarrollo alcanzado en su conjunto por cada estudio técnico revisado (NDET)				
1	Aceptable (3,26)				
2	Aceptable (3,05)				
3	Aceptable (3,16)				
4	Incompleto (2,89)				

A partir del análisis comparativo mostrado en la tabla anterior se pueden identificar los aspectos comunes (convergencias), diferencias (divergencias), tendencias y patrones de los estudios revisados:

- **El 75 % de los estudios analizados alcanzaron un nivel de desarrollo aceptable (rango de puntuación: 3,1 a 5).** Esto implica que, para la mayoría de los estudios analizados, más del 40 % de los criterios evaluados fueron cubiertos con un desarrollo óptimo (C=5) y muy bueno (C=4). Los criterios que alcanzaron una calificación buena (C=3) requieren información adicional, complementaria o aclaraciones para cubrir insuficiencias menores a medias. En este sentido, dicha información está asociada, principalmente, a la inclusión -con un mayor nivel de profundidad- de los aspectos radiológicos en la descripción del proyecto (cálculo de dosis, cálculo de blindaje, etc.), evaluación de impactos ambientales y plan de gestión

ambiental, etc. Existe la particularidad que dichos aspectos son excluidos explícitamente del alcance de los estudios analizados y presentada en forma independiente ante la autoridad correspondiente (ARN). Esta decisión de compartimentar la información genera una asimetría entre la descripción de los aspectos radiológicos y convencionales (no radiológicos), los que son desarrollados con un elevado nivel de profundidad.

- **Un solo estudio alcanzó el nivel incompleto (rango de puntuación: 2,1 – 3).** Este estudio se caracteriza por tener un tercio de los criterios con un desarrollo escaso o nulo. Por lo tanto, requiere información adicional y complementaria para cubrir insuficiencias u omisiones significativas. Si bien, estudios con un alcance “aceptable” pueden tener criterios no desarrollados (C=0), lo importante es observar qué criterios no son desarrollados. Aquellos considerados significativos y con un mayor peso relativo (por ejemplo, el plan de gestión ambiental) contribuirán fuertemente al nivel de desarrollo alcanzado por el estudio en su conjunto.
- **Ninguno de los estudios analizados alcanzó el nivel máximo de desarrollo completo (rango de puntuación: > 5).**
- **No se registraron estudios que hayan alcanzado un nivel de desarrollo deficiente (rango de puntuación: 0 – 2).**
- **El 40 % (valor medio) de los criterios alcanzó un desarrollo bueno (C=3).** Si bien, su abordaje es aceptable, el criterio requiere atender omisiones mediante información adicional (tal es el caso de los aspectos radiológicos).

- **El 35 % (valor medio) de los criterios se desarrolló de forma completa (C=5).**
Por lo tanto, no requieren información adicional.
- **El 13 % (valor medio) de los criterios no fueron desarrollados (C=0).** Para el 75 % de los estudios analizados, el criterio de “consulta pública y acceso a la información” no fue desarrollado. Un solo estudio hizo una mención escueta sobre la reglamentación de las audiencias pública (C=1).
- **El 75 % de los estudios cumplió con los términos de referencia especificados en la normativa de EIA aplicable.**
- **Un estudio no se desarrolló el plan de gestión ambiental (C=0).** Este criterio es el que tiene mayor peso relativo.
- **El 100 % de los estudios cuenta con una lista de responsables.** Se identifican a los representantes técnico y legal del proyecto y, al personal técnico que intervino en cada uno de los capítulos o estudios. Se identifica al promotor del proyecto en todos los casos. Este aspecto es considerado una fortaleza del análisis.
- **En todos los casos analizados la descripción del proyecto se realizó de manera parcial porque no se incluyeron los aspectos radiológicos con la suficiencia adecuada.** Este hallazgo se destaca como una debilidad de los estudios analizados. La no inclusión de los aspectos radiológicos en el documento atenta contra la concepción holística del ambiente concebido como un sistema complejo integrado por componentes interrelacionados.
- **Se evidencia una asimetría en la profundidad con la que se describe la etapa de desmantelamiento y cierre del proyecto respecto de las etapas de construcción**

y operación. Este aspecto se destaca como una de las mayores debilidades de los estudios analizados.

- **El 75 % de los estudios describió, aunque de manera parcial (C=3), el marco legal e institucional.** Los estudios analizados distinguen entre marco regulatorio ambiental y nuclear. Mencionan que los aspectos radiológicos son competencia exclusiva de la ARN, pero no informan sobre cómo interviene esta autoridad. Tampoco incorporan una descripción o, al menos, una lista de los principales permisos, licencias y autorizaciones que requiere el proyecto.
- **El 75 % de los estudios hizo una descripción del ambiente de manera adecuada y empleó información primaria proveniente de estudios realizados en el área de emplazamiento del proyecto.** Esto se considera una de las fortalezas más destacadas del análisis.
- **Todos los casos realizaron una descripción adecuada pero parcial de la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (C=3).** Esto se debe a que no se incorporaron los potenciales impactos radiológicos. Al igual que se mencionó anteriormente, esto constituye una de las debilidades de los estudios técnicos analizados.
- **El 75 % de los estudios hizo mención del PGA.** En todos los casos se indicó mediante medidas orientativas cómo se debía estructurar y qué contenidos mínimos debía incluir este, pero ninguno incluyó un PGA con el detalle y profundidad requerida para todas las etapas del proyecto. Constituye una de las debilidades de los estudios analizados.

- **El 75 % de los estudios analizados refirió al análisis de alternativas de localización del proyecto y un caso consideró el escenario con y sin proyecto.** No obstante, la información desarrollada no fue suficiente ni completa. Desde un punto de vista organizativo, los estudios no presentan un capítulo exclusivo e independiente para este criterio. La información mencionada es parte integral de otros capítulos (por ejemplo, descripción del proyecto o del ambiente). Ningún estudio analizado cubrió adecuadamente el criterio. Constituye una debilidad de los estudios analizados.
- **El 75 % de los estudios analizados no contó con un capítulo específico sobre consulta pública y acceso a la información.** Solo un caso mencionó en la descripción del marco legal e institucional la normativa que regula la audiencia pública en la jurisdicción provincial. Este aspecto influye en aspectos como la transparencia, la calidad de información y en el proceso de toma decisiones. Constituye una debilidad de los estudios analizados.
- **Criterios de revisión general.** Aquellos relativos a “fuentes y técnicas de recolección de información” y “comprensibilidad” fueron abordados de manera óptima (C=5). El criterio “imparcialidad e interpretación de resultados” alcanzó un desarrollo bueno (C=3) debido a que no se consideraron los aspectos radiológicos. Por otro lado, dos estudios no incorporaron los anexos que mencionaron en su texto, por lo tanto, su desarrollo tuvo una calificación buena (C=3).

5. Conclusiones

El presente capítulo menciona en su primera sección recomendaciones que, por un lado, orientan a profesionales y equipos que coordinan y realizan estudios de impacto ambiental de proyectos de CMNyR y, por otro, a las autoridades de aplicación con implicancias ambientales (o no) que intervienen en los procesos de tomas de decisiones que permitirán llevar a cabo propuestas de desarrollo compatibles con el ambiente.

La segunda sección de este capítulo propone lineamientos para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de CMNyR.

5.1.Oportunidades de mejora

5.1.1. Recomendaciones a los profesionales o equipos que realizan EsIAs de proyectos de CMNyR

- Incluir de forma integrada y con la profundidad adecuada los aspectos radiológicos y convencionales, en particular, en la descripción del proyecto, la evaluación de impactos ambientales, medidas de mitigación y PGA. Incorporar, al menos, una síntesis de la memoria de cálculo radiológica -en línea con lo solicitado por la autoridad regulatoria en materia nuclear- con sus principales conclusiones y especificar el mecanismo de consulta por parte de la ciudadanía y autoridad de control al respecto. Indicar si la información requiere resguardo -en forma total o parcial- por su confidencialidad.

- Abordar con profundidad adecuada la etapa de cierre y desmantelamiento de acuerdo con las recomendaciones y requisitos legales establecidos a nivel nacional e internacional. Esta información podrá servir como base para la elaboración futura de un plan/proyecto de decomiso (“*Decommissioning Plan*”), que puede requerir una nueva EIA. Se puede recurrir a guías técnicas internacionales y nacionales, experiencias y lecciones aprendidas durante el cierre y desmantelamiento de instalaciones similares en otros países.
- En la descripción del marco legal e institucional añadir una lista con los principales permisos, licencias y autorizaciones requeridas para el proyecto. Adicionalmente, mencionar el grado de intervención de las autoridades de aplicación correspondientes en materia ambiental, nuclear y sanitaria (autoridad de aplicación ambiental, CNEA, ARN, ANMAT).
- Incluir un capítulo en el que se describa la evaluación ambiental de alternativas del proyecto y localización. Incorporar una descripción de cuál sería el escenario tanto si el proyecto se ejecutara como si no (“escenario con y sin proyecto”).
- Incorporar un capítulo relativo a consulta pública y acceso a la información para transparentar el proceso de toma de decisiones. Se deben considerar como mínimo información destinada a las siguientes partes interesadas: pacientes, empleados propios del centro, comunidad residente en las inmediaciones a la instalación, trabajadores externos al centro (proveedores, gestores de residuos, etc.).

- Incorporar un estudio de riesgo. Debido a que el EsIA es un componente fundamental del procedimiento de EIA y de la audiencia pública en particular, es importante que se haga mención del riesgo de la radiación ionizante (tipo de radiación, dónde, cuándo, tiempo de exposición, dosis, etc.) tanto para el personal que trabaja en los centros (médicos, enfermeras, personal de limpieza, administrativos y de formación, etc.), pacientes y acompañantes, vecinos que residen en las inmediaciones del establecimiento y el público en general.
- El PGA debe constituirse como un documento robusto para cada etapa del proyecto. Debe incluir un detalle de las acciones que permitan gestionar aquellas actividades que generan impactos negativos significativos y potenciar los positivos. También debe incluir responsabilidades, cronograma, presupuesto asignado, etc.
- Verificar que haya una adecuada revisión y edición del estudio técnico antes de ser presentado a las autoridades de aplicación correspondientes.

5.1.2. Recomendaciones a las autoridades de aplicación que intervienen en los procesos de toma de decisiones

- Disponer de términos de referencia que incluyan la obligatoriedad de integrar los aspectos radiológicos y convencionales, evaluación ambiental de alternativas de proyecto y localización, así como también la descripción de acciones de consulta, información y/o divulgación a la población sobre la propuesta de desarrollo y acceso a la información.

- Disponer de un sistema de fácil acceso y consulta de EsIAs elaborados en el marco de procedimientos de EIA. Incluidos los aportes y consultas realizadas por la ciudadanía, así como también, las respuestas emitidas al respecto.
- Incluir instancias de participación pública temprana en el marco de los procedimientos de EIA al que fuesen sometidos los proyectos de centros de medicina nuclear y radioterapia. Tales instancias deben considerar las opiniones e inquietudes de los pacientes, empleados propios del centro, comunidad residente en las inmediaciones a la instalación, trabajadores externos al centro (proveedores, etc.).
- Fortalecer y/o fomentar el grado de articulación entre las autoridades de aplicación ambiental, radiológica y sanitaria. Para ello, se recomienda realizar reuniones técnicas periódicas, talleres, aprobación conjunta de actos administrativos que indiquen cómo y en qué etapa del procedimiento de EIA deben intervenir, elaboración conjunta de guías o lineamientos para EsIAs, etc.
- Determinar la forma de vinculación entre los procedimientos de licenciamiento ambiental y autorización de la autoridad sectorial (radiológica y sanitaria) con el fin de garantizar una toma de decisiones transparente, objetiva y eficiente en el marco de la aprobación del EsIA. En este sentido, una recomendación podría ser que la emisión de la licencia ambiental esté sujeta a la aprobación previa del proyecto por parte de la autoridad sectorial, para luego, sobre esta base desarrollar el EsIA con enfoque que integre lo radiológico y convencional.

- Fortalecer las capacidades técnicas de las autoridades de aplicación en términos de revisión de EsIAs, con instrumentos que, a su vez, se monitoreen y se ajusten, si fuera necesario.

5.2 Propuesta de lineamientos para elaborar EsIAs de proyectos de CMNyR

A partir del análisis de resultados de los casos estudiados, del marco normativo (régimen de EIA y de la actividad nuclear), del estado del arte en materia de EIA y de la capitalización de lo aprendido y experiencia del autor del presente trabajo, se proponen a continuación, una serie de lineamientos para la elaboración de EsIAs de proyectos de centros médicos que brinden servicios de medicina nuclear y/o radioterapia (Tabla 27). Si bien, estos lineamientos no son absolutos sino perfectibles, proporcionan un piso sobre el cual se puede garantizar, en un proceso de toma de decisiones, el desarrollo del proyecto en forma compatible con el ambiente. Por otro lado, la Tabla 28 muestra una lista de chequeo para verificar si la totalidad de los contenidos mínimos fueron abordados.

Tabla 27. Lineamientos para elaborar un EsIA de un proyecto de CMNyR.

Aspecto	Criterio	Alcance
Formal	Portada	Indicar título de proyecto, tipo de documento (EsIA, IFA, AEI, etc.), lugar y fecha de elaboración.
	Listado de responsables	Listado de representantes técnico y legal tanto del proyecto como del procedimiento de EIA. Listado de profesionales intervinientes en la elaboración de los capítulos que conforman el EsIA y actividades de campo. El EsIA debe estar firmado por los representantes técnico y legal.
	Índice	Incluir índice general, de figuras, tablas y anexos.

Aspecto	Criterio	Alcance
	Listado de abreviaturas	Principales abreviaturas y acrónimos mencionados en el documento.
	Glosario	Principales términos utilizados en el documento. Para aspectos radiológicos se puede tomar como referencia (listado no taxativo): IAEA Nuclear Safety and Security Glossary (2022). AR 10.1.1. Rev. 4 (2019) Norma básica de seguridad radiológica.
	Bibliografía	Incluirá el listado de referencias bibliográficas consultadas para elaborar el documento.
	Anexos	Incluirá planos, fotografías, estudios realizados y toda documentación relevante.
	Presentación	Previo a su presentación ante autoridades de aplicación, se deberá realizar una adecuada revisión y edición del estudio técnico.
Técnico	Resumen ejecutivo	Descripción sintética del contenido y estructura del EsIA. Considera objetivos del proyecto y EsIA, resultados y conclusiones en materia de evaluación de impacto ambiental, medidas de mitigación y PGA.
	Justificación	La justificación deberá incluir la necesidad de realización del proyecto, sus objetivos, su importancia a nivel nacional, regional y provincial según corresponda y cómo este se insertará en el territorio. Asimismo, se deberá indicar brevemente cuál sería el escenario tanto si el proyecto se ejecutara como si no. Es necesario indicar el monto de la inversión y la entidad que lo financia.
	Descripción del proyecto	Debe incluir una descripción con un nivel de detalle adecuado que permita identificar los potenciales impactos ambientales sobre el sitio de emplazamiento del proyecto. La descripción debe incluir las etapas de construcción, funcionamiento y cierre y desmantelamiento. Asimismo, se deben considerar aquellos aspectos relacionados con la planificación y diseño de la etapa de construcción, es decir, aquellas acciones que se desarrollan en forma previa a la etapa de construcción (etapa preconstructiva). Los contenidos que se deben considerar para cada etapa son: Etapa preconstructiva: <ul style="list-style-type: none"> ○ Considerar todos aquellos aspectos que son necesarios para el desarrollo de la etapa de construcción que, de no abordarse, limitarían su ejecución: i) dominio del

Aspecto	Criterio	Alcance
		<p>terreno, ii) uso del suelo, iii) gestión de permisos ante autoridades de aplicación, iv) expectativas de la sociedad ante la construcción de un centro de medicina nuclear y radioterapia en términos de aceptación y rechazo, v) implementación de mecanismos de comunicación social para establecer contactos efectivos ante la necesidad de realizar controles radiológicos en viviendas colindantes con el centro médico según corresponda, vi) montaje de equipos durante la construcción, vii) lugar y condiciones de guarda de equipos, viii) riesgos ambientales (sismos, inundaciones, etc.), ix) licencia otorgada, resultados y condicionantes emitidos por la autoridad regulatoria nuclear.</p> <p>Etapas de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Localización y accesos al sitio de emplazamiento. Incluir planos y croquis en escala adecuada. ○ Descripción del tipo de proyecto: diseño, tecnología, instalación, locales y sectores, procesos involucrados, diagrama de flujos. Instalaciones permanentes y transitorias (obrador). ○ Actividades relevantes para dicha etapa. ○ Materiales, insumos, sustancias químicas. Equipos, maquinarias y vehículos. ○ Provisión de agua, energía y/o combustibles. Fuente y volumen estimado. ○ Emisiones gaseosas (volumen y caracterización). ○ Efluentes cloacales (volumen y caracterización) ○ Efluentes industriales (volumen y caracterización) ○ Residuos asimilables a domiciliarios, industriales, patogénicos, peligrosos. Para cada uno indicar: volumen, caracterización y almacenamiento transitorio. ○ Dotación de personal y funciones. ○ Cronograma de construcción (diagrama de Gantt) ○ Monto de inversión y fuente de financiamiento. ○ Se puede incluir un análisis de alternativas relativo a la selección de tecnologías constructivas (materiales de construcción de recintos blindados), de procesos, etc. <p>Nota: se puede utilizar como referencia las siguientes guías del OIEA (listado no taxativo): <i>“Setting up a Cancer Centre: A WHO-IAEA Framework”</i></p>

Aspecto	Criterio	Alcance
		<p><i>IAEA Human Health Series N° 11 “Planning a Clinical PET Centre”</i></p> <p><i>IAEA Human Health Series N° 14 “Planning National Radiotherapy Services: A practical tool”</i></p> <p><i>IAEA Human Health Reports N° 10” “Radiotherapy Facilities: Master Planning and Concept Design Consideration”</i></p> <p>Etapa de funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción de las actividades relevantes. Incluye síntesis de memorias de cálculo o informes relativos a cálculos de dosis y/o blindaje para las instalaciones y equipos. Principales hallazgos y conclusiones. ○ Materiales, insumos, sustancias químicas. Equipos, maquinarias y vehículos. ○ Provisión de agua, energía y/o combustibles. Fuente y volumen estimado. ○ Emisiones gaseosas (volumen y caracterización). Descargas radiactivas. ○ Efluentes cloacales (volumen y caracterización) ○ Efluentes industriales (volumen y caracterización) ○ Residuos asimilables a domiciliarios, industriales, patogénicos, peligrosos y radiactivos. Para cada uno indicar: volumen, caracterización y almacenamiento transitorio. ○ Dotación de personal y funciones. ○ Actores externos al centro (pacientes, vecinos, proveedores, etc.). ○ Flujo de pacientes. ○ Gobernanza del CMNyR. <p>Nota: se pueden utilizar como referencia las siguientes normas y guía regulatoria (listado no taxativo):</p> <p>AR 10.12.1. Rev. 3 Gestión de residuos radiactivos</p> <p>AR 10.1.1. Rev. 4 Norma básica de seguridad radiológica</p> <p>AR 10.6.1. Rev. 0 Sistema de gestión para la seguridad en las instalaciones y prácticas.</p> <p>Guía AR 13 Rev. 0 Almacenamiento de residuos radiactivos</p> <p>AR 8.2.1. Rev. 0 Uso de fuentes selladas en braquiterapia.</p> <p>AR 8.2.2. Rev. 1 Operación de aceleradores lineales de uso médico.</p>

Aspecto	Criterio	Alcance
		<p>AR 8.2.3. Rev. 3 Operación de instalaciones de telecobaltoterapia.</p> <p>AR 8.2.4. Rev. 1 Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear.</p> <p>Etapas de cierre y desmantelamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Destino del predio una vez desmantelado. Necesidad de descontaminación y/o remediación. ○ Actividades relevantes para dicha etapa. ○ Materiales, insumos, sustancias químicas. Equipos, maquinarias y vehículos. ○ Instalaciones permanentes y transitorias (obrador). ○ Provisión de agua, energía y/o combustibles. Fuente y volumen estimado. ○ Emisiones gaseosas (volumen y caracterización). Descargas radiactivas. ○ Efluentes cloacales (volumen y caracterización) ○ Efluentes industriales (volumen y caracterización) ○ Residuos asimilables a domiciliarios, industriales, patogénicos, peligrosos y radiactivos. Para cada uno indicar: volumen, caracterización y almacenamiento transitorio. ○ Dotación de personal y funciones. ○ Cronograma de desmantelamiento. Diagrama de Gantt. ○ Inversión y financiamiento. <p>Nota: se pueden utilizar como referencia las siguientes normas regulatorias de ARN y OIEA (listado no taxativo):</p> <p>AR 10.12.1. Rev. 3 Gestión de residuos radiactivos</p> <p>AR 10.1.1. Rev. 4 Norma básica de seguridad radiológica</p> <p>Guía AR 13 Rev. 0 Almacenamiento de residuos radiactivos</p> <p>AR 10.16.1. Rev. 3 Transporte de materiales radiactivos</p> <p><i>IAEA Safety Standards Series N° Part 6 Decommissioning of Facilities</i></p> <p><i>IAEA Safety Standards Series N° 49 Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities</i></p>
	<p>Descripción del ambiente (Línea de base ambiental del</p>	<p>Caracterización ambiental del sitio donde se emplazará el proyecto. La descripción debe ser suficiente para entender cómo interactúan las actividades del proyecto con el medio receptor y si este le impone restricciones. Los</p>

Aspecto	Criterio	Alcance
	sitio de emplazamiento)	<p>elementos del sistema ambiental deben ser los más relevantes y susceptibles de ser impactados. Asimismo, deben poder medirse mediante indicadores de monitoreo. Como mínimo la descripción debe contener:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Historia del sitio de emplazamiento (uso anterior y actual). ○ Superficie y perímetro. Características dominiales (nomenclatura catastral y zonificación). ○ Subsistema natural: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medio abiótico: geología; sismicidad; geomorfología; caracterización climática; edafología y calidad de suelos; hidrología e hidrogeología y calidad de aguas superficiales y subterráneas; calidad de aire; ruido ambiente. ▪ Medio biótico: flora y vegetación, fauna. ○ Subsistema socioeconómico y cultural: aspectos sociodemográficos, educativos, sanitarios, habitacionales, económicos, infraestructura, patrimonio arqueológico y paleontológico, percepción social, competitividad nacional.
	Marco legal e institucional	<p>Identificar y describir el marco normativo en materia ambiental (incluido el régimen de EIA al que el proyecto es sometido) y nuclear (incluir una síntesis del proceso de licenciamiento). Se sugiere incorporar una matriz legal a fin de tener sistematizado el marco normativo y facilitar así su seguimiento.</p> <p>Listar los principales permisos, licencias y autorizaciones correspondientes a cada etapa del proyecto.</p> <p>Identificar las principales autoridades de aplicación (ARN, CNEA, ANMAT y autoridades con competencia ambiental según corresponda).</p> <p>Incluir requisitos institucionales en caso de corresponder (política ambiental, sistema de gestión ambiental y documentación correspondiente).</p>
	Evaluación de impactos ambientales	<p>Describir la/s metodología/s utilizadas para la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (IA) para cada etapa del ciclo de vida del proyecto con el nivel de detalle adecuado. Los potenciales impactos radiológicos y convencionales se deben abordar de manera integrada. Considerar la incertidumbre cuando sea posible.</p>

Aspecto	Criterio	Alcance
		<p>De la valoración de IA se deben determinar los impactos significativos.</p> <p>De la jerarquización de IA se debe determinar las principales acciones impactantes y cuáles son componentes y factores del sistema ambiental susceptibles de ser impactados.</p> <p>Considerar la realización de un análisis de riesgo ambiental con sus potenciales impactos en diferentes escenarios de riesgos.</p> <p>Nota: se puede utilizar como referencia la siguiente guía del OIEA: <i>IAEA General Safety Guide N° GSG-10 Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities</i>”</p>
	<p>Medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación</p>	<p>Identificar las medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación de los impactos ambientales que resulten significativos para todas las etapas del proyecto.</p> <p>Debe existir coherencia entre las actividades del proyecto, la descripción del ambiente y la evaluación de IA realizada.</p>
	<p>Evaluación ambiental de alternativas</p>	<p>Este capítulo debe incluir una descripción relativa al análisis y selección de alternativas de localización del proyecto desde una perspectiva ambiental, incluida la no realización de del proyecto.</p> <p>El análisis y selección de alternativas del diseño y tecnología del proyecto con perspectiva ambiental, se puede incluir en la descripción del proyecto. Sin embargo, puede ser considerada en un capítulo independiente.</p>
	<p>Participación ciudadana y acceso a la información</p>	<p>Se debe incorporar un capítulo que especifique cómo las partes interesadas podrían realizar consultas a los diferentes actores del proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.) y cómo se efectúa y garantiza el proceso de participación ciudadana como así también de qué modo las observaciones y opiniones contribuyen al proceso de toma de decisiones.</p>
	<p>Estudio de riesgo</p>	<p>Debido a que el EsIA es un componente fundamental del procedimiento de EIA y de la audiencia pública en particular, es importante que se haga mención del riesgo de la radiación ionizante (tipo de radiación, dónde, cuándo, tiempo de exposición, dosis, etc.) para el personal que trabaja en los centros (médicos, enfermeras, personal de limpieza, administrativos y de formación, etc.),</p>

Aspecto	Criterio	Alcance
		<p>pacientes y acompañantes, vecinos que residen en las inmediaciones del establecimiento y el público en general. Asimismo, debe quedar claro cómo se mitiga y/o elimina ese riesgo (estas medidas podrían incluirse dentro del PGA o en un documento independiente).</p>
	<p>Plan de Gestión Ambiental (PGA)</p>	<p>El PGA debe incluir las acciones que permitan gestionar (prevenir, minimizar, evitar, compensar) aquellas actividades que generan impactos negativos significativos y cómo potenciar aquellas que generen impactos positivos.</p> <p>Asimismo, debe incluir una estimación de los costos asociados a su implementación -del PGA- como parte integral de los costos ambientales del proyecto. Por ejemplo: costos derivados de la implementación de medidas mitigadoras, correctivas, compensatorias, etc.</p> <p>Incluir cronograma de ejecución y responsabilidades.</p> <p>La estructura del PGA puede realizarse en programas (u otros documentos) que permitan definir cómo se abordará la gestión ambiental de la instalación en sus etapas de construcción, funcionamiento y desmantelamiento y cierre. En términos generales, los programas que lo pueden conformar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Programa de identificación de impactos ambientales (convencionales y radiológicos). ○ Programa de identificación y cumplimiento del marco normativo aplicable. ○ Programa de capacitación del personal en gestión ambiental. ○ Programa de comunicación interna y externa. ○ Programa de gestión de residuos (convencionales y radioactivos). ○ Programa de gestión de efluentes líquidos. ○ Programa de gestión de efluentes gaseosos y descargas radiactivas. ○ Programa de gestión de residuos radiactivos. ○ Programa de gestión de residuos patogénicos. ○ Programa de almacenamiento de sustancias peligrosas no radiactivas y radiactivas. ○ Programa de contingencias y emergencias convencionales y radiológicas. ○ Programa de prevención y control de riesgos. ○ Programa de seguridad e higiene.

Aspecto	Criterio	Alcance
		<ul style="list-style-type: none"> ○ Programa de protección radiológica del paciente. ○ Programa de monitoreo ambiental (convencional y radiológico). ○ Programa de protección radiológica del ocupacional y del público en general. ○ Programa de resguardo de información y registros de la gestión ambiental convencional y radiológica realizada. ○ Otros
	Conclusiones	Describir las conclusiones del EsIA en términos de compatibilidad de la propuesta de desarrollo con el ambiente.

Tabla 28. Lista de chequeo de verificación de lineamientos considerados.

Aspecto	Criterios	¿El criterio fue considerado?	
		Sí	No
Formal	Portada		
	Listado de responsables		
	Índice		
	Listado de abreviaturas		
	Glosario		
	Bibliografía		
	Anexos		
	Presentación		
Técnico	Resumen ejecutivo		
	Justificación		
	Descripción del proyecto		
	Descripción del ambiente (Línea de base ambiental)		
	Marco legal e institucional		
	Evaluación de impactos ambientales		
	Medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación		
	Evaluación ambiental de alternativas		
	Participación ciudadana y acceso a la información		
	Estudio de riesgo		
	Plan de Gestión Ambiental (PGA)		
	Conclusiones		

6. Bibliografía

Agencia Boliviana de Energía Nuclear (2022a). Gobierno inaugura el primer Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia en El Alto para fortalecer lucha contra el cáncer. <https://aben.gob.bo/index.php/noticias/notas,1497.html>

Agencia Boliviana de Energía Nuclear (2022b). Histórico: Centro de Medicina Nuclear opera en Santa Cruz para salvar vidas en el oriente del país. <https://www.abi.bo/index.php/noticias/sociedad/27554-historico-centro-de-medicina-nuclear-opera-en-santa-cruz-para-salvar-vidas-en-el-oriente-del-pais>

Abriata, G. (2022). *Ejes estratégicos para mejorar accesibilidad al continuo de cuidados de las ENT*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/04/webinar1-abriata.pdf>

Alvarado Chaparro, E. N. (2021). Análisis comparativo de estudios de impacto ambiental en proyectos de agua y saneamiento de los partidos del Gran Buenos Aires entre los años 2017 y 2019, en el marco de la legislación argentina y de las políticas del BID [tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. Repositorio Institucional. <http://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/3578>

Anderson, C., Ling, X., Schlyer, D. & Cutler, C. (2019). A Short History of Nuclear Medicine. In J. Lewis, A. Windhorst, & B. Zeglis (Eds.), *Radiopharmaceutical Chemistry* (pp. 11-26). Springer Nature. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-98947-](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-98947-1_2)

1_2

Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos. (1999). Principios de la mejor práctica para la evaluación de impacto ambiental. https://www.iaia.org/uploads/pdf/Principles%20of%20IA_span.pdf

Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos. (2009). ¿Qué es la evaluación de impactos? https://www.iaia.org/uploads/pdf/What%20is%20IA_spa.pdf

Autoridad Regulatoria Nuclear. (s.f.a). Trámites Autoridad Regulatoria Nuclear. Medicina Nuclear. <https://www.argentina.gob.ar/arn/tramites/medicina-nuclear>

Autoridad Regulatoria Nuclear. (s.f.b). Trámites Autoridad Regulatoria Nuclear. Radioterapia. <https://www.argentina.gob.ar/arn/tramites/radioterapia>

Autoridad Regulatoria Nuclear. (2022a). Informe anual 2021. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/08/ia_2021_b.pdf

Autoridad Regulatoria Nuclear. (2022b). Resultados del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental de la ARN Período 2021. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/arn_resultados_pmra_2021_4.pdf

Autoridad Regulatoria Nuclear. (2022c). *Compromisos internacionales*. <https://www.argentina.gob.ar/arn/institucional-arn/compromisos-internacionales>

Autoridad Regulatoria Nuclear. (2022d). Instalaciones Clase I e Instalaciones Clase II y III del Ciclo del Combustible Nuclear con Licencia de Operación vigente al 18/03/2022.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019/01/instalaciones_clase_i_y_ii-iii_del_ccn_con_lo_vigente_marzo-2022.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo. (2011). Pautas para la elaboración de estudios de caso. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Pautas-para-la-elaboración-de-estudios-de-caso.pdf>

Canter, L. W. (1998). *Manual de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. McGrawHill.

Chandra, R., Keane, F., Voncken, F. & Thomas, C. (2021). Contemporary radiotherapy: present and future. *Lancet*, 398(10295), 171-183. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00233-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00233-6)

Colombo, S., Guglielminotti, C. & Vera, M. (2017). El desarrollo nuclear de Argentina y el régimen de no proliferación. *Perfiles latinoamericanos*, 25(49), 1-21. <https://www.redalyc.org/journal/115/11549647006/html/>

Comisión Nacional de Energía Atómica. (s.f.). Centro Argentino de Protonterapia. Un proyecto en marcha. <https://www.argentina.gob.ar/cnea/centro-argentino-de-protonterapia/un-proyecto-en-marcha>

Conesa Fernández-Vitora, V. (2011). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Mundi-Prensa.

DiGregorio, D. E. (2021). Discovery of Radioactivity. In E. Greenspan (Ed.), *Encyclopedia of Nuclear Energy* (Vol. 1, pp. 9-18). Elsevier. <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12168-2>

Directory of Radiotherapy Centres (11 de noviembre de 2022). [Directorio de Centros de Radioterapia del OIEA]. International Atomic Energy Agency. <https://dirac.iaea.org/Query/Map2?mapId=0>

Elgazzar, A. & Alenezi, S. (2019). *A Concise Guide to Nuclear Medicine. 2nd Ed.* Springer.

Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Análisis crítico de la EIA.* Banco Interamericano de Desarrollo.

Fundación Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia austral. (s.f.). <https://cemnpa.org.ar/wp-content/uploads/2022/10/20220503-MSA-Centro-de-Medicina-Nuclear-10-scaled.jpg>

Fundación Centro Diagnóstico Nuclear. (s.f.). <https://www.fcdn.org.ar/historia/>

Furnari, J. C. (2020). *Aplicaciones de la Tecnología Nuclear* [webinar]. Argentina Mining. https://www.youtube.com/watch?v=vb3_e3QAIAI

García Moritán, M. (2018, 22 de octubre). Armas Nucleares [Presentación de conferencia]. 2018. Intervención del representante permanente de la República Argentina ante la Organización de las Naciones Unidas llevada a cabo en el debate estructura (primera comisión). <https://www.un.org/disarmament/wp-content/uploads/2018/11/statement-by-argentina-nw.pdf>

Goldsmith, S. (2020). Targeted Radionuclide Therapy: A Historical and Personal Review. *Seminars in Nuclear Medicine*, 50(1), 87-97. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2019.07.006>

Gómez Orea, D. & Gómez Villarino, M. T. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Mundi-Prensa.

Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud. (s.f.). <https://www.intecnus.org.ar/institucional/quienes-somos/>

Kazansky, Y. A. (2020). Introduction to nuclear power technology. In Khan, S. & Nakhabov A. (Eds.), *Nuclear Reactor Technology Development and Utilization* (0), 1-26. Woodhead Publishing Series in Energy. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818483-7.10000-9>

Lapi, S. & McConathy, J. (2021). Global access to medical imaging and nuclear medicine. *The Lancet Oncology*, 22(4), 425-426. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(21\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(21)00070-X)

Lara, A. (Ed.). (2018). *La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Herramienta fundamental del desarrollo sustentable*. (1ª ed., Vol. 1). Lugar Editorial.

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. & Balsley, J. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Circular 645. <https://doi.org/10.3133/cir645>

Mereb, J. F. (2020). *El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental en las provincias argentinas. Análisis comparativo del diseño institucional de la EIA* [tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. Repositorio Institucional. <http://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/3223>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación Argentina. Diagnóstico del estado de situación de la evaluación ambiental. (2020). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/12/diagnostico_evaluacion_ambiental_2020.pdf

Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Argentina y OIEA firmaron dos importantes acuerdos de cooperación. Información para la prensa N° 560/22. <https://www.cancilleria.gob.ar/es/actualidad/noticias/argentina-y-oiea-firmaron-dos-importantes-acuerdos-de-cooperacion>

Murray, R. & Holbert, K. (Eds.). (2020). *Nuclear Energy: An Introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes*. (Eighth ed.). United Kingdom: Butterworth-Heinemann.

Nuclear Medicine Data Base (s.f.). [Base de Datos de Medicina Nuclear del OIEA]. International Atomic Energy Agency. <https://nucmedicine.iaea.org/country>

Orellana, P., Mut, F., Estrada, E., Lette, M., Pellet, O., Morozova, O. & Paez, D. (2021). Status of Nuclear Medicine in Latin America And the Caribbean: IAEA Analysis of Development in the Past 6 years. *Journal of Nuclear Medicine*, 62(6), 23-29. <https://jnm.snmjournals.org/content/jnumed/62/6/23N.2.full.pdf>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (s.f.). Tecnología y aplicaciones nucleares. <https://www.iaea.org/es/temas/salud>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2021). *The Use of Nuclear Power Beyond Generating Electricity: Non-Electric Applications* (18 de octubre de 2021). [El uso de la energía nuclear más allá de la generación de electricidad: aplicaciones no eléctricas]. <https://www.iaea.org/newscenter/news/the-use-of-nuclear-power-beyond-generating-electricity-non-electric-applications>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2022a). *Nuclear Law The Global Debate*. [Derecho nuclear. El debate nuclear]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-6265-495-2.pdf>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2022b). *Rayos de esperanza. Tratamiento para todos.*

https://www.iaea.org/sites/default/files/22/04/raysofhope_brochure_spanish.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Día Internacional contra los Ensayos Nucleares.* <https://www.un.org/es/observances/end-nuclear-tests-day>

Organización de las Naciones Unidas (2015). *Resolución A/RES/70/1 Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”, 25 de noviembre de 2015. [edición electrónica]. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Organización de las Naciones Unidas (2021). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2021.* https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Spanish.pdf

Organización Mundial de la Salud (16 de septiembre de 2022a). *Enfermedades no transmisibles.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

Organización Mundial de la Salud. (2022b). *Noncommunicable Diseases. Progress Monitor 2022.* [Monitoreo de los avances en relación con las enfermedades no transmisibles 2022].

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353048/9789240047761-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Panamericana de la Salud (2021). *La carga de morbilidad de las enfermedades no transmisibles en Región de las Américas, 2000-2019*. <https://www.paho.org/en/enlace/disease-burden-noncommunicable-diseases>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2007). *La Evaluación Ambiental Estratégica. Una guía de buenas prácticas en la cooperación para el desarrollo*.

<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/OCDE%20CAD%20una%20Guia%20de%20EAE%20esp.pdf>

Páez, D., Giammarile, F., & Orellana, P. (2020). Nuclear Medicine: a global perspective. *Clinical and Translational Imaging*, 8(2), 51-53. <https://doi.org/10.1007/s40336-020-00359-z>

Particle Therapy Co-Operative Group [PTCOG]. (2022). *Particle Therapy Centers*. <https://www.ptcog.ch/index.php/facilities-under-construction>

Resolución N° 831 de 2015 [Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios]. Apruebase el documento estratégico del Plan Nacional de Medicina Nuclear “Nucleovida”. 4 de diciembre de 2015.

Rosen, M. A. (2021). Nuclear Energy: Non-Electric Applications. *European Journal of Sustainable Development Research*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/9305>

Rosenblatt E. & E. Zubizarreta (Eds.). (2017). *Radiotherapy in Cancer Care: Facing the Global Challenge*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1638_web.pdf

Sampieri, R. H., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. (6ta ed., 1-634). McGraw Hill.

Santa Cruz, G. (2022a). Aplicaciones nucleares a la salud. [presentación de diapositivas no publicada]. Comisión Nacional de Energía Atómica. Gerencia de Área de Medicina Nuclear y Radioterapia. Comisión Nacional de Energía Atómica. Argentina.

Santa Cruz, G. (2022b). Neutrones y protones contra el cáncer [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JB21OO5idIY>

Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina. (2019). Guía para la elaboración de estudios de impacto Ambiental. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_elaboracion_eia-2.pdf

Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. (s.f.). *About Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. <http://www.snmni.org/Patients/About/content.aspx?ItemNumber=13294&navItemNumber=13295>

Stockholm International Peace Research Institute. (2021). *SIPRI Yearbook 2021*.
https://www.sipri.org/sites/default/files/2021-09/yb21_summary_esp.pdf

Udalova, A. A. (2020). Nonpower applications of nuclear technology. In Khan, S. & Nakhabov A. (Eds.), *Nuclear Reactor Technology Development and Utilization* (10), 319-341. Woodhead Publishing Series in Energy. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818483-7.00010-X>

Watkins, D., Msemburi, W., Pickersgill, S., Kawakatsu Y., Gheorghe, A., Dain, K., Johansson, K., Said, A., Renshaw, N., Tolla, M., Twea, P., Varghese, C., Chalkidou, K., Ezzati, M. & Norheim, O. (2022). NCD Countdown 2030: efficient pathways and strategic investments to accelerate progress towards the Sustainable Development Goal target 3.4 in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 399, 1266-1278.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02347-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02347-3)

7. Anexos

7.1. Anexo 1. Licencias de operación, permisos individuales y registros vigentes para instalaciones clase II y III otorgados por la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Medicina Nuclear			
Acto administrativo	Nombre	Alcance	Observaciones
Licencia de operación	Uso de fuentes no selladas en instalaciones de medicina nuclear	Autoriza a operar una instalación de medicina nuclear utilizando fuentes radiactivas no selladas con fines de diagnóstico o tratamiento para diversos propósitos: i) uso de fuentes radiactivas no selladas en estudios diagnósticos; ii) uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones PET para diagnóstico en seres humanos; iii) uso de fuentes radiactivas no selladas en tratamiento de hipertiroidismo y/o carcinoma de tiroides; iv) Uso de fuentes radiactivas no selladas en instituciones de medicina nuclear, soluciones, moléculas marcadas, coloides en terapia y microesferas.	Vigencia: 5 años Renovación/modificación. Requiere pago anual de tasa de licenciamiento.
Registro de operación	Operar un laboratorio de radioinmunoanálisis (RIA) utilizando trazadores radiactivos	Permite operar la instalación destinada a este propósito (RIA) de acuerdo con las condiciones establecidas en el registro de operación, normas y cualquier otro requerimiento de la ARN.	Vigencia: 5 años Renovación/modificación. Requiere pago anual de tasa regulatoria
Permisos individuales	Uso de fuentes radiactivas no selladas en estudios diagnósticos.	Autoriza para hacer uso de materiales radiactivos o radiaciones ionizantes en instalaciones que cuenten con la respectiva autorización por parte de ARN para igual propósito de uso. El permiso individual en sí no es condición suficiente.	Vigencia: 5 años Renovación/modificación. Requiere pago anual de tasa regulatoria
	Uso de fuentes radiactivas no selladas para tratamiento de hipertiroidismo y carcinoma de tiroides.		
	Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear, soluciones,		

	moléculas marcadas, coloides en terapia (Sr-89, Sm-153, Y-90, P-32).		
	Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear, soluciones, moléculas marcadas, coloides en terapia (radio-223).		
	Uso de trazadores radiactivos “in vitro” relacionado con el diagnóstico en seres humanos y para investigación y docencia.		
	Uso de fuentes radiactivas no selladas en instituciones de medicina nuclear – microesferas en terapia.		
Radioterapia			
Acto administrativo	Nombre	Alcance	Observaciones
Licencia de operación	Uso de fuentes selladas en braquiterapia en aplicaciones médicas	Autoriza a operar en una instalación destinada a braquiterapia, utilizando fuentes radiactivas selladas en seres humanos con fines de tratamiento.	Vigencia: 5 años Renovación/modificación. Requiere pago anual de tasa de licenciamiento.
	Uso de equipos de telecobaltoterapia o aceleradores lineales en aplicaciones médicas	Autoriza a operar una instalación de teleterapia destinada al uso de equipos de telecobaltoterapia o de equipos aceleradores lineales de electrones en modo fotones o electrones.	Vigencia: 5 años Renovación/modificación. Requiere pago anual de tasa de licenciamiento.
Permisos individuales	Uso de equipos de alta energía o acelerador lineal de uso médico	Uso de equipos de alta energía o acelerador lineal de uso médico.	Vigencia: 5 años Renovación. Modificación: no aplica. Requiere pago anual de tasa regulatoria
	Uso de equipos de telecobaltoterapia en seres humanos	Uso de equipos de telecobaltoterapia en seres humanos.	
	Uso de fuentes selladas en braquiterapia en seres humanos	Uso de fuentes selladas en braquiterapia en seres humanos.	
	Especialista en física de la radioterapia	Especialista en física de la radioterapia.	

	Técnico en física de la radioterapia	Permite trabajar en una instalación que cuente con licencia de operación vigente, otorgada por ARN para el mismo propósito de uso de las radiaciones ionizantes.	
	Uso de fuentes selladas para irradiación de sangre	Uso de fuentes selladas para irradiación de sangre.	
	Uso de equipos aceleradores lineales para radiocirugía	Uso de equipos aceleradores lineales para radiocirugía.	

7.2. Anexo 2. Régimen de no proliferación de armas nucleares y usos pacíficos

Instrumentos internacionales			
Instrumento jurídico	Alcance	Año de firma y entrada en vigor	Norma nacional de aprobación
Tratado Antártico	Prohíbe toda explosión nuclear y eliminación de desechos radiactivos en la Antártida.	Abierto a la firma: 1959 Entrada en vigor: 1961	Ley Nacional N° 15.802 (Boletín Oficial [B.O.]: 15/05/1961)
Tratado sobre Proscripción de Ensayos con Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y en Aguas Submarinas	Compromete a los Estados Parte a prohibir, evitar y no llevar a cabo ninguna explosión de ensayo con armas nucleares o cualquier otra explosión nuclear, en ningún lugar que esté bajo su jurisdicción, tanto en la atmósfera, más allá de sus límites y el espacio exterior; en las aguas submarinas, aguas territoriales o alta mar; o en cualquier otro ambiente, si esa explosión ocasionara presencia de desechos radioactivos fuera de los límites territoriales del Estado bajo cuya jurisdicción se lleve a cabo esa explosión.	Abierto a la firma: 1963 Entrada en vigor: 1963	Ley Nacional N° 23.340 (B.O.: 25/02/1987)
Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares	Aplica a daños nucleares derivados de incidentes nucleares que ocurren en instalaciones nucleares o durante el transporte del material nuclear a esas instalaciones o desde ellas. No aplica a instalaciones y sustancias radiactivas que no entrañan el riesgo de causar daños nucleares a gran escala (radioisótopos en etapa final de fabricación para uso científico, médico, agrícola, industrial). En 1997 se aprobó el Protocolo de Enmienda que amplía aumenta el importe de la responsabilidad del explotador de una instalación nuclear y garantiza una indemnización suficiente y equitativa.	Abierta a la firma: 1963 Entrada en vigor: 1977	Ley Nacional N° 17.048 (B.O.: 16/12/1966)
Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP)	Obliga a los Estados Parte no poseedores de armas nucleares a no fabricar o adquirir armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos y a someterse a los controles sobre materiales nucleares que ejerce el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Asimismo, compromete a los Estados Parte poseedores de armas nucleares a no ayudar, alentar o inducir a ningún Estado Parte no poseedor de tales armas y dispositivos. El Tratado señala que son poseedores de armas nucleares aquellos Estados que hayan fabricado y hecho explotar un arma nuclear u otro dispositivo nuclear explosivo antes del 1 de enero de 1967.	Abierto a la firma: 1968 Entrada en vigor: 1970	Ley Nacional N° 24.448 (B.O.: 20/01/1995)

	Actualmente nueve países poseen armas nucleares: EUA, Rusia, Reino Unido, Francia, China, India, Pakistán, Israel y Corea del Norte (Stockholm International Peace Research Institute [SIPRI], 2021).		
Tratado sobre Prohibición de emplazar armas nucleares y otras armas de destrucción en masa en los fondos marinos y oceánicos y subsuelo	Compromete a los Estados Parte a no instalar ni emplazar en los fondos marinos y oceánicos y subsuelo, armas nucleares y otras armas de destrucción en masa, así como también estructuras, instalaciones de lanzamiento u otras destinadas a almacenar, ensayar o utilizar dichas armas.	Abierto a la firma: 1971 Entrada en vigor: 1972	Ley Nacional N° 22.507 (B.O.: 13/10/1981)
Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares	Establece medidas de protección física que deben aplicarse a los materiales nucleares utilizados con fines pacíficos cuando sean objeto de transporte internacional. También aplica cuando dichos materiales sean objeto de utilización, almacenamiento y transporte nacionales.	Abierta a la firma: 1980 Entrada en vigor: 1987	Ley Nacional N° 23.620 (B.O.: 02/11/1988)
Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares	Prevé un mecanismo de rápido intercambio de información para reducir al mínimo las consecuencias radiológicas transfronterizas en caso de accidentes nucleares.	Abierta a la firma: 1986 Entrada en vigor: 1986	Ley Nacional N° 23.731 (B.O.: 13/10/1989)
Convención sobre la Asistencia en Caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica	Fortalece la respuesta internacional en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, incluidos actos terroristas u otros actos dolosos. Para ello, prevé un mecanismo de asistencia mutua a fin de reducir al mínimo las consecuencias de tales accidentes o emergencias y de proteger la vida, los bienes y el ambiente de los efectos de las liberaciones radiactivas.	Abierta a la firma: 1986 Entrada en vigor: 1987	Ley Nacional N° 23.731 (B.O.: 13/10/1989)
Convención sobre Seguridad Nuclear (CSN)	Tiene como fin conseguir y mantener un alto grado de seguridad nuclear en todo el mundo a través de la mejora de medidas nacionales y de la cooperación internacional; establecer y mantener defensas eficaces en las instalaciones nucleares contra los potenciales riesgos radiológicos a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante emitida por dichas instalaciones; y prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar estas en caso de que se produjesen.	Abierto a la firma: 1994 Entrada en vigor: 1996	Ley Nacional N° 24.776 (B.O.: 11/04/1997)
Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares	En particular, compromete a no realizar, causar, ni alentar cualquier explosión de ensayo de armas nucleares o cualquier otra explosión nuclear y a prohibir y prevenir cualquier explosión nuclear de	Abierto a la firma: 1996 Sin entrada en vigor hasta la ratificación de todos los países	Ley Nacional N° 25.022 (B.O.: 28/10/1998)

	esta índole en cualquier lugar sometido a su jurisdicción o control.	del Anexo 2 (faltan ratificar: EUA, China, India, Israel, Irán, Corea del Norte, Egipto y Pakistán).	
Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos	<p>Compromete a alcanzar y mantener un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos mediante la mejora de medidas nacionales y de la cooperación internacional.</p> <p>Busca asegurar que, en todas las etapas de la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos, haya medidas eficaces contra los riesgos radiológicos potenciales, a fin de proteger a las personas, la sociedad y al ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante tanto en el presente como en el futuro.</p> <p>Obliga a prevenir y mitigar los accidentes con consecuencias radiológicas en caso de que se produjesen durante de la gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos.</p>	<p>Abierta a la firma: 1997</p> <p>Entrada en vigor: 2001</p>	<p>Ley Nacional N° 25.279 (B.O.: 04/08/2000)</p>
Enmienda a la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares	<p>Amplía el alcance de la Convención original al incluir, además de los materiales nucleares en transporte internacional, a las instalaciones nucleares, materiales nucleares, almacenados y transportados con fines pacíficos. Prevé una mayor cooperación entre los Estados para localizar y recuperar materiales nucleares robados o de contrabando, y mitigar cualquier consecuencia radiológica del sabotaje y delitos conexos.</p>	<p>Aprobada: 2005</p> <p>Entrada en vigor: 2016</p>	<p>Ley Nacional N° 26.640 (B.O.: 17/11/2010)</p>
Convención Internacional para la Represión de los Actos de Terrorismo Nuclear	<p>Promueve acciones para la represión de los actos de terrorismo nuclear y especifica qué tipos de actos son considerados delitos en virtud de la Convención. Entre ellos: poseer material radiactivo en forma ilícita, fabricar o poseer dispositivos para causar muerte, lesiones corporales graves, daños a bienes y al ambiente; utilizar o dañar una instalación nuclear en forma tal que provoque la emisión de material radiactivo con el fin de causar muerte, daños a bienes y al ambiente, obligar a una persona física o jurídica, una organización internacional o un Estado a realizar o abstener de realizar algún acto, etc.</p>	<p>Abierta a la firma: 2005</p> <p>Entrada en vigor: 2007</p>	<p>Ley Nacional N° 26.024 (B.O.: 19/04/2005)</p>
Tratado de Prohibición de Armas Nucleares	<p>Compromete a no desarrollar, ensayar, producir, adquirir, poseer, almacenar, transferir, amenazar, usar, controlar armas</p>	<p>Abierto a la firma: 2017</p>	<p>Argentina no firmó el Tratado. Considera</p>

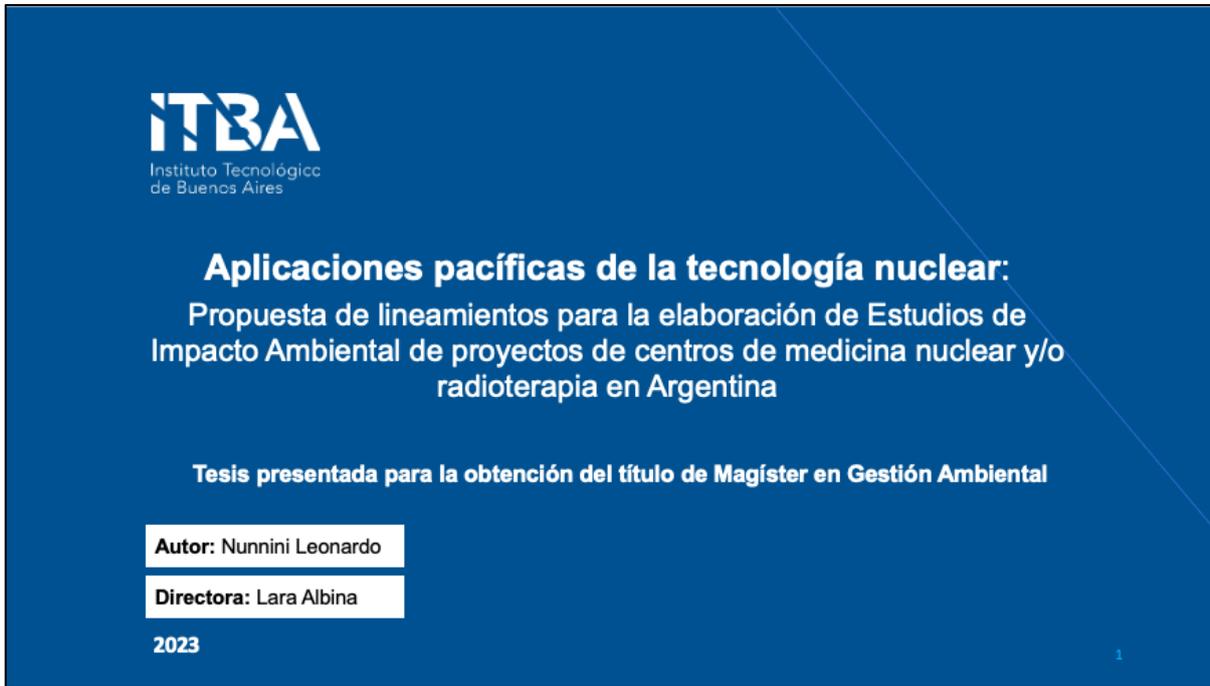
	nucleares u otros dispositivos explosivos nucleares. Obliga a presentar una declaración respecto de si los Estados Parte poseían o controlaban armas o dispositivos nucleares previo a la entrada en vigor del Tratado, como así también, si poseen o controlan tales armas o dispositivos. Asimismo, cada Estado Parte que posea o controle armas nucleares u otros dispositivos explosivos nucleares debe ponerlos fuera de estado operativo y destruirlos lo antes posible mediante un plan jurídicamente vinculante con plazos concretos para la eliminación verificada e irreversible.	Entrada en vigor: 2021	que el TNP constituye la piedra angular del régimen de desarme, no proliferación nuclear y usos pacíficos de la energía nuclear (García Moritán, 2018).
Instrumentos regionales			
Instrumento jurídico	Alcance	Año de firma y entrada en vigor	Norma nacional de aprobación
Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina y el Caribe (Tratado de Tlateloco)	Compromete a utilizar exclusivamente con fines pacíficos el material y las instalaciones nucleares sometidos a su jurisdicción, y a prohibir e impedir en sus territorios el ensayo, uso, fabricación, producción, adquisición, almacenamiento, instalación, emplazamiento o cualquier forma de posesión de toda arma nuclear.	Abierto a la firma: 1967 La entrada en vigor se sujeta al cumplimiento individual de requisitos establecidos a los Estados Parte.	Ley Nacional N° 24.272 (B.O.: 14/12/1993)
Instrumentos binacionales			
Instrumento jurídico	Alcance	Año de firma y entrada en vigor	Norma nacional de aprobación
Acuerdo para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear entre Argentina y el Brasil	Las Partes se comprometen a utilizar exclusivamente con fines pacíficos el material y las instalaciones nucleares sometidos a su jurisdicción o control. En consecuencia, se comprometen a prohibir e impedir en sus respectivos territorios, y a abstenerse de realizar, fomentar, autorizar o de participar en el ensayo, uso, fabricación, producción, adquisición, almacenamiento, instalación, emplazamiento de cualquier arma nuclear. Establece el Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (SCCC), cuyo propósito es verificar que ningún material utilizado en las distintas actividades nucleares de ambos países se desvíe para su empleo en armas nucleares. El SCCC es administrado y aplicado por la ABACC.	Firmado en 1991 Entrada en vigor: 1991	Ley Nacional N° 24.046 (B.O.: 24/12/1991)

7.3. Anexo 3. Modelo de lista de revisión para el análisis crítico de la información contenida en los estudios técnicos de proyectos de CMNyR.

Nombre del proyecto				
Organismo promotor				
Localización del proyecto				
Responsable del Estudio técnico				
Fecha de elaboración del ET				
Revisión técnica-administrativa				
Nº	Criterios de evaluación	Detalle	C	Fundamento
1	Términos de referencia del ET	Verificar si el documento cumple con los términos de referencias provistos por el marco normativo en materia de EIA aplicable.		
2	Consulta pública y acceso a la información	Verificar si el EsIA contiene información sobre cómo las partes interesadas podrían consultar a los diferentes actores que intervienen en el proyecto (promotor, consultores de EIA, autoridades de aplicación, etc.). Verificar si se realiza una breve descripción sobre cómo es el proceso de participación ciudadana en la jurisdicción correspondiente.		
3	Lista de responsables y características del equipo	Verificar si se especifica el tipo de intervención y responsabilidad de cada profesional y/o técnico que forma parte del equipo. Verificar si el equipo que intervino en la elaboración del ET es interdisciplinario.		
4	Justificación del proyecto	Verificar si la descripción da cuenta sobre la necesidad de llevar a cabo el proyecto y sobre cómo se inserta este en el territorio considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.		
5	Descripción del proyecto	Verificar si la descripción del proyecto incluye a las etapas de construcción, operación y, cierre y desmantelamiento (ciclo de vida). Determinar si para cada etapa se describe con suficiencia en términos de la ingeniería y tecnología a utilizar, provisión de agua y energía, materiales e insumos, equipos, maquinarias y vehículos, dotación de personal, generación de residuos (sólidos asimilables a urbanos, peligrosos, patogénicos, radioactivos), efluentes y emisiones convencionales y descargas radiactivas. Cronograma tentativo de inicio y finalización de obra e inicio de operación. Determinar si se incluye resumen de memoria de cálculo radiológica.		
6	Marco legal e institucional	Descripción del marco normativo legal e institucional en materia de gestión ambiental convencional y aspectos radiológicos en distintos niveles jurisdiccionales según corresponda. Verificar si el ET incluye una breve descripción o listado de permisos, autorizaciones y/o licencias necesarias en materia de gestión ambiental y radiológica.		
7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	Descripción detallada del área de emplazamiento en términos de subsistemas abiótico, biótico y socioeconómico y cultural ajustados a las características del proyecto. Verificar si la descripción incluye datos obtenidos a partir de estudios de campo.		
8	Evaluación de impactos ambientales	Descripción y análisis de los siguientes elementos para cada etapa del proyecto: identificación, descripción, valoración y jerarquización de los potenciales impactos ambientales significativos que podría generar la ejecución del proyecto. Descripción de la metodología utilizada (matrices, diagramas de red, sistemas de información		

		geográfica, modelaciones, etc.). Análisis del grado de congruencia de la identificación y valoración de impactos.		
9	Medidas de mitigación	Verificar si se definen medidas de mitigación para los impactos ambientales significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto, a fin de prevenir, atenuar, corregir y compensar dichos impactos.		
10	Plan de gestión ambiental (PGA)	Incluye un detalle de las acciones de gestión ambiental que deberán implementarse en cada una de las etapas del proyecto. Dichas acciones se corresponden con las medidas de mitigación previamente establecidas. En términos generales el PGA debe incluir en su diseño: i) responsabilidades institucionales relativas a la implementación de las acciones, cronograma y presupuesto asignado; ii) identificación, seguimiento y cumplimiento del marco normativo ambiental y radiológico; iii) capacitación ambiental; iv) comunicación ambiental interna y externa; v) gestión de residuos convencionales y radiactivos; vi) gestión de emisiones y efluentes convencionales y radiactivos, vii) monitoreo ambiental convencional y radiológico, viii) contingencias y emergencias, ix) auditoría ambiental interna de seguimiento del PGA.		
11	Evaluación ambiental de alternativas	Verificar si el ET contiene un análisis y selección de alternativas tanto del proyecto (diseño de tecnología, de procesos, etc.) como de su localización desde la perspectiva ambiental. Determinar si, para ambos casos, se considera la alternativa de no ejecución ("no acción"). La evaluación debe documentar las razones por las cuales se rechazaron otras opciones y se optó por la más conveniente en términos ambientales sobre la base de una ponderación que considera aspectos técnicos, políticos, económicos, ambientales y radiológicos.		
Revisión general				
12	Presentación	Verificar si el ET utiliza un formato apropiado y consistente para el texto, incorpora figuras, tablas, fotografías, etc. para facilitar la comprensión de la descripción, y si no presenta errores ortográficos, gramaticales y de puntuación.		
13	Fuentes y técnicas de recolección de información	Verificar si el ET identifica las fuentes de información, utiliza datos actualizados, fuentes diversas, datos recolectados en campo y fundamenta la inclusión de no oficiales.		
14	Comprensibilidad	Verificar si el ET, en su conjunto, es claro y comprensible para el público en general, no hace un uso excesivo de terminología técnica sin aclaraciones previas y no presenta contradicciones.		
15	Imparcialidad e Interpretación de los resultados	Verificar si el ET realiza una interpretación objetiva e imparcial de los resultados obtenidos, un análisis profundo y justifica los resultados en términos de la identificación y valoración de impactos ambientales del proyecto. Determinar si se realiza un análisis pormenorizado de las cuestiones clave y/o conflictivas con respecto al proyecto o medio donde se emplaza.		

7.4. Anexo 4. Presentación de defensa de Tesis



ITBA
Instituto Tecnológico
de Buenos Aires

Aplicaciones pacíficas de la tecnología nuclear:
Propuesta de lineamientos para la elaboración de Estudios de
Impacto Ambiental de proyectos de centros de medicina nuclear y/o
radioterapia en Argentina

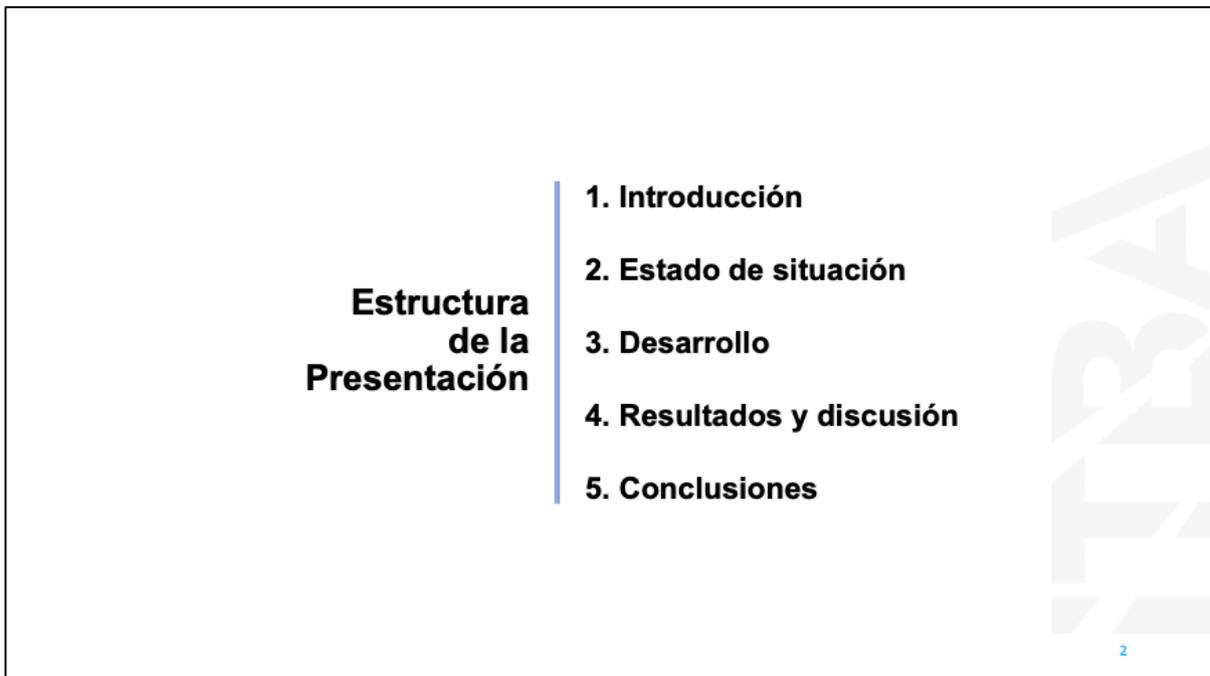
Tesis presentada para la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental

Autor: Nunnini Leonardo

Directora: Lara Albina

2023

1



**Estructura
de la
Presentación**

1. Introducción
2. Estado de situación
3. Desarrollo
4. Resultados y discusión
5. Conclusiones

2

Introducción

Enfermedades no transmisibles (ENT)



- ❖ **Importancia**
- ❖ **Principales ENT**
- ❖ **Impacto**
- ❖ **Carga**
- ❖ **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**
- ❖ **Tecnología nuclear**
 - **Prevención, diagnóstico, tratamiento y control (contribución ODS 3; Meta 3.4.).**
 - **Argentina tiene trayectoria en el uso pacífico de la energía nuclear.**
 - **Centros de medicina nuclear y radioterapia (gestión pública y privada)**



3

Las actividades de **construcción, operación, y cierre y desmantelamiento** de CMNyR **interactúan** con los **componentes ambientales** del territorio en el que este se emplaza y, como consecuencia, **se originan impactos ambientales positivos y negativos**.



EIA: proceso de identificación, predicción, evaluación y mitigación de los efectos de las propuestas de desarrollo en forma previa a la toma de decisiones y realización de compromisos” (AIEI, 2009).

4

Objetivos

Objetivos generales

- **Proponer lineamientos** para elaborar EsiAs de proyectos de CMNyR.
- **Proponer recomendaciones** a profesionales que coordinan y realizan EsiAs y a autoridades de aplicación ambientales (o no) que intervengan en procesos de toma de decisiones.

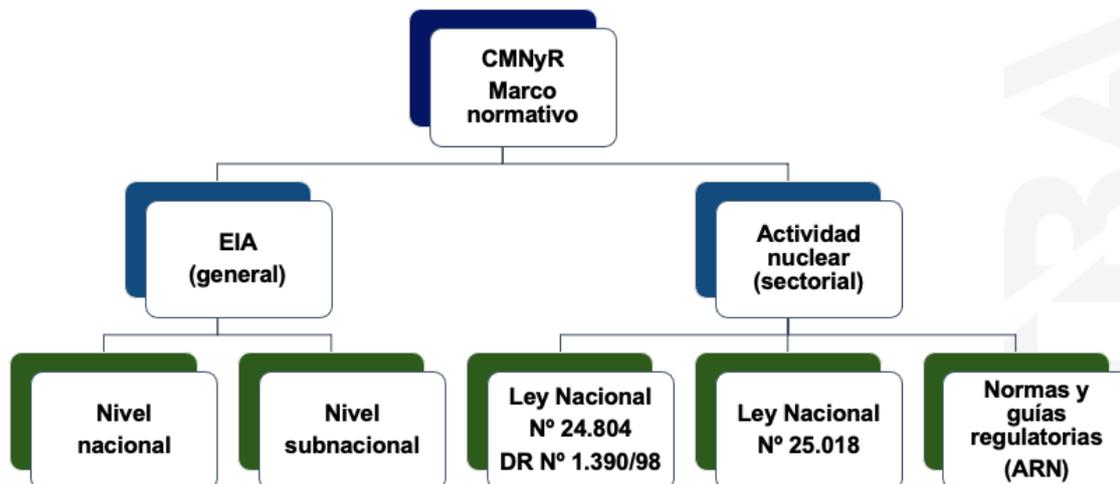
Objetivos específicos

- **Reseñar** los usos pacíficos de la tecnología nuclear y el rol de la medicina nuclear y radioterapia en la prevención y control de ENT.
- **Realizar un análisis comparativo de EsiAs** de proyectos de CMNyR de Argentina para identificar aspectos comunes, diferencias y oportunidades de mejora.

5

Estado de situación

Desde la perspectiva de la evaluación de impactos ambientales



6

Marco regulatorio de EIA

- **Nivel nacional:** Ley General del Ambiente N° 25.675 (artículos 8, 11, 12 y 13).
- **Nivel subnacional:** leyes generales, específicas, ordenanzas.
- **Implementación de la EIA:** procedimiento técnico administrativo

Proceso de EIA: etapas

1. Aviso de proyecto
2. Categorización del proyecto (*screening*)
3. Definición del alcance (*scoping*)
4. **Realización del estudio técnico (EsIA)**
5. Revisión del estudio técnico
6. Participación ciudadana
7. Toma de decisiones. Licencia ambiental
8. Seguimiento, control y fiscalización

Proceso de EIA: actores

1. Promotor del proyecto
2. Autoridades de aplicación
3. Comunidad afectada
4. Sector público y/o privado

7

Marco regulatorio nuclear



Ley Nacional N° 24.804 "Actividad Nuclear"

1. **Regulación y fiscalización** (nacional)
2. **Proceso de licenciamiento** (instalaciones, personas)
3. **EIA:** impacto ambiental radiológico.
4. **Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental:** alrededores de las instalaciones reguladas (propio y de ARN). Guía AR 14 Rev. 0.
5. **Control regulatorio:** a 1282 instalaciones (inspecciones, auditorías, etc.).
6. **Normas y guías regulatorias (AR 10.1.1. Rev. 4: clase I, II, III)**

Ley Nacional N° 25.018 "Gestión de residuos radiactivos"

1. **Estado Nacional:** responsable de la gestión (residuos de ámbito público y privado).
2. **Programa Nacional de Gestión Residuos Radiactivos (PNGRR).**
3. **Autoridad de aplicación:** CNEA
4. **EIA** (mención explícita): procedimientos de EIA de jurisdicción subnacional con acuerdo de ARN.
 - i) minería del uranio.
 - ii) instalaciones de disposición de RR.

8

Lineamientos existentes...

En materia de EIA

Publicaciones
Manuales
Guías

En materia radiológica

Guías y manuales internacionales
Normas y guías regulatorias nacionales

- **Coexisten diversos recursos (referencia general).**
- **No se dispone de lineamientos** para EslA de proyectos de CMNyR (contenidos mínimos, aspectos convencionales y radiológicos integrados).

9

Desarrollo

1. Reseña. Usos pacíficos de la tecnología nuclear

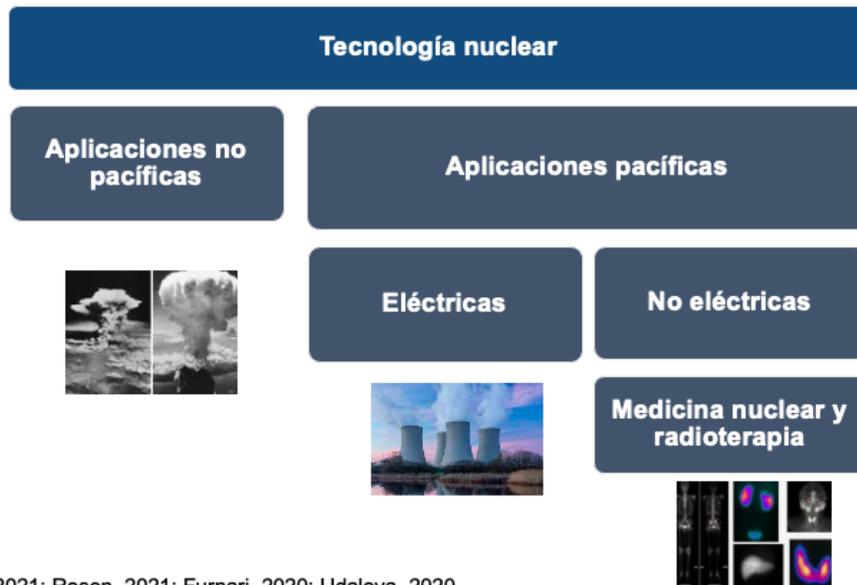


- **Origen:** XIX - XX (Anderson, Ling, Schlver & Cutler, 2019; DiGregorio, 2021)
- **Controversias:** bombas atómicas, accidentes nucleares, residuos radiactivos (Murray & Holbert, 2020; ONU, s.f.)
- **Régimen de no proliferación de armas nucleares** (ARN, 2022; Colombo, Guglielminotti & Vera, 2017; OIEA, 2022). **Instrumentos jurídicos.**
- **Desarrollo y transferencia de tecnología nuclear en un marco de uso pacífico**

- ❖ Tratado Antártico (1961)
- ❖ Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (1970)
- ❖ Tratado de prohibición completa de los ensayos nucleares (sin entrada en vigor)
- ❖ Convención sobre seguridad nuclear (1996)
- ❖ Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y desechos radiactivos (2001)
- ❖ Tratado de prohibición de armas nucleares (2021)

10

Aplicaciones de la tecnología nuclear



Fuente: OIEA, 2021; Rosen, 2021; Furnari, 2020; Udalova, 2020.

11

Configuración hipotética de servicios ofrecidos por un CMNyR



12

Algunos datos de capacidad instalada

- **Centros MN:** 304*; 19** (global: 1426)
- **Centros RT:** 169*; 86*** (global: 7704)
- **SPECT/millón de hab.:** 4,36/5,40 (global: s.d.; EUA: 45,3)
- **PET/millón de hab.:** 0,9 (global: s.d.; EUA: 7,3)
- **Equipos de RT/millón de hab.:** 2,92 (s.d.; EUA: 11,7)
- **Nº de equipos de iones livianos:** 1 construcción (global: 120; EUA: 43)



Recomendaciones internacionales:

1. SPECT/millón de hab. 4 y 10.
2. PET/millón de hab. Inicial: 1; óptimo 2 a 2,5
3. Teleterapia: 6 equipos/mil. de hab.

*ARN; **NUMDAB; ***DIRAC

Fuente: DIRAC, 2022; NUMDAB, s.f.; PNMN, 2015; PTCOG, 2022; Santa Cruz, 2022a.

2. Análisis comparativo de EslAs de Proyectos de CMNyR

Metodología

❖ Estudio de casos.

- Diseño: Basado en BID (2011) y Sampieri, Fernández y Baptista (2014).

❖ Casos: Proyectos de CMNyR sometido a EIA y licenciamiento nuclear.

- Referencia: Plan Nacional de Medicina Nuclear (Resol. N° 831/15).

- **Etapa 1.** Definición del N° de casos y selección de la unidad de análisis.
- **Etapa 2.** Estudio de cada caso (metodología específica)
- **Etapa 3.** Análisis de resultados (intracaso)
- **Etapa 4.** Análisis comparativo (intercaso): patrones, tendencias, aspectos comunes, diferencias.
- **Etapa 5.** Elaboración de conclusiones

14

Definición del N° de casos.



Ubicación geográfica de CMNyR en Argentina.

15

Casos de estudio:

1. **Universo de casos relevados:** 19
2. **Unidad de análisis (UA):** estudio técnico (proceso de EIA)
3. **Número de UA disponibles:** 4 ----> 4 casos de estudio. Limitante
4. **Tipo de unidad de análisis:** EslA, IFA, EslA, AAI
5. **Licenciamiento ARN:** Sí

N°	Nombre de instalación	Ubicación
1	Centro Argentino de Protonterapia	CABA
2	Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud	Río Negro
3	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral	Santa Cruz
4	Fundación Centro Diagnóstico Nuclear	CABA

16

Etapa 2. Estudio de cada caso (metodología específica)

1. Descripción general del proyecto y reconstrucción del proceso de EIA y del licenciamiento ante ARN.

Fuentes de información (estudio técnico, marco normativo, páginas oficiales de AA/organismos oficiales involucrados, consultas a especialistas).

2. Revisión objetiva de cada UA (estudio técnico)

Lista de revisión -adaptada de Lara (2018) y Alvarado Chaparro (2021)-. Estudio técnico.

Dos bloques:

- Datos generales
- Criterios de evaluación (15)
- Nivel de desarrollo alcanzado (ND_{ET}): $ND_{ET} = \sum PP_C$
Donde $PP_C = PR_C * C$

PP_C : Puntaje ponderado del criterio de evaluación
 PR_C es el peso relativo asignado

17

PR_C de los criterios de evaluación

Tipo de revisión	N°	Criterios de evaluación	Peso relativo (PR_C)
Técnica-administrativa	1	Términos de referencia del ET	0,03
	2	Consulta pública y acceso a la información	0,06
	3	Lista de responsables y características del equipo	0,03
	4	Justificación del proyecto	0,02
	5	Descripción del proyecto	0,12
	6	Marco legal e institucional	0,05
	7	Descripción del ambiente (línea de base ambiental)	0,12
	8	Evaluación de impactos ambientales	0,12
	9	Medidas de mitigación	0,07
	10	Plan de gestión ambiental (PGA)	0,15
	11	Evaluación ambiental de alternativas	0,06
General	12	Presentación	0,03
	13	Fuentes y técnicas de recolección de información	0,05
	14	Comprendibilidad	0,04
	15	Imparcialidad e interpretación de los resultados	0,05
Total			1

Valoración de criterios (C)

Desarrollo del criterio	Detalle	Calificación (C)
Óptimo	El criterio de evaluación fue desarrollado de forma completa y analizado con un elevado nivel de profundidad. No requiere información adicional, complementaria o aclaratoria.	5
Muy bueno	El criterio fue desarrollado de forma adecuada y analizado con un <u>medio</u> nivel de profundidad. Presenta pequeñas omisiones menores de tipo no estructural que podrían no atenderse.	4
Bueno	El criterio fue desarrollado de forma aceptable. Sin embargo, presenta omisiones que si requieren atenderse con la incorporación de información adicional, complementaria o aclaratoria.	3
Incompleto	El criterio fue desarrollado de forma parcial y analizado de manera incompleta. Debido a la existencia de omisiones estructurales, el criterio requiere incorporar información adicional, complementaria y aclaratoria.	2
Escaso	El criterio fue desarrollado y analizado de forma insuficiente. Requiere incorporar información adicional, complementaria y aclaratoria.	1
Nulo	El criterio no fue desarrollado.	0

Nivel de desarrollo alcanzado por el estudio técnico

ND_{ET}	Categoría	Detalle
> 5	Completo (C)	El estudio alcanzó un desarrollo óptimo. Todos los criterios fueron cubiertos de forma completa.
3,1 - 5	Aceptable (A)	La mayoría de los criterios del estudio fueron cubiertos de forma completa y aceptable, pero el documento requiere información adicional, complementaria o aclaraciones para cubrir insuficiencias menores a medias.
2,1 - 3	Incompleto (I)	Los criterios fueron cubiertos de forma parcial o criterios considerados relevantes no fueron desarrollados. El documento requiere incorporar información adicional y complementaria para cubrir insuficiencias significativas.
0 - 2	Deficiente (D)	El estudio técnico es deficiente. La información presenta omisiones e insuficiencias muy significativas. El documento analizado no permite realizar una adecuada evaluación del proyecto desde una perspectiva ambiental.

18

Resultados y Discusión

Nº	Nombre de instalación	Ubicación	objeto	Normativa EIA	Autoridad de aplicación ambiental	ET	DIA	Licenciamiento nuclear (ARN)	Estado
1	Centro Argentino de Protonterapia	CABA	RT avanzada (protonterapia). I+D+i. Formación de RRHH.	Ley Nº 123 (DR Nº 85/19; Resol. Nº 305/19)	APrA	EsIA	Sí (2021)	En evaluación	Construcción
2	Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud	Río Negro	Diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Producción de radionúclidos. I+D+i. Formación de RRHH.	OM IA Nº 217-C-1989 y Resol. Nº 1389-I-94	Subsecretaría de MA (Municipal)	IFA (Informe de Factibilidad Ambiental)	Sí (2015)	Licencia de operación y permisos individuales.	Operación
3	Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral	Santa Cruz	Diagnóstico y tratamiento de enfermedades. I+D+i. Formación de RRHH.	Ley Nº 2658 de EIA. DR Nº 7/06.	Secretaría de Estado de MA	AAI (Auditoría Ambiental Inicial)	Sí (2020)	Licencia de operación y permisos individuales.	Operación
4	Fundación Centro Diagnóstico Nuclear	CABA	Diagnóstico de enfermedades. I+D+i. Producción y comercialización de radiofármacos. Formación de RRHH.	Ley Nº 123. DR Nº 1352/02 – Anexo V (derogado)	Subsecretaría de Espacio Público y Desarrollo Urbano	EsIA	Sí (2013)	Licencia de operación y permisos individuales y comercialización	Operación

19

Análisis comparativo de estudios técnicos (discriminado por criterios)

Casos/Estudios técnicos	Criterios de evaluación												NDer			
	Revisión técnica-administrativa								Revisión general							
	Términos de referencia de IET	Consulta pública y acceso a la información	Lista de responsables y características del equipo	Justificación del proyecto	Descripción del proyecto	Marco legal e institucional	Descripción del ambiente	Evaluación de impactos ambientales	Medidas de mitigación	Plan de gestión ambiental	Evaluación ambiental de alternativas	Presentación		Fuentes y técnicas de recolección de información	Comprensibilidad	Imparcialidad e interpretación de los resultados
1	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	A
2	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	A
3	Green	Yellow	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	A
4	Yellow	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	I

Ref.:

1. CeArP
2. INTECNUS
3. CEMNPA
4. FDCN

20

TEBA

Análisis comparativo entre los casos analizados (porcentuales a escala)

Estudios técnicos	Cantidad total, expresada como %, del tipo de desarrollo de los criterios evaluados para cada estudio técnico revisado			
1	40	7	40	13
2	33	7	40	13
3	40		33	20
4	27		46	20
Estudios técnicos	Nivel de desarrollo alcanzado en su conjunto por cada estudio técnico revisado (ND _{ET})			
1	Aceptable (3,26)			
2	Aceptable (3,05)			
3	Aceptable (3,16)			
4	Incompleto (2,89)			

Ref.:

1. CeArP
2. INTECNUS
3. CEMNPA
4. FDCN

21

- El 75 % de los estudios analizados alcanzaron un nivel de desarrollo aceptable (rango de puntuación: 3,1 a 5).
- Un solo estudio alcanzó el nivel incompleto (rango de puntuación: 2,1 – 3).
- Ninguno de los estudios analizados alcanzó el nivel máximo de desarrollo completo (rango de puntuación: > 5).
- No se registraron estudios que hayan alcanzado un nivel de desarrollo deficiente (rango de puntuación: 0 – 2).
- El 40 % (valor medio) de los criterios alcanzó un desarrollo bueno (C=3).
- El 35 % (valor medio) de los criterios se desarrolló de forma completa (C=5).
- El 13 % (valor medio) de los criterios no fueron desarrollados (C=0).
- El 75 % de los estudios cumplió con los términos de referencia especificados en la normativa de EIA aplicable. (FORTALEZA)
- El 100 % de los estudios cuenta con una lista de responsables (FORTALEZA)
- En todos los casos analizados la descripción del proyecto se realizó de manera parcial porque no se incluyeron los aspectos radiológicos con la suficiencia adecuada. (DEBILIDAD)

22

- Se evidencia una asimetría en la profundidad con la que se describe la etapa de desmantelamiento y cierre del proyecto respecto de las etapas de construcción y operación. (DEBILIDAD)
- El 75 % de los estudios describió, aunque de manera parcial (C=3), el marco legal e institucional.
- El 75 % de los estudios hizo una descripción del ambiente de manera adecuada y empleó información primaria proveniente de estudios realizados en el área de emplazamiento del proyecto. (FORTALEZA)
- Todos los casos realizaron una descripción adecuada pero parcial de la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales (C=3). (DEBILIDAD)
- El 75 % de los estudios hizo mención del PGA. (DEBILIDAD)
- El 75 % de los estudios analizados refirió al análisis de alternativas de localización del proyecto y un caso consideró el escenario con y sin proyecto. (DEBILIDAD)
- El 75 % de los estudios analizados no contó con un capítulo específico sobre consulta pública y acceso a la información. (DEBILIDAD)
- Criterios de revisión general.

23

Conclusiones

Recomendaciones a los profesionales o equipos que realizan estudios técnicos de proyectos de CMNyR

- Incluir de forma integrada y con la profundidad adecuada los aspectos radiológicos y convencionales.
- Abordar con profundidad adecuada la etapa de cierre y desmantelamiento.
- Marco legal e institucional: lista de permisos, licencias y autorizaciones requeridas para el proyecto. Intervención de autoridades de aplicación.
- Evaluación ambiental de alternativas del proyecto y localización
- Consulta pública y acceso a la información para transparentar el proceso de toma de decisiones.
- Incorporar un estudio de riesgo.
- Plan de Gestión Ambiental.
- Revisión y edición del estudio técnico previa presentación ante las autoridades de aplicación.

24

Recomendaciones a las autoridades de aplicación que intervienen en los procesos de toma de decisiones

- Disponer de TdR (aspectos radiológicos y convencionales, evaluación ambiental de alternativas de proyecto y localización, y descripción de acciones de consulta, etc.).
- Sistema de fácil acceso y consulta de EslAs.
- Instancias de participación pública temprana en el marco de los procedimientos de EIA (pacientes, empleados propios del centro, vecinos de la instalación, trabajadores externos al centro, proveedores, etc.).
- Fortalecer y/o fomentar el grado de articulación entre autoridades de aplicación ambiental, radiológica y sanitaria (reuniones técnicas periódicas, talleres, aprobación conjunta de actos administrativos, etc.).
- Determinar la forma de vinculación entre los procedimientos de licenciamiento ambiental y autorización de la autoridad sectorial (radiológica y sanitaria).
- Fortalecer las capacidades técnicas de las autoridades de aplicación en términos de revisión de EslAs.

25

Propuesta de lineamientos para elaborar EslAs de proyectos de CMNyR

Aspecto	Criterios
Formal (8)	Portada
	Listado de responsables
	Índice
	Listado de abreviaturas
	Glosario
	Bibliografía
	Anexos
	Presentación
Técnico (10)	Resumen ejecutivo
	Justificación
	Descripción del proyecto
	Descripción del ambiente (Línea de base ambiental)
	Marco legal e institucional
	Evaluación de impactos ambientales
	Medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación
	Evaluación ambiental de alternativas
	Plan de Gestión Ambiental (PGA)
	Conclusiones

26

Aspectos formales

1. **Portada** (título de proyecto, tipo de documento, lugar y fecha de elaboración.)
2. **Listado de responsables** (técnico y legal (proyecto, EIA), profesionales intervinientes. Firma)
3. **Índice** (índice general, de figuras, tablas y anexos)
4. **Listado de abreviaturas**
5. **Glosario** (guía OIEA y ARN)
6. **Bibliografía** (listado de referencias bibliográficas consultadas)
7. **Anexos** (planos, fotografías, estudios realizados y toda documentación relevante)
8. **Presentación** (revisión y edición del estudio previa presentación ante autoridades de aplicación)

27

Aspectos técnicos

1. **Resumen ejecutivo** (contenido y estructura, objetivo, resultados, conclusiones, etc.)
2. **Justificación** (necesidad e importancia)
3. **Descripción del proyecto** (en detalle de las etapas. Considerar etapa pre-constructiva)
4. **Descripción del ambiente** (caracterización ambiental del sitio de emplazamiento)
5. **Marco legal e institucional** (ambiental, nuclear, régimen de EIA, lista de permisos, identificar autoridades de aplicación)
6. **Evaluación de impactos ambientales** (identificación, descripción, valoración. Metodología)
7. **Medidas de prevención, mitigación, restitución y/o remediación**

28

Aspectos técnicos

8. **Evaluación de alternativas** (análisis y selección de alternativas de localización, escenario con y sin proyecto).
9. **Plan de Gestión Ambiental** (estructura, costos de ejecución, responsabilidades)
10. **Conclusiones** (compatibilidad de la propuesta de desarrollo)

29



¡MUCHAS GRACIAS!

leonardonunni@gmail.com
(+54) 11 6 8900 940

MÁS INFORMACIÓN > www.itba.edu.ar

30

Fecha de defensa: 27 de abril de 2023; 14:00 hs

Tribunal evaluador: Mg. Alberto GUEVARA, Mg Maria Celeste Piñera, Dra. Carmen E. Peralta Sanhueza

Coordinador defensa: Ing. Francisco Decono