

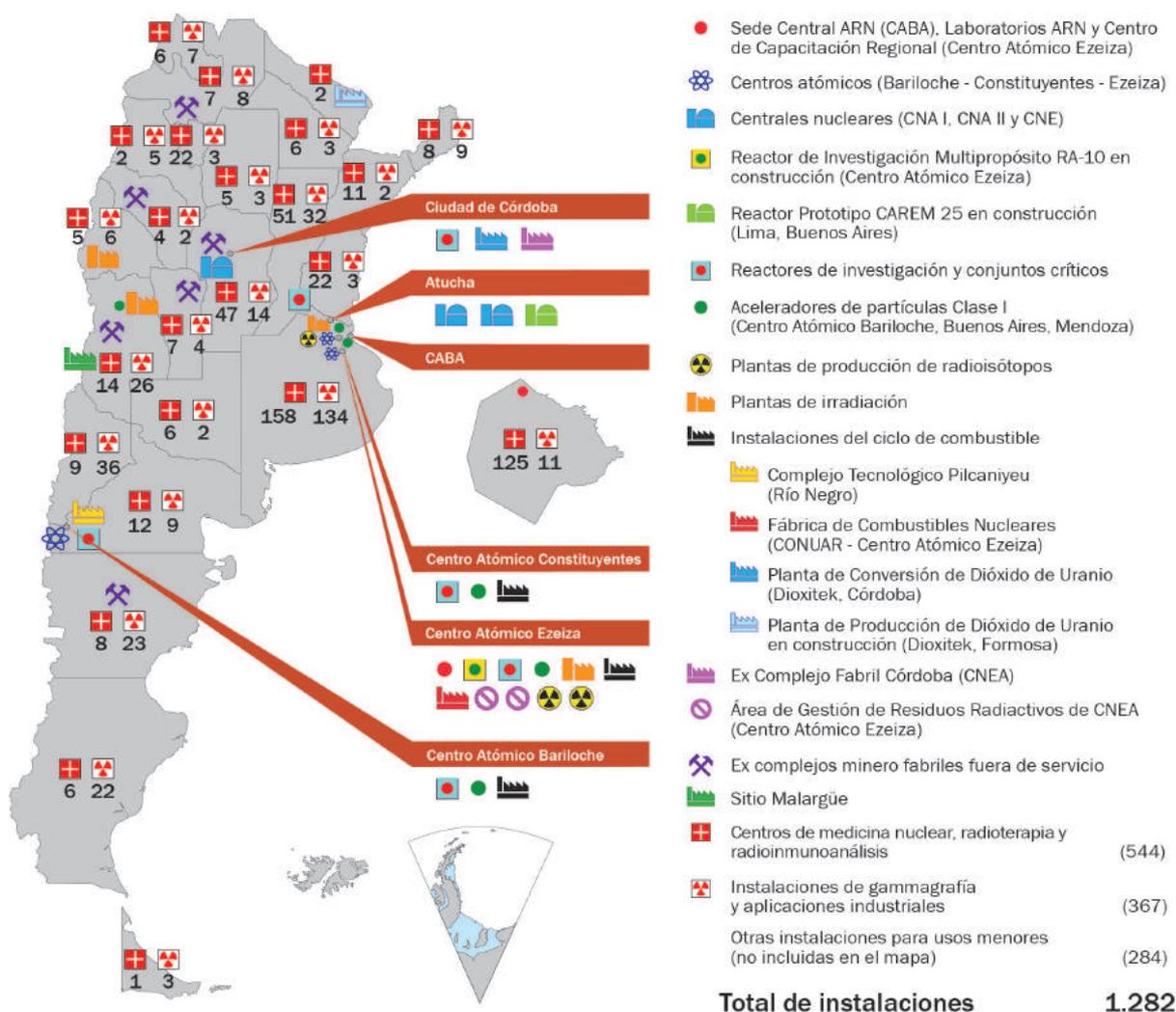
Seguridad radiológica y nuclear

La Autoridad Reguladora Nuclear es el organismo nacional argentino dedicado a la regulación y fiscalización en áreas de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y no proliferación, y protección y seguridad física, que tiene como misión sostener un nivel apropiado de la protección de las personas, el ambiente y las futuras generaciones de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.

Las instalaciones y prácticas con materiales nucleares y radiactivos tienen diversos propósitos que van desde la generación de energía eléctrica; la importación, el procesamiento y purificación del uranio; la

fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares; la producción de radiofármacos y de fuentes selladas; la esterilización de material médico; y la aplicación de las radiaciones ionizantes en industria, medicina, agro e investigación y docencia. Estas instalaciones y prácticas resultan muy diferentes entre sí en cuanto a su magnitud y su complejidad, y **tienen una distribución geográfica que abarca a todo el país**. La ARN ejerce el control regulatorio sobre las instalaciones autorizadas, aplicando un enfoque graduado en función de los riesgos asociados a las mismas.

► Principales instalaciones bajo control regulatorio durante 2021



► Instalaciones bajo control regulatorio durante 2021

Tipo de instalación	Cantidad
Centrales nucleares en operación	3
Central nuclear en construcción (Reactor Prototipo CAREM 25)	1
Reactor de Investigación Multipropósito RA-10 en construcción	1
Reactores de investigación y conjuntos críticos	5
Conjuntos críticos en retiro de servicio	1
Aceleradores de partículas Clase I	14
Plantas de producción de radioisótopos o fuentes radiactivas	3
Plantas de irradiación con altas dosis	4
Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear	43
Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA	4
Ex Complejos minero fabriles fuera de servicio	6
Sitio Malargüe (*)	1
Ex Complejo Fabril Córdoba	1
Centros de radioterapia	169
Centros de medicina nuclear	304
Centros de radioinmunoanálisis	71
Instalaciones de gammagrafía	70
Aplicaciones industriales	297
Otros usos	284
Total	1.282

(*) Bajo control regulatorio porque se encuentra incluido en el Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental.

La responsabilidad por la seguridad de una instalación nuclear o radiactiva recae en la **Entidad Responsable** (persona humana o jurídica a la que la ARN le ha otorgado una o varias licencias, registros o autorizaciones de práctica no rutinaria). En función del riesgo asociado, la Entidad Responsable debe asumir la responsabilidad por los aspectos de seguridad en todas las etapas de la vida de la instalación, es decir, el diseño, la construcción, la puesta en marcha, la operación, el retiro de servicio y el desmantelamiento, según corresponda. También deben atenderse los aspectos de seguridad durante el mantenimiento, la revisión y la modificación de una instalación dada.

Las actividades regulatorias llevadas a cabo por la ARN para controlar las instalaciones consisten en el análisis y evaluación de documentación sobre aspectos

de diseño y operación, y en su aprobación para el licenciamiento, y en la verificación del cumplimiento de requisitos normativos y de las condiciones de la licencia correspondiente, a través de inspecciones, evaluaciones y auditorías regulatorias.

En el contexto de la emergencia sanitaria declarada por la pandemia del COVID-19, **la ARN debió adaptar y priorizar sus actividades para garantizar la obediencia de las estrictas condiciones de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias, protección y seguridad física en el ámbito de la actividad nuclear que se desarrolla en el territorio argentino**. Dentro de las principales acciones en seguridad radiológica y nuclear se destacan: la continuidad del control regulatorio con un programa de inspecciones *in situ* en instalaciones relevantes, tanto presenciales como virtuales, la permanencia del plantel de inspectores residentes en las centrales nucleares, la realización de verificaciones regulatorias virtuales y presenciales en instalaciones Clase II, el sostenimiento del control regulatorio en otras instalaciones mediante la revisión de documentos técnicos de forma remota, entre otras medidas, que permitieron garantizar el accionar regulatorio durante esta situación excepcional (ver Capítulo 1, *Adecuación del funcionamiento regulatorio durante COVID-19*).

Licenciamiento de instalaciones y personal

Dada una instalación, el licenciamiento es un proceso que evalúa dicha instalación analizando su diseño, la organización que la construye y/o la que la opere, y/o el impacto mutuo entre la instalación y el sitio y su entorno. En el marco regulatorio argentino actualmente vigente, todo nuevo proceso de licenciamiento requiere una definición temprana de la entidad/persona física que asumirá el rol de Entidad Responsable, a los efectos de permitir evaluar, desde su inicio, todos los aspectos del diseño que tengan impacto sobre la seguridad de las personas y del ambiente.

En este proceso de licenciamiento, **la ARN verifica que se cumplan con los requisitos establecidos en las normas y establece condiciones concretas** que la Entidad Responsable debe cumplir para la obtención de cada licencia.

Las evaluaciones de licenciamiento se realizan siguiendo procedimientos específicos que consideran diferentes aspectos como el tipo de instalación (aplicaciones industriales, médicas, mineras, productivas, reactores, entre otras) y, dependiendo del riesgo asociado, cubre distintas etapas de la instalación (diseño, construcción, puesta en marcha, operación o retiro de servicio).

Desde el punto de vista del proceso de licenciamiento, **las instalaciones se clasifican en Clase I, II o III** (ver Anexo Glosario y siglas), tomando en consideración el riesgo radiológico asociado a las fuentes de radiación, el impacto radiológico ambiental, las consecuencias radiológicas de exposiciones potenciales o las dosis ocupacionales involucradas y, de corresponder, a la complejidad tecnológica. Para las instalaciones Clase I y II, la ARN otorga licencias y para las instalaciones Clase III, registros.

Asimismo, la ARN realiza evaluaciones para otorgar permisos individuales, licencias individuales y autorizaciones específicas al personal que se desempeña en funciones que puedan impactar en la seguridad de la instalación.

En el marco de estas actividades de **licenciamiento de personal**, la ARN también fiscaliza las actividades de entrenamiento y la calificación en seguridad radiológica y nuclear del personal que ocupa funciones licenciables de la instalación o práctica.

► **Documentos regulatorios emitidos en 2021**

Tipo de documento regulatorio	Emitidos para instalaciones y prácticas reguladas	Emitidos para personal regulado
Clase I		
Licencias (*)	12	
Licencias individuales		19
Autorizaciones específicas		278
Clase II		
Licencias de operación	256	
Permisos individuales		825
Clase III		
Registros	27	
Permisos individuales para responsables de registro		35
Autorizaciones de prácticas no rutinarias	50	
Certificados de transporte de material radiactivo	4	
Autorizaciones de importación	363	
Autorizaciones de exportación	971	

(*) Abarca licencias de construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio.

Nota: Los documentos regulatorios emitidos para el Ciclo de Combustible Nuclear están incluidos en cada clase de instalación/práctica I, II y III.

**Central Nuclear Atucha I (CNA I)
“Presidente Juan Domingo Perón”**

Durante 2021, el proyecto de Operación a Largo Plazo continuó desarrollándose de acuerdo con los lineamientos regulatorios definidos por la ARN.

Se mantuvieron diversas reuniones técnicas con NA-SA, orientadas a la discusión del alcance técnico de las modificaciones a la instalación, que fueron identificadas en el plan de mejoras presentado por NA-SA en 2020, y que deben implementarse para que la instalación pueda continuar en operación hasta el año 2046.

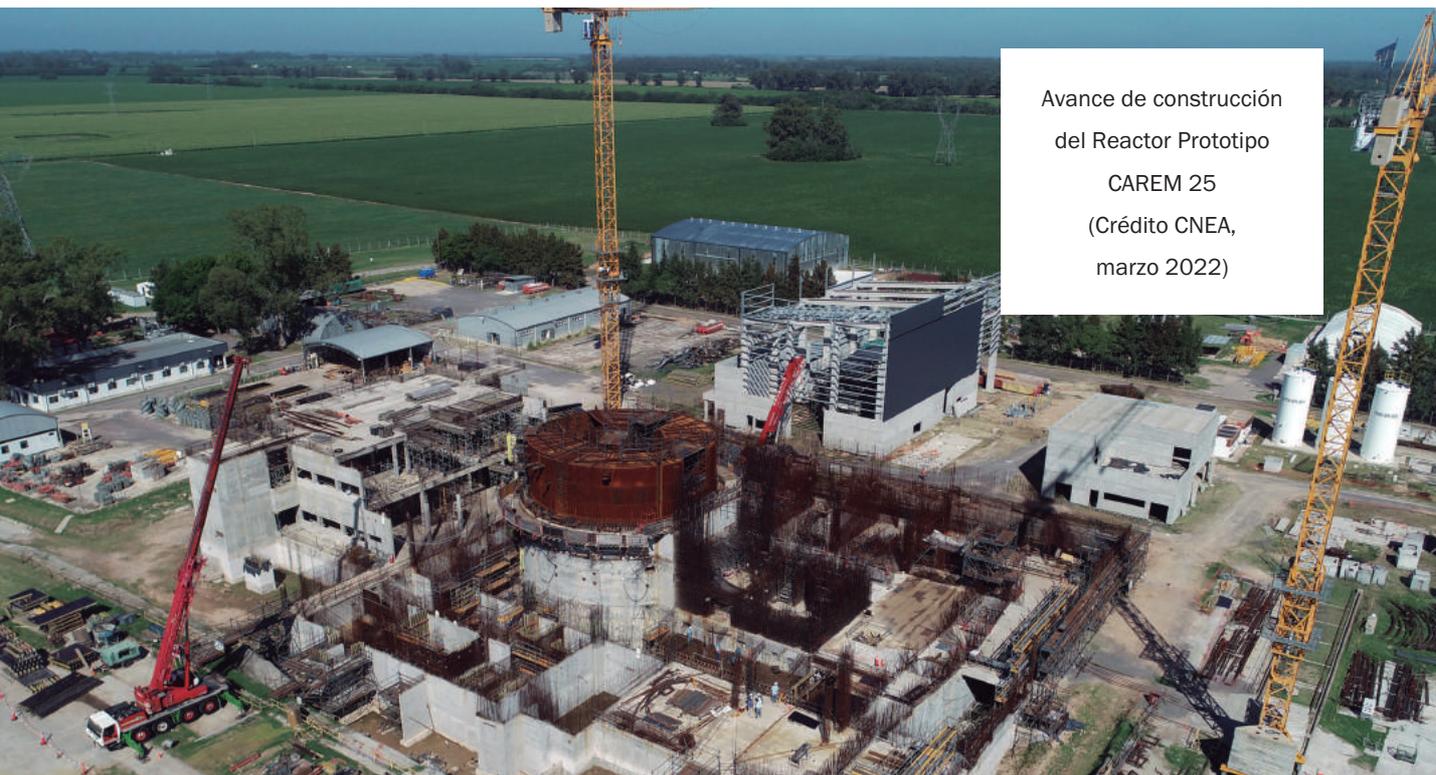
La ARN finalizó la evaluación del trabajo de comparación entre el diseño de la CNA I y la última normativa alemana (KTA), y de las acciones correctivas propuestas para dar tratamiento a los desvíos que resultaron de dicha comparación, además de la modernización del sistema de protección del reactor. Para estos trabajos, se contrató el asesoramiento técnico de la empresa española Tecnatom, dedicada a servicios de ingeniería en diferentes sectores energéticos, en particular, el nuclear.

Adicionalmente, se comenzó la evaluación regulatoria de la propuesta de instalación de un simulador de alcance total propio de la CNA I, que será empleado para el reentrenamiento y renovación de licencias del personal de operación.

Respecto al proceso de licenciamiento de este proyecto, la ARN avanzó en la redacción del Documento Marco de Licenciamiento para la etapa B, en el que se precisan las actividades que se llevarán a cabo durante la parada programada de reacondicionamiento de la instalación, como condición para iniciar la mencionada etapa de operación. Asimismo, dicho documento marco lista el conjunto de documentación mandatoria que deberá ser presentada por NA-SA, con la debida antelación a la solicitud de renovación de la actual Licencia de Operación.

Es importante señalar que el proyecto de Operación a Largo Plazo recibió en este año una revisión de pares por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), que confirmó que las actividades realizadas por NA-SA están de acuerdo con los estándares de seguridad del OIEA.

El proyecto de Operación a Largo Plazo tiene un enfoque regulatorio proactivo, el cual implica un involucramiento continuo de la ARN para asegurar que las expectativas regulatorias sean conocidas de manera temprana por NA-SA. Cabe recordar que la ARN definió un plan de acciones graduales dividido en dos etapas de operación, A y B, cuyos respectivos objetivos son



Avance de construcción
del Reactor Prototipo
CAREM 25
(Crédito CNEA,
marzo 2022)

mantener el nivel de seguridad y elevar la misma, en la medida de lo posible, a través del cumplimiento de la normativa moderna.

Reactor Prototipo CAREM 25

En 2021, la ARN continuó con las actividades regulatorias relacionadas con el licenciamiento del Reactor Prototipo CAREM 25, en el marco de la Autorización para el Uso del Sitio y Construcción actualmente vigente.

Así, en 2021, se retomaron las actividades del programa de inspecciones a la construcción de estructuras civiles del reactor y se realizó un seguimiento de los procesos y subprocesos relevantes de la Entidad Responsable, principalmente, en relación con la transición de tareas ocasionadas por el cambio del contratista principal de la obra.

Asimismo, se llevaron a cabo reuniones técnicas periódicas entre los especialistas de la ARN y la CNEA, con el fin de tratar los hallazgos obtenidos como resultado de las evaluaciones realizadas por la ARN en las áreas de Análisis Probabilístico de Seguridad, Sistema Eléctrico y Sistema de Gestión, entre otras.

Reactor Multipropósito RA-10

La ARN continuó con el control regulatorio de las tareas relacionadas con las condiciones impuestas en la licencia de construcción. Adicionalmente, se realizaron actividades de verificación sobre las tareas de control efectuadas por CNEA y se mantuvieron reuniones

técnicas mensuales para verificar el estado de avance de las tareas. La ARN realizó inspecciones de seguimiento de las actividades de obra civil y montaje electromecánico.

Se avanzó en la evaluación de documentación de carácter mandatorio del Sistema de Gestión en base a la nueva Norma Regulatoria AR 10.6.1. “Sistema de Gestión para la Seguridad en Instalaciones y Prácticas” Revisión 0, vigente desde 2021, con el fin de que se adecúe a los nuevos requisitos.

Y además, se realizaron tareas de evaluación de documentación relacionadas con el licenciamiento de personal para la futura puesta en marcha y operación del reactor, así como también sobre cambios de diseño, presentados por la Entidad Responsable.



Reactor Multipropósito RA-10 en construcción en el Centro Atómico Ezeiza (Crédito CNEA, diciembre 2021)

Proyecto de Licenciamiento de la Central Nuclear tipo PWR, denominada HPR 1000 o Hualong I

Las actividades regulatorias correspondientes al proyecto de licenciamiento de la Central Nuclear tipo PWR denominada HPR 1000 (o Hualong I) no fueron iniciadas en 2021, como consecuencia de la demora en la firma del contrato para su construcción. Durante 2021, se continuó trabajando en el Programa de Evaluación de Diseño Multinacional HPR 1000 (MDEP, por su sigla en inglés) de la Agencia de Energía Nuclear (NEA), evaluando las características del diseño del HPR 1000 frente a eventos externos severos, accidentes severos, lecciones aprendidas del accidente de Fukushima y Declaración de Viena.

Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

En 2021, la ARN continuó con las tareas de licenciamiento de los Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos:

RA-0: en el marco de la Revisión Integral de la Seguridad, la ARN realizó la revisión de la documentación de carácter mandatorio del reactor (Informe de Seguridad y Manuales de Planta) y de la documentación vinculada con el proceso de revisión. En octubre de 2021, la ARN estableció que el reactor pase a la condición de parada segura, por lo cual la Entidad Responsable deberá cumplir con los requisitos de seguridad radiológica y nuclear, seguridad física y salvaguardias, establecidos en la documentación mandatoria, asociados a dicha condición.

RA-1: la ARN continuó con la revisión de los capítulos del Informe de Seguridad y los Manuales de Planta, actualizados por la instalación.

RA-3: la ARN realizó la revisión de los capítulos del Informe de Seguridad, actualizados por la instalación.

RA-4: la ARN realizó la revisión del Plan para la Revisión Integral de Seguridad del reactor, presentado por la instalación. En noviembre de 2021, la ARN estableció que el reactor pase a la condición de parada segura, por lo cual la Entidad Responsable deberá cumplir con los requisitos de seguridad radiológica y nuclear, seguridad física y salvaguardias, establecidos en la documentación mandatoria, asociados a dicha condición.

RA-6: la ARN realizó la revisión de una nueva versión del Plan de Revisión Integral de Seguridad del reactor. En febrero de 2021, la ARN emitió la extensión de la vigencia de la Licencia de Operación del reactor.

INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

Durante 2021, la ARN emitió las renovaciones de las Licencias de Operación del Depósito Central de Material Fisionable Especial, del Depósito de Uranio Enriquecido; de la Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación, de la Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación (ECRI); del Laboratorio de Triple Altura; del Laboratorio Facilidad Radioquímica, del Laboratorio Argentino de Separación Isotópica para Enriquecimiento, del Laboratorio de Química Analítica en Medios Activos, de la Planta de Producción de Dióxido de Uranio; la extensión de la Licencia de Puesta en Marcha de la Planta Piloto de Combustibles Avanzados; y las autorizaciones de prácticas no rutinarias para la Planta de Producción de Dióxido de Uranio y la planta ECRI, entre otras.

OTRAS LICENCIAS Y PERMISOS

Durante 2021, la ARN otorgó, modificó y renovó Licencias de Operación y Registros para instalaciones Clase II y III, respectivamente (*Ver cuadro de Documentos regulatorios emitidos en 2021*).

Además, fueron renovadas las Licencia de Operación de la Planta de Producción de Radioisótopos y del Irradiador Móvil IMO I, y fue otorgada la Licencia de Retiro de Servicio del Acelerador LINAC.

La ARN continuó evaluando y otorgando permisos individuales, licencias individuales y autorizaciones específicas al personal de las instalaciones reguladas que acreditó los niveles de capacitación, idoneidad y entrenamiento requeridos para desempeñarse en posiciones licenciadas.

En 2021, se destacan los avances del **proceso de licenciamiento para el Centro Argentino de Protonterapia (CeArP)**, con el inicio del proceso de evaluación de la documentación recibida.

El CeArP está siendo construido en la Ciudad de Buenos Aires y se trata, posiblemente, del **proyecto en curso más ambicioso dentro del ámbito de la salud pública nacional**. La protonterapia se considera la forma más avanzada de radioterapia, que utiliza haces de protones para el tratamiento de cáncer porque permite concentrar la entrega de la dosis terapéutica en el volumen tumoral, reduciendo los efectos secundarios sobre tejidos sanos.

Solo dos de estos centros se están construyendo en el hemisferio sur: uno en Argentina y otro, en Australia. Argentina será el primer país de Latinoamérica que cuen-

te con esta nueva tecnología que funcionará integrada a un ciclotrón acelerador de protones, dos servicios de radioterapia, un laboratorio para investigación y otros servicios de radioterapia convencional con fotones.

El licenciamiento total de esta instalación, en sus distintas etapas y desde el punto de vista de la seguridad radiológica, representa para el país y la ARN un **gran desafío regulatorio**.

Cursos y carreras de capacitación

En 2021, la ARN evaluó y reconoció los contenidos de protección radiológica de los programas de diversas carreras y cursos externos, como formación necesaria para gestionar permisos individuales para distintos propósitos de uso de radiaciones ionizantes.

- ◀ Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)
- ◀ Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear (AABYMN)
- ◀ Universidad Católica de Córdoba - Instituto Médico Dean Funes S.A.
- ◀ Asociación Médica Argentina
- ◀ Sociedad Argentina de Terapia Radiante Oncológica

Asimismo, en el marco de la emergencia sanitaria vinculada a la pandemia por COVID-19, la ARN evaluó y reconoció la modalidad virtual o semivirtual de carreras y cursos, previamente reconocidos, como formación necesaria para gestionar permisos individuales para distintos propósitos de uso de radiaciones ionizantes.

- ◀ Universidad Nacional de Córdoba
- ◀ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica
- ◀ Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear (AABYMN)
- ◀ Fundación Marie Curie
- ◀ Centro Argentino de Ensayos No Destructivos de Materiales (CAEND)

Fiscalización y control regulatorio

La ARN realiza un seguimiento sobre instalaciones con una licencia vigente mediante **inspecciones, evaluaciones y auditorías regulatorias, de acuerdo a un plan de trabajo anual**. Esto incluye el control del cumplimiento de normas y de requisitos sobre las instalaciones, prácticas y personal, y el impacto sobre el sitio y su entorno, así como sobre el transporte de material radiactivo. Estos controles comprenden aspectos de seguridad radiológica y nuclear, de protección y seguridad

física y también garantizar que el uso de materiales, equipos, instalaciones e información de interés nuclear se lleve a cabo exclusivamente con fines pacíficos (salvaguardias). Además de la normativa nacional generada por ella misma, la ARN controla el cumplimiento de acuerdos internacionales en materia de salvaguardias.

Los controles regulatorios se complementan con medidas que refuerzan el cumplimiento de normas y de requisitos, mediante **instancias de seguimiento, emisión de requerimientos formales y hasta la aplicación de un amplio marco de sanciones**, graduadas de acuerdo con la potencialidad del daño y la severidad de la infracción. Todas las autorizaciones regulatorias se pueden suspender y hasta revocar en casos de incumplimientos relevantes.

La ARN establece un **plan de trabajo anual** que permite verificar el cumplimiento de las normas y requisitos, las condiciones de las licencias, las responsabilidades asignadas al personal licenciado, las condiciones de seguridad radiológica y nuclear, la capacitación y experiencia del personal autorizado y los requisitos aplicables al transporte de material radiactivo, entre otros puntos, además de la protección y seguridad física y de las salvaguardias.

Los procesos de licenciamiento, tanto de personal como de instalaciones y el control de estas últimas, así como de las prácticas asociadas, demandan un gran esfuerzo técnico administrativo de soporte a las actividades puramente técnicas relacionadas con las inspecciones y evaluaciones. Estas acciones son realizadas por personal administrativo y por personal técnico y resultan imprescindibles para lograr los objetivos regulatorios mencionados.

En 2021, la ARN realizó un total de 18.107 días-persona de inspecciones y evaluaciones regulatorias, con un esfuerzo regulatorio de 16.787 días-persona en las áreas de seguridad radiológica y nuclear; de 966 días-persona en el área de salvaguardias y de 354 días-persona en el área de protección y seguridad física. Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores, y se requirieron esfuerzos adicionales por parte de la ARN para su realización, cumpliendo con las medidas extraordinarias dispuestas por el Gobierno Nacional, protocolos sanitarios y restricciones para el transporte y desplazamiento de personas.

REACTORES NUCLEARES

En el contexto de la pandemia del COVID-19, la ARN adecuó sus mecanismos de fiscalización y control regulatorio en cumplimiento del aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO) para **mantener la presencia del**

La ARN continuó con las medidas tomadas en el contexto de la pandemia del COVID-19 y mantuvo la presencia del plantel de inspectores residentes en las centrales nucleares para garantizar el control regulatorio

plantel de inspectores residentes en las centrales nucleares, a fin de garantizar el control de la seguridad en las mismas y el cumplimiento de requisitos y medidas especiales adoptadas en el marco del COVID-19, tomando los cuidados necesarios para proteger la salud de los inspectores y del personal de las instalaciones.

seguridad nuclear de la ARN, efectuaron el control regulatorio y realizaron todas las verificaciones necesarias para garantizar que la central continúe cumpliendo con el nivel de seguridad aceptado y establecido en su Licencia de Operación por la ARN.

Asimismo, durante 2021, la ARN continuó con la evaluación de la documentación y la fiscalización de las tareas relacionadas con la construcción del Edificio de Almacenamiento en Seco de Elementos Combustibles Quemados, anexo a la casa de piletas de la CNA I.

En 2021, la CNA I tuvo **tres salidas de servicio no programadas**. En el marco de las mismas, la ARN realizó el seguimiento correspondiente tanto de las actividades de parada como del arranque de la central.

Asimismo, **la ARN fiscalizó la ejecución de ejercicios internos de emergencia** parciales, sectorizados en el Complejo Nuclear Atucha, en los cuales participó personal de ambas centrales (CNA I y CNA II). Estos ejercicios parciales fueron propuestos y planificados por la instalación y aprobados por la ARN, y se realizaron de manera sectorizada para evitar la concentración masiva de personas, en el marco de la pandemia del COVID-19.

Central Nuclear Atucha I (CNA I) “Presidente Juan Domingo Perón”

En el marco del control regulatorio asociado a la operación de la central nuclear, la ARN continuó con las tareas de fiscalización, que incluyeron el desarrollo de los programas de pruebas repetitivas y de mantenimiento de la central.

Asimismo, la ARN prosiguió con el proceso de seguimiento de los trabajos vinculados con el proyecto de Operación a Largo Plazo de la central, incluyendo el control de las tareas relacionadas al proyecto.

La **Parada Programada** prevista se llevó a cabo desde el 28 de agosto hasta el 20 de octubre de 2021. Durante ese período, la ARN realizó las verificaciones de las tareas desarrolladas por NA-SA, que incluyeron actividades de mantenimiento, vigilancia y ensayos, todas necesarias para su operación segura, además de la implementación de mejoras a la instalación, que fueron oportunamente requeridas por ARN para la operación a largo plazo de la central

Entre las tareas sobre las que ARN realizó un seguimiento, se destacan por su implicancia para la seguridad: las inspecciones a los componentes internos del reactor y generador de vapor, el reemplazo de una de las bombas del moderador, la calibración de las válvulas de seguridad del presurizador, el mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes de seguridad de la planta, y la ejecución de las pruebas repetitivas.

La ARN también realizó el seguimiento de los aspectos de radioprotección en las tareas desarrolladas durante la parada programada, como las condiciones ambientales de trabajo, la dosimetría de los trabajadores tarea por tarea y el cumplimiento de la planificación dosimétrica.

La inspección residente, conjuntamente con los inspectores especializados en protección radiológica y

Central Nuclear Atucha II (CNA II) “Presidente Dr. Néstor Carlos Kirchner”

La ARN continuó con las tareas de fiscalización, en el marco del control regulatorio asociado a la operación de la central nuclear, incluyendo el desarrollo de los programas de pruebas repetitivas y de mantenimiento de la central.

Luego de la **Parada Programada de 2020**, que se extendió hasta el 3 de enero de 2021, debido a los hallazgos de pandeo en componentes internos del reactor, se observó un comportamiento anormal de la planta durante las maniobras de arranque, lo cual resultó en una salida de servicio para investigar las causas de dicho comportamiento. Como resultado de esta investigación, se determinó que, debido a la presencia de debris orgánico en el sistema primario, los caudales por los canales de refrigeración se vieron afectados. Esta situación mantuvo a la instalación en el estado de parada hasta el 1º de marzo de 2021, cuando la central retornó al servicio operando al 40 % de plena potencia y se mantuvo así hasta el 31 de marzo de 2021, cuando la ARN autorizó el incremento de potencia hasta el 80 %. Finalmente, como resultado de la aplicación de estrategias de limpieza y retención de debris en el sistema primario, la ARN autorizó la operación de la planta al 85 % de plena potencia, a partir del 22 de octubre de 2021.

Durante todo este proceso, la ARN requirió el cumplimiento de una serie de condiciones por parte de NA-SA para garantizar la operación de forma segura.

En mayo de 2021, debido al vencimiento de la primera Licencia de Operación de la Central, que fuera otorgada en 2016 por un período de cinco años, la ARN decidió no renovar la Licencia de Operación y otorgar una extensión a la misma licencia de operación por el período de dos años, estableciendo un conjunto de requisitos que la planta debe cumplir para renovar su Licencia de Operación en 2023. Esta decisión se fundamentó en que si bien la planta se encuentra en condiciones de operar en forma segura, se identificaron algunas oportunidades de mejora que deben ser implementadas en los próximos dos años.

La **Parada Programada prevista para 2021** fue diferida para marzo de 2022, con la correspondiente autorización por parte de la ARN.

En marzo de 2021, la CNA II tuvo **una salida de servicio no programada** debido al hallazgo de un cuerpo extraño en la cañería de agua de alimentación a uno de los generadores de vapor, el cual fue removido en dicha intervención. Todas estas actividades se realizaron bajo el control de la inspección residente de la ARN en la central, al igual que su proceso de arranque, a los fines de constatar la realización de las pruebas previstas y la aplicación de los procedimientos establecidos durante dicha maniobra.

Asimismo, **la ARN fiscalizó la ejecución de ejercicios internos de emergencia** parciales, sectorizados en el Complejo Nuclear Atucha, en los cuales participó personal de ambas centrales (CNA I y CNA II). Estos ejercicios parciales fueron propuestos y planificados por la instalación y aprobados por la ARN, y se realizaron de manera sectorizada para evitar la concentración masiva de personas, en el marco de la pandemia por COVID-19.

Central Nuclear Embalse (CNE)

La ARN continuó con las tareas de fiscalización, en el marco del control regulatorio asociado a la operación de la central nuclear, incluyendo el desarrollo de los programas de pruebas repetitivas y de mantenimiento de la central.

La **Parada Programada** prevista se llevó a cabo desde el 1° de abril hasta el 26 de mayo de 2021. Se trató de la **primera Parada Programada prolongada de la CNE en su segundo ciclo de vida**, luego de que la ARN le otorgara la Licencia de Operación en 2019, tras finalizar las actividades de reacondicionamiento y montaje de los sistemas enmarcados en el Proyecto de Extensión de Vida (PEV).

Durante la Parada Programada, la ARN realizó todas las verificaciones necesarias para garantizar que las estructuras, sistemas y componentes relacionados con la seguridad de la central se comporten de acuerdo a lo requerido por el diseño. Además, la ARN controló las mo-



Desarme de la válvula de emergencia (izq.) y válvulas combinadas (der.) del turbogruppo

dificaciones pendientes implementadas por NA-SA en el sistema de refrigeración de emergencia del núcleo del reactor y del sistema de rociado de la contención, y el desarrollo de los programas de mantenimiento correctivo y preventivo, con especial atención sobre aquellos que fueron previamente seleccionados por su relevancia. Asimismo, se realizó el seguimiento del cumplimiento del programa de pruebas periódicas de la parada.

La ARN también realizó el seguimiento de los aspectos de radioprotección en las tareas desarrolladas durante la Parada Programada, como las condiciones ambientales de trabajo, la dosimetría de los trabajadores tarea por tarea y el cumplimiento de la planificación dosimétrica.



Preparación de la mini-zona en el área de generadores de vapor

El control regulatorio fue realizado por la inspección residente, presente en la central, e inspectores especializados en protección radiológica y seguridad nuclear de la ARN, que viajaron especialmente desde Buenos Aires. Los trabajos de inspección se complementaron también con la realización de otras tareas y evaluaciones virtuales.

La inspección residente y los inspectores especializados de la ARN mantuvieron su presencia en la central, cumpliendo con los protocolos y medidas especiales por la pandemia del COVID-19 para proteger su salud, la del personal de la central y la de los trabajadores involucrados en las tareas de la parada.

En 2021, la CNE tuvo **cuatro salidas de servicio no programadas**. En el marco de las mismas, la ARN realizó el seguimiento correspondiente tanto de las actividades de parada, así como del arranque de la central, cumpliendo con los requisitos y medidas especiales adoptadas en el marco de la emergencia sanitaria para proteger la salud de sus inspectores y del personal de las instalaciones.

Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

Durante el transcurso del 2021, en el contexto de la pandemia por COVID-19, los reactores de investigación RA-3 y RA-6 permanecieron operativos, mientras que los conjuntos críticos suspendieron sus actividades rutinarias y de investigación, y permanecieron en la condición de parada segura. El reactor RA-1 estuvo operativo hasta el 24 de septiembre de 2021, cuando ingresó en la condición de parada segura, en la cual permanecerá hasta el nombramiento de un Responsable Primario.

Las tareas de control regulatorio se adecuaron al contexto de la pandemia del COVID-19 para poder llevarse a cabo, y abarcaron los siguientes temas del Plan Anual de Inspecciones:

RA-0: la ARN evaluó los informes periódicos generados por la instalación y participó, de manera virtual, en el desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencia y del examen de reentrenamiento anual del personal. No se realizaron inspecciones *in situ*.

RA-1: la ARN realizó inspecciones relacionadas con las pruebas preoperacionales, el mantenimiento, la operación y la gestión de radioprotección. Además, la ARN evaluó los informes periódicos generados por la instalación, fiscalizó la preparación y desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencia, y participó de la mesa de examen de reentrenamiento anual del personal.

RA-3: la ARN realizó inspecciones a la instalación relacionadas con las pruebas preoperacionales, el mantenimiento, la operación y la gestión de la radioprotección del reactor; evaluó los informes periódicos generados por la instalación, fiscalizó la preparación y desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencia y participó de la mesa de examen de reentrenamiento anual del personal.

RA-4: la ARN evaluó los informes periódicos generados por la instalación y fiscalizó el desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencias. Asimismo, la ARN realizó

una inspección general al reactor en la cual se verificó la gestión de mantenimiento, operación, radioprotección.

RA-6: la ARN realizó una inspección general al reactor en la cual se verificó la gestión de mantenimiento, operación, radioprotección, el desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencias y participó de la mesa de examen de Autorización Específica del personal. Además, la ARN evaluó los informes periódicos generados por la instalación y fiscalizó el examen de reentrenamiento anual de personal.

RA-8: no se realizaron inspecciones regulatorias ya que se encuentra en la etapa final del retiro de servicio (sin combustibles ni fuentes). Se esperan los trámites administrativos pertinentes para culminar en la liberación del control regulatorio.

INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

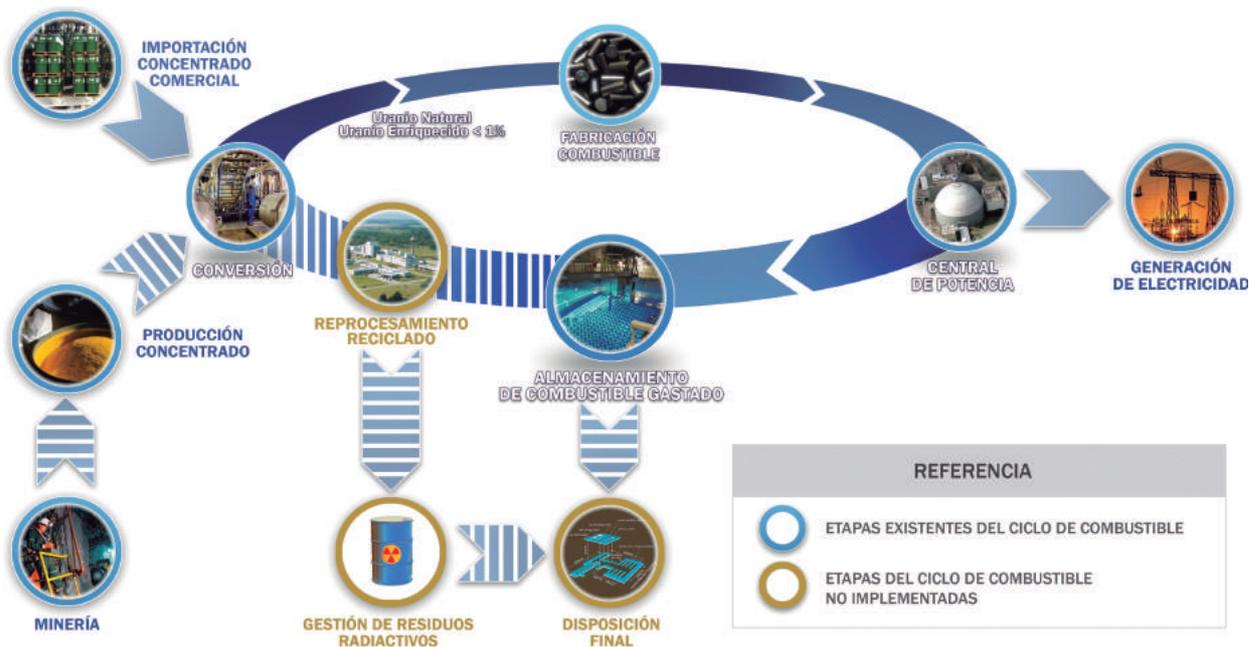
El ciclo de combustible nuclear abarca principalmente el conjunto de instalaciones que desarrollan los procesos necesarios para la fabricación de elementos combustibles para centrales nucleares y para reactores de investigación, docencia y producción de radioisótopos, así como las instalaciones dedicadas al tratamiento, acondicionamiento y/o almacenamiento de residuos radiactivos y combustibles gastados generados por estos reactores.

Este ciclo incluye, en términos generales, la extracción del uranio en complejos minero fabriles, el procesamiento, la purificación y las transformaciones físico-químicas del uranio para la obtención de compuestos adecuados para la fabricación de combustibles nucleares y el acondicionamiento para su disposición segura o para su preservación como combustible gastado potencialmente reutilizable. Además, existen instalaciones asociadas a estos procesos, que incluyen laboratorios de investigación y desarrollo, caracterización y maquinado.

El ciclo de combustible nuclear en la República Argentina posee dos líneas de trabajo, una asociada al uranio natural y levemente enriquecido, destinada a la producción de combustible para las centrales nucleares en operación; y otra de uranio enriquecido hasta el 20 % en el isótopo Uranio-235, destinado a su utilización en reactores de investigación, en tareas de desarrollo y en la fabricación de radioisótopos por fisión.

El primer grupo comprende la importación de concentrado comercial, su posterior purificación y conversión en material de uso nuclear y un eventual ajuste isotópico para la fabricación de los combustibles nucleares requeridos para la operación de las centrales nucleares argentinas. Se trata de plantas industriales con las

► Ciclo de combustible nuclear en Argentina



capacidades adecuadas para mantener en servicio los reactores nucleares de potencia que se encuentran actualmente en operación.

Las instalaciones del segundo grupo operan con uranio enriquecido hasta el 20 % en el isótopo Uranio-235 importado e incluyen el procesamiento y la fabricación de elementos combustibles y de blancos de irradiación que se utilizan en los reactores de investigación, dedicados a la producción de radioisótopos y a la investigación básica. En estas instalaciones, la manipulación del uranio tiene más requisitos y controles para prevenir riesgos de criticidad y radiológicos. Además, sus capacidades y características difieren fundamentalmente de las del ciclo de uranio natural debido a la aptitud de este material de iniciar y autosostener una reacción nuclear en cadena (riesgo de criticidad). Por otra parte, los riesgos radiológicos asociados a la manipulación de estos materiales requieren barreras ingenieriles de contención más sofisticadas que en el caso de uranio natural.

El accionar regulatorio en las instalaciones del ciclo de combustible cubre tanto aspectos de licenciamiento y control (evaluaciones e inspecciones) en materia de seguridad radiológica y nuclear, como de licenciamiento y calificación del personal que está asignado a posiciones con responsabilidad en seguridad radiológica, seguridad nuclear, salvaguardias, protección física y operacional.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica en 2021 en instalaciones del ciclo de combustible fue de 304 días-persona. Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores, al mismo tiempo que se requirieron esfuerzos

adicionales por parte de la ARN para garantizar el cumplimiento de su misión y funciones.

SALVAGUARDIAS Y SEGURIDAD FÍSICA

La ARN verifica la implementación de los procedimientos de salvaguardias nacionales e internacionales en las instalaciones y otros lugares bajo control regulatorio. Para ello, **la ARN administra el Sistema Nacional de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares** y, periódicamente, audita los registros de contabilidad nuclear; efectúa la verificación física de los materiales nucleares de cada instalación; y revisa que las instalaciones y sus procesos estén de acuerdo a su descripción técnica, analizando el propósito y capacidades productivas asociadas, con el objetivo de validar el enfoque de control adoptado para cada instalación. Asimismo, **la ARN fiscaliza las inspecciones internacionales de salvaguardias que realizan la ABACC y el OIEA**, en el marco de los compromisos internacionales asumidos por la Argentina en la materia.

Por otro lado, **la ARN controla las medidas de protección y seguridad física**, verificando el correcto funcionamiento de los componentes del sistema de protección y seguridad física aplicado, de acuerdo al riesgo y al valor estratégico de los inventarios de material nuclear y otros materiales radiactivos de cada instalación. Y también controla las medidas de protección y seguridad física aplicadas durante el transporte de dichos materiales.

En el marco de la pandemia del COVID-19, los compromisos internacionales de salvaguardias se mantuvieron, por lo que las actividades asociadas a la implementación

y verificación de los procedimientos de salvaguardias nacionales e internacionales no sufrieron cambios. Se ha hecho un uso intensivo de los sistemas de comunicación digitales con el objetivo de mantener un seguimiento adecuado de la implementación de los procedimientos, capitalizando la experiencia adquirida en 2020.

En 2021, en el marco de los compromisos que tiene la República Argentina en materia de salvaguardias, **se realizaron las inspecciones nacionales e internacionales, efectuadas por la ABACC y el OIEA, en instalaciones nucleares argentinas**, a fin de verificar que el material nuclear no se ha desviado hacia fines no autorizados y que las instalaciones están operando de acuerdo con las actividades que han declarado. La ARN coordinó y participó de estas actividades de verificación, que se realizaron de febrero a diciembre de 2021, en distintas misiones. En el contexto de la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19 y las restricciones dispuestas por el Gobierno Nacional, los inspectores cumplieron con estrictas medidas para proteger al personal de las instalaciones, a los funcionarios involucrados y a la población en general. La coordinación de estas inspecciones requirió de esfuerzos adicionales, debido al mencionado contexto.



Inspecciones de salvaguardias de la ABACC y el OIEA en el Complejo Nuclear Atucha

Por otra parte, en el marco del Acuerdo entre la República Argentina y la República Federativa del Brasil para el uso exclusivamente pacífico de la energía nuclear (Acuerdo Bilateral), **la ARN puso a disposición de**

la ABACC 9 inspectores para realizar inspecciones en la República Federativa del Brasil; y coordinó la participación de 11 inspectores en cursos de capacitación y entrenamiento, como parte del plan de capacitación continua de la ABACC. Debido a la pandemia del COVID-19, algunas de estas actividades se realizaron de manera remota, con la colaboración de la ARN para su coordinación.

La ARN continuó con la fiscalización y evaluación de la implementación del régimen de inspección aleatoria con breve preaviso para el período contable 2020-2021 en la Planta de Producción de Dióxido de Uranio (Dioxitek), ubicada en la provincia de Córdoba, y en la Planta de Producción de Elementos Combustibles Nucleares (CONUAR-FAE), ubicada en la localidad de Ezeiza, provincia de Buenos Aires. Bajo el mismo régimen de inspecciones con breve preaviso, la ARN fiscalizó las actividades de las agencias de control para la verificación del primer núcleo de la CNE, después de su parada en el marco del PEV. Durante 2021, se avanzó en el montaje de los sistemas de contención y vigilancia a ser utilizados en el nuevo sistema de almacenamiento en seco de la CNA I. Asimismo, en noviembre se operativizó el sistema de transmisión remota del estado de salud de los sistemas de salvaguardias instalados en la CNE. Por otra parte, se efectuaron visitas técnicas para el mantenimiento de los sistemas de contención y vigilancia instalados en las centrales nucleares, y visitas para verificación del diseño y seguimiento de la obra del Reactor Multipropósito RA-10 y del Reactor Prototipo CAREM 25.

Con respecto a las actividades regulatorias asociadas a los sistemas de seguridad y protección física, se han efectuado reuniones y auditorías virtuales para el seguimiento del cumplimiento regulatorio. Para el caso de algunas instalaciones que durante 2021 estaban en proceso de licenciamiento, se efectuaron inspecciones presenciales.

Durante 2021, se participó en eventos y reuniones técnicas según la especialidad. Cabe destacar la participación en el **proceso de revisión de los valores internacionales de referencia** (ITV, por su sigla en inglés), los cuales son ampliamente utilizados en el ámbito de las salvaguardias y la contabilidad de los materiales nucleares, como contribución dentro del Programa Argentino de Apoyo a las Salvaguardias del OIEA; y la participación en la **Reunión Anual Conjunta 2021** del Instituto de Gestión de Materiales Nucleares (INMM, por su sigla en inglés) y de la Asociación Europea de Investigación y Desarrollo de Salvaguardias (ESARDA, por su sigla en inglés), realizada del 23 de agosto al 1° de septiembre de 2021. En ese marco, la ARN presentó el trabajo “30 years of ABACC: The Role of State Authorities in Supporting its Activities”, junto a la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil.



Inspección regulatoria en la Planta de Irradiación Semi-Industrial (PISI), en el Centro Atómico Ezeiza

El esfuerzo regulatorio asociado a los controles de salvaguardias y protección física en instalaciones del ciclo de combustible, y de seguridad física para instalaciones radiactivas fue de 1.320 días-persona durante 2021. Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales para su realización.

INSTALACIONES MÉDICAS, INDUSTRIALES Y DE DESARROLLO

Aplicaciones médicas

La ARN realiza controles y verificaciones en el marco de aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes principalmente en dos grandes tipos de prácticas: la medicina nuclear y la radioterapia.

La **medicina nuclear** diagnóstica implica el uso de trazadores radiactivos para obtener imágenes y/o medir la función global o regional de un órgano. El marcador radiactivo (radiofármaco) se administra al paciente mediante alguna vía, según el órgano y la función a estudiar. La distribución de la sustancia trazadora se estudia lue-

go con una cámara gamma, un tomógrafo computado por emisión monofotónica (SPECT) o por emisión de positrones (PET) u otro instrumento, como un detector de radiación estacionario simple. La captación del marcador es generalmente una medida de la función del órgano o el metabolismo o el flujo sanguíneo del órgano.

La **radioterapia** es uno de los principales tipos de tratamiento contra el cáncer. Utiliza radiación ionizante para destruir las células cancerosas y limitar el crecimiento celular. La radioterapia puede administrarse externa o internamente. En la radioterapia de haz externo, los haces de radiación que se originan externamente al paciente se dirigen hacia el sitio de tratamiento. Estos haces generalmente se crean mediante el uso de un acelerador lineal o una unidad de cobalto (Cobalto-60). En la braquiterapia, las fuentes radiactivas pequeñas y encapsuladas se colocan directamente dentro o cerca del volumen a tratar.

Por otro lado, también se realizan controles o verificaciones en prácticas donde el material radiactivo o la radiación ionizante no se usa en seres humanos directamente, pero usualmente tienen relación con el diagnóstico. Entre estas prácticas podríamos encontrar las prácticas de radioinmunoanálisis, fuentes de uso *in vitro*, investigación *in vitro* o investigación en animales, así como la fabricación de los radiofármacos utilizados en el marco de estas prácticas que se producen ampliamente en el país.

Este tipo de prácticas e instalaciones tienen un **control regulatorio continuo ajustado al riesgo asociado** y según la competencia propia de la ARN, desde su autorización y durante toda su vida útil. La ARN realiza inspecciones rutinarias para teleterapia con frecuencia anual; y para braquiterapia y centros de medicina nuclear, bianual.

En 2021, la ARN efectuó inspecciones (rutinarias y no rutinarias) a instalaciones médicas que requirieron un esfuerzo regulatorio de 764 días-persona. Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales para su realización.

Aplicaciones industriales

Las aplicaciones industriales incluyen instalaciones Clase I, II y III.

Para el caso de las instalaciones Clase II, la ARN realiza controles y verificaciones para garantizar que los titulares de las Licencias de Operación, los responsables por la seguridad radiológica y los usuarios que cuentan con permiso individual cumplan con los requisitos sobre el manejo de las fuentes radiactivas. Esto incluye controles sobre el inventario radiactivo y la integridad de las fuentes, como así también, que las condiciones

de seguridad radiológica y física de los depósitos y de los blindajes para su transporte y los procedimientos de trabajo sean los adecuados.

Una de las aplicaciones industriales de mayor riesgo radiológico es la operación de instalaciones dedicadas a realizar **ensayos no destructivos como la gammagrafía industrial**. Es una técnica utilizada para garantizar la integridad de distintos dispositivos tales como las uniones de cañerías para transportar gas o en grandes componentes (tanques, intercambiadores de calor, etc.). La frecuencia de inspección de esta práctica es anual.

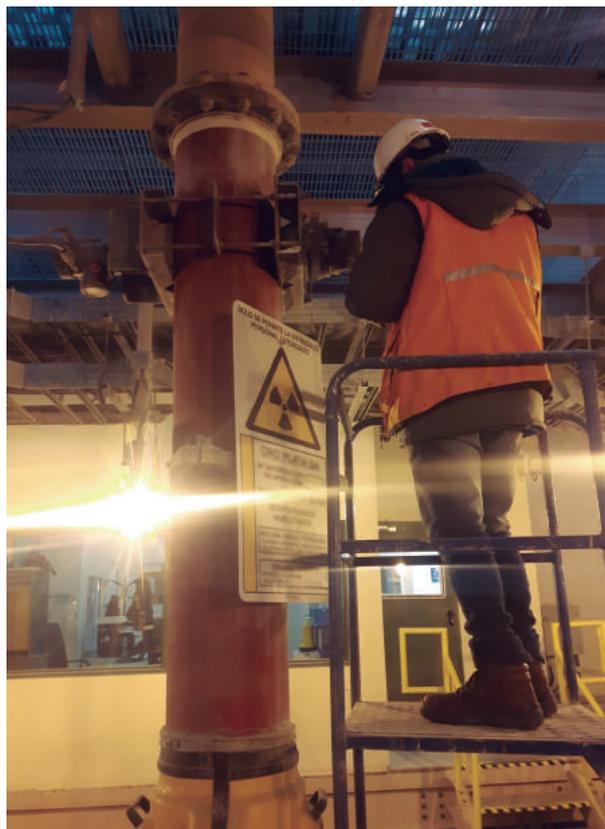
Otras aplicaciones industriales reguladas por la ARN son aquellas destinadas a controles, a través del uso de material radiactivo, de distintas variables como la densidad, la humedad, el gramaje, el espesor y el nivel de llenado, realizados en plantas industriales de distinto tipo (embotelladoras, fabricación de telas, papeles, etc.). Asimismo, el material radiactivo (fuentes selladas y fuentes abiertas) se utiliza de manera industrial para la medición de distintas variables de los suelos en el caso de las explotaciones de petróleo. La frecuencia de inspección es cada dos años.

Dentro de otras aplicaciones industriales se encuentran las instalaciones Clase III, que por el riesgo radiológico asociado no conllevan la realización de inspecciones, sino que requieren controles administrativos. Se trata de usos industriales varios con fuentes de muy baja actividad.

En 2021, la ARN efectuó inspecciones virtuales y presenciales (rutinarias y no rutinarias) a instalaciones industriales y licenciatarios de gammagrafía industrial que requirieron un esfuerzo regulatorio de 612 días-persona. Las inspecciones que se realizaron durante las etapas de ASPO/DISPO de la pandemia por COVID-19 incluyeron controles a distancia. Esto afectó el control regulatorio respecto a años anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales para su realización.

A fin de garantizar las condiciones de seguridad radiológica y seguridad física necesarias, **la ARN realizó las acciones correspondientes para la puesta a seguro de fuentes de instituciones que interrumpieron su operación normal** y no pudieron hacerse cargo de estas en tiempo y forma, que implicaron tareas de inspección en forma presencial para el retiro del material radiactivo.

Por otra parte, las instalaciones radiactivas Clase I comprenden las plantas de producción (de radioisótopos y fuentes selladas) y las plantas de irradiación (fijas o móviles). **En 2021, el esfuerzo regulatorio asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones fue de 80 días-persona.** Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años



Inspección regulatoria a una instalación industrial en la provincia de Santa Cruz

anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales por parte de la ARN para su realización.

Aceleradores Clase I

La ARN realiza el **licenciamiento y control regulatorio** de los aceleradores lineales y ciclotrones, que son máquinas aceleradoras de partículas a altas velocidades, utilizadas para investigación, desarrollo y producción de radioisótopos para diagnóstico y tratamiento.

Las instalaciones bajo control regulatorio son los **aceleradores lineales** con fines de investigación y las instalaciones de **producción de radiofármacos con ciclotrón**.

Actualmente, en Argentina hay cuatro aceleradores destinados a investigación; tres de los cuales tienen licencia de operación vigente y uno cuenta con licencia de retiro de servicio.

Asimismo, en el marco del **Plan Federal de Medicina Nuclear**, cinco instalaciones de producción de radiofármacos con ciclotrones cuentan con licencia de operación vigente y otras cuatro, asociadas a laboratorios de radiofarmacia, continúan en construcción: dos de estas instalaciones están más avanzadas y han solicitado la Licencia de Puesta en Marcha durante 2021.

En 2021, el esfuerzo regulatorio asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones fue de 144 días-persona. Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales por parte de la ARN para su realización.

TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

La ARN establece la reglamentación para el transporte seguro de materiales radiactivos en Argentina considerando los estándares internacionales fijados por el OIEA, **y verifica su cumplimiento mediante inspecciones, evaluaciones y auditorías regulatorias**, con el fin de garantizar la seguridad y proteger a las personas, los bienes y el ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes durante el transporte de materiales radiactivos.

Asimismo, **la ARN tiene la función de otorgar los Certificados de Aprobación** que se emiten como resultado de la evaluación del cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma regulatoria, tanto para el diseño de bultos para el transporte de materiales radiactivos, como para las fuentes selladas como sólido no dispersable y los arreglos especiales.



Inspección a un vehículo de radiofármacos en
Aeroparque Internacional Jorge Newbery

La ARN también lleva adelante un **programa de inspecciones**, que permite verificar que los usuarios cumplan con las condiciones establecidas en las normas,

los certificados, los procedimientos, los documentos de transporte u otra documentación asociada.

En 2021, **la ARN efectuó inspecciones presenciales de control regulatorio y licenciamiento que requirieron un esfuerzo regulatorio de 45 días-persona.** Las inspecciones se realizaron en plantas de producción y/o distribución de radiofármacos, y de combustibles nucleares, en la Central Nuclear Embalse para el retiro de Cobalto-60, y en el Aeroparque Jorge Newbery.

Debido al contexto de pandemia por COVID-19, el control regulatorio se vio modificado respecto a años anteriores y se requirieron esfuerzos adicionales por parte de la ARN para su realización.

Vigilancia radiológica ocupacional y ambiental

La ARN realiza verificaciones adicionales al control sobre las instalaciones reguladas, que incluyen **tareas de vigilancia radiológica de los trabajadores y el monitoreo radiológico ambiental** alrededor de estas instalaciones y en sitios estratégicos.

Estos controles consisten en determinaciones radioquímicas, físicas y biológicas, así como también en evaluaciones ambientales, dosimétricas (dosimetría externa, interna, biológica y computacional), radiopatológicas, y de protección radiológica asociadas a las descargas de efluentes radiactivos, a la gestión de residuos radiactivos, blindajes en instalaciones radiactivas y nucleares y de riesgo de accidentes de criticidad. De esta forma, se brinda soporte a una amplia gama de actividades regulatorias y de evaluaciones de impacto radiológico y de potenciales escenarios de emergencias en que hubiera liberaciones o exposiciones accidentales.

En el caso de las evaluaciones del impacto radiológico ambiental, la ARN realiza muestreos en aire, aguas, suelo, sedimento y diversos alimentos; y procesa y mide estas muestras. Asimismo, realiza mediciones de tasa de dosis ambiental, cuyos resultados son utilizados para verificar los informados por las instalaciones controladas.

VIGILANCIA RADIOLÓGICA OCUPACIONAL

La ARN controla y lleva un registro propio de las dosis individuales a las que está expuesto el personal, así como también de las dosis colectivas de cada instalación.

Los Responsables Primarios de las instalaciones relevantes están requeridos de llevar un registro de dosis ocupacionales basadas en mediciones individuales de exposición. **La ARN controla las dosis individuales informadas por los responsables de las instalaciones** y lleva un registro de las mismas.

Adicionalmente, la ARN realiza inspecciones específicas sobre aspectos de radioprotección en las centrales nucleares.

Durante 2021, **la ARN registró las dosis individuales de 3.949 trabajadores ocupacionalmente expuestos en instalaciones relevantes**, distribuidos según el tipo de instalación en el siguiente gráfico:

► **Distribución de trabajadores controlados en instalaciones relevantes durante 2021**



Total: 3.949 trabajadores ocupacionalmente expuestos

Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio 2017-2021, contabilizando las dosis recibidas en todas las instalaciones, las mismas resultaron inferiores al límite establecido en la normativa vigente (AR 10.1.1. "Norma Básica de Seguridad Radiológica" Revisión 4).

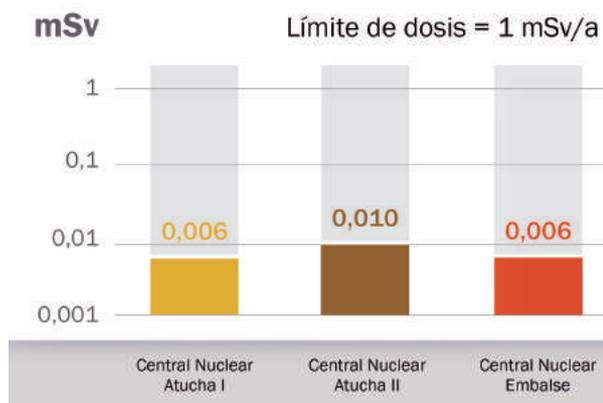
En el caso de la Central Nuclear Embalse, la dosis colectiva correspondiente al año 2021 fue 1,5 Sv persona, mientras que en la Central Nuclear Atucha I fue de 4,2 Sv persona y en la Central Nuclear Atucha II, de 0,43 Sv persona.

Asimismo, **la ARN evalúa el control de gestión de residuos radiactivos**, de manera de garantizar la correcta caracterización radiológica de los mismos, incluyendo la dispensa de los que correspondan. La ARN también verifica las condiciones de seguridad asociadas al almacenamiento de residuos radiactivos y combustibles gastados, incluyendo la realización de inspecciones específicas en la materia en las centrales nucleares.

De la misma forma, **la ARN evalúa los procedimientos de planificación y control de emisión de efluentes**,

establece los valores autorizados de descarga y calcula la dosis en la persona representativa (persona más expuesta) ubicada en los alrededores de las instalaciones relevantes, debido a dichas descargas, tanto en forma líquida como gaseosa, mediante la aplicación de modelos de transferencia ambiental y evaluación de dosis recomendados a nivel internacional.

► **Dosis debido a las descargas al ambiente efectuadas en el 2021, en la persona representativa de cada central nuclear**



La figura muestra, a modo de ejemplo, la dosis en la persona representativa correspondiente a las centrales nucleares. Los valores calculados son del orden de la milésima parte del límite de dosis vigente en la normativa nacional e internacional.

VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

La ARN lleva a cabo un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental (PMRA) en los alrededores de las instalaciones radiactivas y nucleares, que implica el muestreo y la posterior medición de la concentración de radionucleidos en diversas matrices ambientales: agua, aire, suelo, sedimento y alimentos. Asimismo, se miden los niveles de tasa de dosis ambiental. Este monitoreo es independiente de los que realizan los Responsables Primarios de las instalaciones.

Las muestras son procesadas y evaluadas en los laboratorios propios de la ARN, ubicados en el Centro Atómico Ezeiza (CAE), dedicados al pretratamiento de muestras, espectrometría gamma, medición de tritio, determinación de uranio por fluorimetría y por fosforescencia cinética, determinación de estroncio, medición de emisores alfa y beta, y mediciones de gas radón, entre otros. Las técnicas de laboratorio más relevantes se encuentran acreditadas bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017 por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA).

► **Principales instalaciones bajo vigilancia radiológica ambiental durante 2021**



Paralelamente a los ensayos que realiza, **la ARN también evalúa el impacto radiológico de las instalaciones controladas** a partir de los resultados del PMRA, con los cuales, verifica los resultados de los planes de monitoreo informados por los operadores de las instalaciones controladas.

En materia de protección radiológica del público y del ambiente, la ARN mantiene un proyecto de cooperación técnica con el OIEA que establece el asesoramiento y la capacitación a otros países.

Durante 2021, la ARN tomó **884 muestras** en las distintas instalaciones del país, representativas de las diversas matrices ambientales, a partir de las cuales la



Muestreo de aguas en la Laguna de Llanquanelo, punto de muestreo del Sitio Malargüe

ARN realizó y evaluó **1.867 ensayos en sus propios laboratorios**. Estas muestras incluyen las que ARN ejecuta en su PMRA y las muestras ambientales no rutinarias, correspondientes a estudios de línea de base, investigaciones varias y pedidos de terceros.

Debido a la emergencia sanitaria por COVID-19 y las consecuentes medidas del DISPO, dispuestas por el Gobierno Nacional, la viabilidad de tomar muestras, y en consecuencia, el número de ensayos realizados, disminuyeron en su cantidad, respecto a años anteriores, aunque resultaron mayores que en 2020. Por otro lado, la emergencia sanitaria limitó también el tratamiento de algunas matrices ambientales (específicamente alimentos, suelos y sedimentos) que exigían tareas de acondicionamiento de las mismas, incompatibles con los protocolos sanitarios aplicados para asegurar la salud de los trabajadores de la ARN.

La situación excepcional de la pandemia del COVID-19, requirió también la planificación de un muestreo con mínimo desplazamiento y asistencia a los laboratorios, que garantizó el control de aquellas instalaciones que se mantuvieron en operación durante el período de pandemia en 2021. Así, se pudieron muestrear en el marco del PMRA, las centrales nucleares, el Centro Atómico Ezeiza, el Sitio Malargüe y el ex Complejo Minero Fabril San Rafael, estos dos últimos en la provincia de Mendoza; y, parcialmente, el Complejo Fabril Córdoba y el ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes, ambos en la provincia de Córdoba, y el ex Complejo Minero Fabril La Estela, en la provincia de San Luis, en los cuales solamente se pudo realizar el recambio de detectores de radón en el perímetro de las instalaciones y en las viviendas vecinas.

Los resultados obtenidos del monitoreo ambiental se encontraron muy por debajo de valores que impliquen una dosis relevante en la población, siendo inclusive,



Muestreo de sedimentos en el Arroyo Tigre, punto de muestreo del ex Complejo Minero Fabril San Rafael

la mayoría de ellos, menores a los límites de detección. En los casos en que se registraron valores medibles y cuantificables (es decir, superiores a los límites de detección de las técnicas de medición empleadas), se debió mayormente a la presencia de radionucleidos naturales como el uranio, el Radio-226 y emisores alfa y beta. Precisamente, por su origen natural, estos radionucleidos pueden ser detectados en las matrices ambientales, de acuerdo a la distribución producida por distintos procesos naturales, independientemente de la influencia de las instalaciones bajo control.

También se alcanzaron a detectar muy bajas concentraciones de algunos radionucleidos no naturales, atribuibles a la operación normal de las instalaciones controladas. Dado que las distintas instalaciones tienen límites autorizados de descarga para aquellos radionucleidos compatibles con sus actividades, es esperable detectarlos en algunos puntos de muestreo.

El caso más usual es el tritio, medido en el aire y en aguas superficiales, en los alrededores del Complejo Nuclear Atucha (CNA) y de la Central Nuclear Embalse (CNE) y, ocasionalmente, detectable también en el Río de La Plata. Durante 2021, se registró un valor superior al límite de detección de Cobalto-60 en un sedimento de CNA, y valores superiores al límite de detección de Cesio-137 en algunos suelos y sedimentos en los alrededores de las centrales nucleares y en un sedimento del Centro Atómico Ezeiza (CAE). El caso del Cesio-137

es muy particular, ya que a pesar de no ser un radionucleído natural, fue distribuido ampliamente en el planeta debido al “fallout” producto de los ensayos nucleares atmosféricos, fundamentalmente entre las décadas del 50 y 70. Por este motivo, aún se lo puede hallar en bajas concentraciones, fundamentalmente en suelos y sedimentos, independientemente de las actividades de las instalaciones controladas por ARN. No obstante, en los pocos casos mencionados anteriormente, se pudo detectar algún aporte de las descargas controladas.

Durante 2021, todas las concentraciones de radionucleidos medidas resultaron ser valores compatibles con los esperados, muy alejados de los límites y restricciones de dosis para el público, sin implicar riesgo alguno para la población.

Los resultados de las determinaciones realizadas pueden observarse en:

https://www.argentina.gob.ar/arn/informacion-para-la-comunidad/vigilancia-radiologica-ambiental/plan-monitoreo/resultados-plan-monitoreo-radiologico_ambiental

A continuación, se presentan las conclusiones específicas obtenidas en las instalaciones monitoreadas:

Centrales nucleares

Durante 2021, se detectaron algunos radionucleidos medidos en los alrededores de las centrales, atribuibles a la operación normal de las mismas, fundamentalmente tritio en agua superficial y en condensado de humedad del aire. El tritio es el principal radionucleido presente en las descargas rutinarias autorizadas de las centrales, tanto líquidas como gaseosas. La diferencia que se puede apreciar entre las muestras del CNA y las de la CNE con relación al tritio se debe a que en el lago de Embalse es esperable encontrar concentraciones más altas y constantes que en un curso de agua de mayor caudal, como es el río Paraná. Como se mencionara anteriormente, se detectó Cobalto-60 en una muestra de sedimento del río Paraná y Cesio-137 en algunas muestras de sedimentos y suelos en los alrededores del CNA y de la CNE. En todas las mediciones, los valores se encontraron muy por debajo de valores derivados para el nivel de referencia de 0,1 mSv/año y, por lo tanto, son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

También se midieron concentraciones de emisores alfa y emisores beta por encima de los límites de detección, que responden a concentraciones naturales, como fuera explicado anteriormente.

► Puntos de muestreo en los alrededores del Complejo Nuclear Atucha (provincia de Buenos Aires)



Complejo Nuclear Atucha



Puntos de muestreo

CNA2,24,29	Agua superficial y sedimento (Río Paraná)
CNA2,20,21	Agua de consumo humano (subterránea)
CNA3,4,17,24,26	Aire (tasa de dosis ambiental)
CNA3,4,24	Aire (condensado de humedad)
CNA4,24	Suelo

► Puntos de muestreo en los alrededores de la Central Nuclear Embalse (provincia de Córdoba)



Central Nuclear Embalse



Puntos de muestreo

CNE1	Agua superficial y sedimento (Río Santa Rosa)
CNE2	Agua subterránea
CNE2,3,9	Agua superficial y sedimento (Embalse del Río III)
CNE12	Agua superficial y sedimento (Río La cruz)
CNE15	Agua superficial y sedimento (Río Grande)
CNE16	Agua superficial y sedimento (Arroyo Amboy)
CNE17	Agua superficial y sedimento (Embalse Piedras Moras)
CNE18	Agua superficial (Río III)
CNE28	Aire (condensado de humedad)
CNE29,32,34	Aire (condensado de humedad y tasa de dosis ambiental); Suelo
CNE35	Agua superficial y sedimento (Río Quillínz)
CNE37,39	Aire (tasa de dosis ambiental)

Centro Atómico Ezeiza (CAE)

Tal como se indicó en el inicio de este apartado, durante 2021 se detectaron concentraciones de radionucleidos naturales como uranio y emisores alfa-beta total por encima de los límites de detección en muestras de aguas subterráneas, aguas superficiales, sedimentos y suelos de los alrededores del CAE, siempre en concentraciones bajas y compatibles con los contenidos naturales en las matrices ambientales. Esto se puede afirmar por el hecho de que estos mismos valores se midieron también en los puntos blancos, es decir, aquellos puntos de muestreo no influenciados por las instalaciones controladas. Asimismo, se identificó un valor de Cesio-137 en sedimento del Arroyo Aguirre, aguas abajo del CAE, levemente superior al valor esperado por *fallout*, compatible con las descargas esperables de las instalaciones relevantes dentro del centro atómico.

En todos los casos, las concentraciones de los radionucleidos medidos son muy bajas y adecuadas desde el punto de vista radiológico para la población vecina.

► **Puntos de muestreo en los alrededores del Centro Atómico Ezeiza (provincia de Buenos Aires)**



	Centro Atómico Ezeiza
	Puntos de muestreo
CAE106,107, 108,109,111, 115	Agua de consumo humano (subterránea)
CAE66	Agua subterránea (Acuífero Puelche)
CAE67	Agua subterránea (Acuífero Pampeano)
CAE68	Agua subterránea (Acuífero freático)
CAE131,136	Agua superficial y sedimento (Arroyo Aguirre)
CAE163	Aire (tasa de dosis ambiental)
CAE163,164	Suelo

Complejos minero fabriles

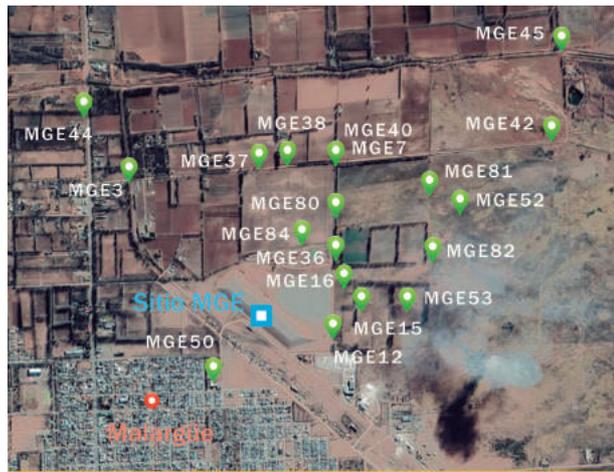
Como se mencionó anteriormente, solo se pudieron realizar los muestreos completos previstos en el Sitio Malargüe y el ex Complejo Minero Fabril San Rafael, ambos en la provincia de Mendoza; y, parcialmente, en el Complejo Fabril Córdoba y en el ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes, ambos en la provincia de Córdoba, y en el ex Complejo Minero Fabril La Estela, en la provincia de San Luis.

En el caso del Complejo Fabril Córdoba, del ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes y del ex Complejo Minero Fabril la Estela, solo se pudo realizar el retiro de detectores de radón y el cambio por nuevos detectores para poder continuar con la medición de este radionucléido en aire. Los resultados de radón en el aire de viviendas y lugares de trabajo en los alrededores de las instalaciones monitoreadas, se encuentran por debajo de los valores de referencia internacionales.

En el Sitio Malargüe y en el ex Complejo Minero Fabril San Rafael se llevaron a cabo determinaciones de concentración de uranio y de actividad de Radio-226 en muestras de aguas superficiales y sedimentos de los cursos y espejos de agua de la zona que pudieran verse impactados, así como en muestras de agua subterránea y potable. Respecto al agua potable, todos los valores se encuentran por debajo de los niveles guía sugeridos por la OMS, al igual que las aguas superficiales (agua no potable). Estos resultados coinciden con lo observado históricamente.

Los resultados indican que los valores medidos representan los contenidos naturales de uranio y radio de las respectivas zonas monitoreadas, con la excepción de algunos pozos de agua subterránea y sedimentos en los límites del Sitio Malargüe, cuyas concentraciones de uranio y Radio-226, respectivamente, indican la influencia puntual de su actividad antes del cierre.

► **Puntos de muestreo en los alrededores del Sitio Malargüe (provincia de Mendoza)**



	Sitio Malargüe
	Puntos de muestreo
MGE7	Agua superficial y sedimento (Zanjón planta)
MGE12,36	Agua superficial (Hijuela cementada)
MGE37	Agua superficial y sedimento (Drenaje superficial)
MGE42	Agua superficial y sedimento (Zanjón Los Caballos)
MGE44,45	Agua superficial y sedimento (Arroyo Durazno)
MGE15,16, 38,50,52, 53,80,81, 82,84	Agua subterránea
MGE3	Sedimento (Zanjón Los Caballos)
MGE40	Sedimento (Hijuela no cementada)



- Sitio Malargüe
- 📍 Puntos de muestreo

MGE2,26	Agua superficial y sedimento (Arroyo Chacay)
MGE32	Agua superficial y sedimento (Arroyo Agua Botada)
MGE47	Agua superficial y sedimento (Río Malargüe)
MGE48	Agua superficial y sedimento (Laguna Llancañelo)
MGE23,27, 49	Agua subterránea
MGE30	Sedimento (Arroyo Mocho)
MGE33	Sedimento (Arroyo Mina Huemul)
MGE46	Sedimento (Arroyo Malo)



- Ex Complejo minero fabril San Rafael
- 📍 Puntos de muestreo

SRF14, 15,16,17, 18	Agua superficial (Arroyo Tigre)
SRF36,37	Agua subterránea
SRF14,15, 16,17,18,	Sedimento

► **Puntos de muestreo en los alrededores del Ex Complejo Minero Fabril San Rafael (provincia de Mendoza)**



- Ex Complejo minero fabril San Rafael
- 📍 Puntos de muestreo

SRF1	Agua superficial (Embalse Los Reyunos)
SRF2	Agua superficial (Embalse El Tigre)
SRF4	Agua superficial (Embalse Galileo Vitali)
SRF6,7,9, 10,11	Agua superficial (Río Diamante)
SRF38	Agua superficial (Río Salado)
SRF2,4,10, 11,38	Sedimento

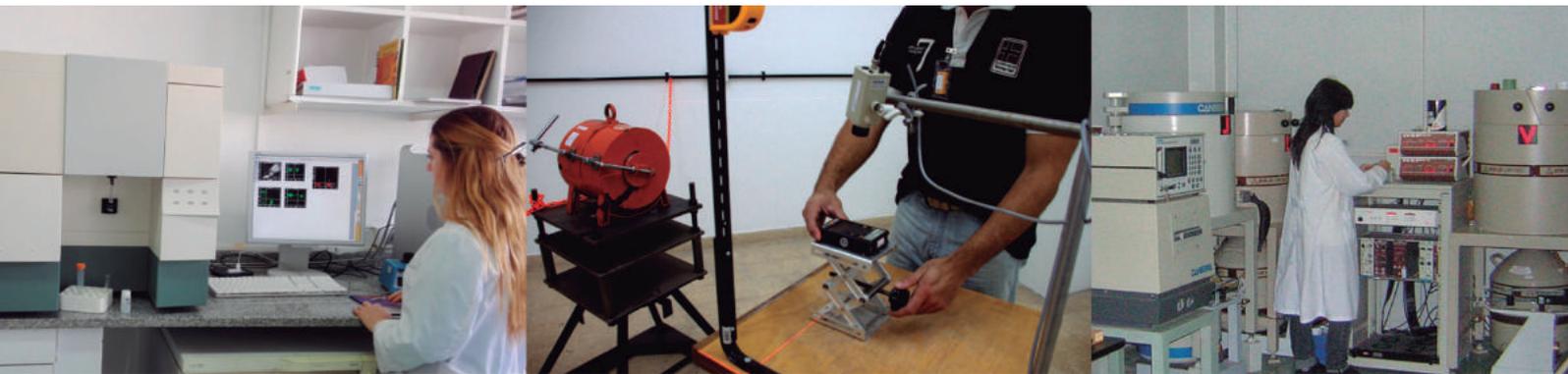
LABORATORIOS

La ARN tiene laboratorios propios y especializados en distintas áreas para realizar mediciones, calibraciones y evaluaciones que garantizan el aseguramiento de la protección radiológica de los trabajadores, el público y el ambiente.

Estos laboratorios están **organizados bajo un sistema de gestión de calidad** y las técnicas de laboratorio más relevantes se encuentran acreditadas por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA), bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017, cumpliendo con las más altas exigencias de la normativa internacional, a fin de asegurar la calidad de sus ensayos y calibraciones.

Actualmente, la ARN mantiene acreditados al Laboratorio de Ensayo Multisitio (LE 269) y al Laboratorio de Calibración (LC 029). Cabe destacar que el LE 269 comprende distintas técnicas que se realizan en los laboratorios de ensayos: Control Ambiental (LCA), Dosimetría Biológica (LDB) y Dosimetría Física (LDF).

En los laboratorios de la ARN se **procesan y miden las muestras de aire, agua, suelos, sedimentos y alimentos provenientes del monitoreo radiológico ambiental**, y se analizan también las muestras provenientes de la fiscalización y el control llevados a cabo por los agentes de la ARN. También se realiza la **dosimetría**



personal de todos los agentes de la ARN considerados ocupacionalmente expuestos, la **calibración de los equipos de medición** de campos de radiación ionizante utilizados por la ARN, la **medición directa de la carga corporal** en situaciones rutinarias, incidentales o accidentales y la **aplicación de dosímetros e indicadores biológicos** para la evaluación de distintas situaciones de sobreexposición.

En caso de potenciales escenarios de emergencias en que hubiera liberaciones o exposiciones accidentales, la ARN cuenta con las capacidades para realizar análisis radioquímicos, de dosimetría física, interna y biológica.

Durante el primer cuatrimestre del 2021, el OAA realizó las evaluaciones correspondientes al primer mantenimiento del LE 269. Dicha evaluación contempló al LDB y al Laboratorio Dosimetría por Termoluminiscencia (TLD), perteneciente al LDF. Por otra parte, se realizó el cuarto mantenimiento al LC 029. Las mencionadas evaluaciones correspondieron al 2020.

En noviembre de 2021, se realizó el segundo mantenimiento del LE 269. Dicha evaluación contempló a todos los laboratorios del LCA.

Los laboratorios de la ARN participan en proyectos de investigación y colaboración, en el marco de programas de cooperación técnica del **OIEA**, de la **Agencia de Energía Nuclear (NEA)** y del Comité Científico de las Naciones Unidas (**UNSCEAR**); y forman parte de redes internacionales como la Red de Respuesta y Asistencia (**RANET**), la Red de Preparación y Asistencia Médica de Emergencia por Radiación (**REMPAN**), la Red de Laboratorios Analíticos para la Medición de la Radiactividad Ambiental (**ALMERA**), la Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica (**LBDNet**) y la Red de Optimización de Protección Radiológica Ocupacional en Latinoamérica y el Caribe (**REPROLAM**). También forman parte de **ejercicios de comparación interlaboratorio** que tienen como fin asegurar la calidad de las mediciones.

Los laboratorios participaron durante 2021 en ejercicios de comparación interlaboratorio con laboratorios internacionales reconocidos y realizaron las siguientes tareas a fin de asegurar la calidad de las mediciones:

- ◀ Comparación interlaboratorio de BfS y pruebas de aptitud de detectores pasivos de radón 2021. Ejercicio organizado por Bundesamt für Strahlenschutz (BFS)
- ◀ Participación en la intercomparación de dosimetría biológica INTC08-2021, organizada por *Health Canada*
- ◀ Participación en la intercomparación para Estroncio-90, tritio en aguas, y actividad alfa y beta en aguas y en muestras de Swipes y espectrometría gamma en aguas y en muestras de bambú, organizada por el OIEA
- ◀ Participación en la comparación interlaboratorio de dosimetría ambiental para fotones, organizada por el Grupo Europeo de Dosimetría de Radiación (EURADOS)
- ◀ Mantenimiento y verificación de equipos por parte del personal de los distintos laboratorios de ensayo y calibración
- ◀ Aseguramiento de la calidad de los ensayos del Laboratorio de Dosimetría Biológica, evaluación de condiciones de esterilidad, viabilidad celular y verificación de reactivos mediante el ingreso de cultivos de linfocitos, a partir de muestras de donantes sanos
- ◀ Continuación del estudio de estabilidad de la curva de eficiencia del Contador de Todo el Cuerpo.

ACTIVIDADES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DESARROLLADAS

Con el objetivo de garantizar la adecuada protección de los trabajadores, el público y el ambiente, la ARN cuenta con laboratorios y equipamiento apropiados, así como con personal especializado que lleva a cabo la implementación de metodologías tanto en mediciones como en evaluaciones y sus validaciones en las diferentes áreas de trabajo, tanto en situaciones rutinarias como incidentales.

Se realizan tareas relacionadas al control regulatorio por parte de la institución en las siguientes áreas específicas:

- ◀ Realización del monitoreo radiológico ambiental, monitoreo de descargas, y la evaluación del impacto radiológico ambiental
- ◀ Análisis de dispersión de contaminantes en el ambiente
- ◀ Evaluaciones de seguridad radiológica en diferentes escenarios de exposición, en instalaciones y prácticas autorizadas
- ◀ Evaluaciones de seguridad radiológica en la gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados
- ◀ Evaluaciones de las descargas de material radiactivo al ambiente e inspecciones de radioprotección en centrales nucleares
- ◀ Evaluación de la exposición interna en trabajadores, miembros del público y en pacientes en el caso de nuevas terapias metabólicas con diferentes radiofármacos en el ámbito de medicina nuclear
- ◀ Determinación de radionucleidos retenidos en el cuerpo y evaluación de la dosis asociada
- ◀ Dosimetría personal y ambiental
- ◀ Calibración de equipos de medición de radiación
- ◀ Determinación de campos gamma, beta, neutrones y su evaluación dosimétrica
- ◀ Mediciones y evaluaciones de Dosimetría Biológica y de Radiosensibilidad Individual
- ◀ Determinación de indicadores diagnósticos y pronósticos en situaciones de sobreexposición accidental y evaluaciones en Radiopatología
- ◀ Evaluación de blindajes
- ◀ Evaluaciones de seguridad radiológica para la prevención de accidentes de criticidad
- ◀ Medición de radón en ambientes laborales y en viviendas
- ◀ Asesoramiento a médicos en materia de radioprotección a partir de evaluaciones dosimétricas y radiobiológicas.

Intervención y actuación en emergencias

La Autoridad Regulatoria Nuclear mantiene un **sistema permanente de intervención ante emergencias radiológicas y nucleares (SIER/SIEN)**, que se encuentra operativo las 24 horas, los 365 días del año y responde ante situaciones que pudieran exponer al público a las radiaciones ionizantes sin control.

Sistema de intervención en emergencias

SIEN Emergencias Nucleares	Emergencias originadas por accidentes en centrales nucleares, con consecuencias en el exterior de la instalación.
SIER Emergencias Radiológicas	Emergencias radiológicas en espacios públicos, y en toda instalación que haya manejo de material radiactivo, o que involucre a la población.

Este sistema planifica y coordina la implementación de **acciones de respuesta en conjunto con otras organizaciones**. Como parte de las actividades llevadas a cabo en la etapa de preparación, se brindan capacitaciones a organizaciones de respuesta de todo el país, que pudieran intervenir como primeros actuantes ante una emergencia.

PREPARACIÓN Y RESPUESTA EN EMERGENCIAS

Entre las tareas de preparación ante una emergencia, la ARN difunde las **medidas de protección para la población** y las acciones a implementar por las autoridades correspondientes, que participan en la respuesta de una emergencia radiológica o nuclear.

Para ello, la ARN realiza actividades de capacitación y difusión dirigidas a organizaciones de respuesta, instituciones civiles y educativas.

Durante 2021, se brindaron **capacitaciones externas** a más de 600 personas, a través de cursos, talleres y difusión sobre los mecanismos y estrategias de protección a fin de mejorar las capacidades de respuesta. Las capacitaciones se realizaron de manera virtual en el contexto de la pandemia del COVID-19. Se adaptaron los contenidos al formato *e-learning* para ser utilizados en cursos y talleres virtuales, como la capacitación del simulacro del Complejo Nuclear Atucha (CNA) 2021. De esta manera, se garantizó el acceso a la información de todos los establecimientos educativos dentro del radio de los 10 kilómetros del CNA.

Asimismo, en el marco de los **Ejercicios de Aplicación del Plan de Emergencia Nuclear**, la ARN mantiene

Durante 2021, la ARN brindó **capacitaciones externas a más de 600 personas** para mejorar las capacidades de respuesta en emergencias



Curso a Primeros Respondedores en la Preparación en Emergencias Radiológicas (marzo 2021)

una fluida relación con autoridades y organizaciones involucradas en la respuesta ante una emergencia.

En 2021, la ARN mantuvo el contacto virtual, debido a la pandemia por COVID-19, con organizaciones gubernamentales, provinciales y nacionales como la Dirección de Defensa Civil de la provincia de Buenos Aires, la Secretaría de Protección Civil de la Nación, el Ministerio de Defensa de la Nación y Nucleoeléctrica Argentina S.A., entre otros, para las tareas concernientes al **39° Ejercicio Anual de Aplicación del Plan de Emergencia del Complejo Nuclear Atucha**.



Capacitación al personal de la Cruz Roja Argentina sobre la respuesta ante emergencias radiológicas (abril 2021)

En el ámbito nacional, la ARN participó de manera presencial como observador de diferentes simulacros, como por ejemplo en los reactores de investigación RA-1 y RA-3, entre otros.

En tanto, la ARN también participó de manera virtual en un Ejercicio para ensayar las disposiciones operacionales de la **Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares y de la Convención sobre Asistencia en caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica (ConvEx-OIEA)**, cuyo objetivo es evaluar y mejorar en el marco internacional de preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica.



Capacitación al personal de salud del Hospital Militar Central "Cirujano Mayor Cosme Argerich" sobre protección radiológica durante emergencias (noviembre 2021)

Asimismo, la ARN participó en diferentes eventos, siendo los más relevantes:

- ◀ Taller virtual sobre arreglos para notificación y asistencia en materia nuclear o radiológica en incidentes y emergencias, organizado por el OIEA, del 12 al 16 de abril de 2021
- ◀ Taller virtual sobre fases de preparación y respuesta para emergencias con fuentes radiactivas, realizado por el OIEA, del 8 al 11 de junio de 2021
- ◀ Taller de Fundamentos de Seguridad Física y Nuclear, organizado por la ARN y la Administración Nacional de Seguridad Nuclear de Estados Unidos (NNSA, por su sigla en inglés), en junio y en agosto de 2021
- ◀ Curso de capacitación sobre el establecimiento de disposiciones y capacidades para la preparación y respuesta ante emergencias, organizado por el OIEA, el 27 y 28 de julio de 2021

Actividades de capacitación y difusión para organizaciones de respuesta e instituciones civiles

Actividad y temática	Modalidad	Destinado a
Cursos a Primeros Respondedores para la Preparación en Emergencias Radiológicas	Virtual	Uno de los cursos estuvo dirigido a Bomberos Voluntarios de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Mendoza y Santa Fe, Brigada de Riesgos Especiales de la Policía Federal, QBN Ejército Argentino, Fuerza Aérea, Brigada de Emergencias de los Bomberos de la Ciudad de Buenos Aires, servicios médicos de emergencia y otras organizaciones de respuesta. El otro curso fue destinado al personal de la Cruz Roja Argentina, en el que participaron todas las filiales del país.
Capacitaciones en la Preparación para la Emergencia Nuclear - Plan de Emergencia Complejo Nuclear Atucha	Virtual	Capacitaciones al personal docente de 24 establecimientos educativos del nivel inicial (maternal y jardín), nivel primario y nivel secundario, superior y adultos de la localidad de Lima, provincia de Buenos Aires.
Capacitación en Respuesta Médica	Presencial / Virtual	Capacitaciones al personal médico de los hospitales Naval "Cirujano Mayor Dr. Pedro Mallo", Militar Central "Cirujano Mayor Cosme Argerich" (CABA), y Zonal Virgen del Carmen (provincia de Buenos Aires) sobre la respuesta médica en emergencias radiológicas y nucleares destinado a plantel médicos y técnicos de los hospitales mencionados. Charla para estudiantes de la carrera de Toxicología de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Charla para el personal médico y enfermería de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
Asignatura "Emergencias" en la Carrera de Especialización en Protección Radiológica y Seguridad de Fuentes de Radiación	Virtual	Destinado a los alumnos de la edición 2021 de la Carrera de Especialización en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación dictado por la ARN.
Asignatura "Emergencias" en el Curso Básico de Protección Radiológica	Virtual	Destinado a los alumnos de la edición 2021 del Curso Básico de Protección Radiológica, dictado por la ARN.

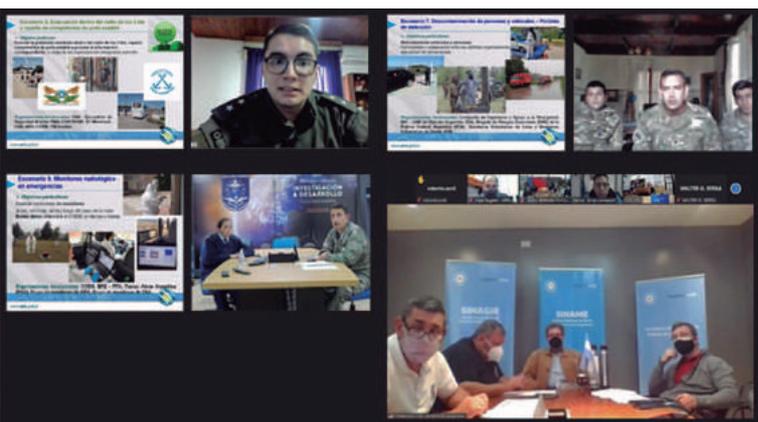
◀ Conferencia sobre el desarrollo de la preparación para la respuesta de emergencia nacional e internacional (EPR2021), del OIEA, realizada del 11 al 15 octubre de 2021.

SIMULACRO COMPLEJO NUCLEAR ATUCHA

Los planes de contingencia para el caso de accidentes nucleares involucran a la central nuclear, a la población de los alrededores y a las organizaciones de respuesta. La ARN aprueba esos planes y conduce y coordina la aplicación de las medidas automáticas de protección durante una eventual emergencia. Cada año se realiza el **Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencia** (simulacro) en las centrales nucleares, requerido en la Licencia de Operación respectiva, alternando entre el Complejo Nuclear Atucha y la Central Nuclear Embalse.

Debido a la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19, el **39° Ejercicio Anual de Aplicación del Plan de Emergencia** y los escenarios que se practican normalmente como control de accesos, descontaminación de personas y vehículos, corte de accesos, reparto de comprimidos de yodo a la población, *triage* médico, monitoreo radiológico en emergencias, eva-

cuación y puesta a cubierto, entre otros, no se pudieron desarrollar de manera presencial. Por esta razón, el ejercicio externo del Complejo Nuclear Atucha debió realizarse de manera virtual, el 30 de septiembre de 2021. Se realizó la reunión final, en formato virtual, encabezada por personal de la ARN y de NA-SA. Participaron de ella el personal de las organizaciones que forman parte del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR), como ser: Ministerio de Defensa de la Nación, Ministerio de Seguridad de la Nación, Secretaría de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes, Subsecretaría de Gestión del Riesgo y Protección Civil, Dirección General de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Argentina, Compañía de Ingenieros de Defensa Química, Biológica y Nuclear (QBN) y de Apoyo a la Emergencia-Batallón 601 del Ejército Argentino, Gendarmería Nacional Argentina, Superintendencia Federal de Bomberos de la Policía Federal Argentina (PFA), Brigada de Riesgos Especiales de la PFA, Policía Departamental Zárate-Campana, Comisaría de la Mujer de Lima, Defensa Civil de Zárate, Dirección de Coordinación de la Emergencia de Defensa Civil de la provincia de Buenos Aires, Dirección de Información y Monitoreo de Alertas y Emergencias y Catástrofes, Dirección de Operaciones de Defensa Civil de la provincia de Buenos Aires, Hospital Zonal de Agudos Descentralizado



Representantes de las distintas organizaciones de respuesta participando del ejercicio de escritorio del 39° Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencias Nucleares en el CNA

Virgen del Carmen de Zárate y Coordinación de Salud de la provincia de Buenos Aires Regional V.

En esta reunión se analizaron las responsabilidades de cada una de las organizaciones participantes y las medidas que se tomarían en caso de declaración de Alerta Verde o Alarma Roja, durante una emergencia nuclear.



Presentación de los diversos escenarios durante el desarrollo del ejercicio de escritorio del 39° Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencias Nucleares en el CNA

INTERVENCIONES EN EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

Durante 2021, el Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER) de la ARN fue requerido en varias oportunidades, entre las que se destacan:

- ◀ El 10 de mayo de 2021 se recibió una llamada al SIER de un proveedor de material radiactivo, quién informó sobre el extravío de un bulto de transporte que contenía un generador de Tecne-

cio-99/Molibdeno-99 de 18,5 GBq (gigabecquerelios), en el Aeropuerto Internacional de Ezeiza, Terminal de Exportación. El bulto iba a ser despachado con destino a la ciudad de Asunción, República del Paraguay. Ese mismo día, en horas del mediodía, se recibió un llamado del destinatario en dicho país, notificando que no había llegado a destino. Ante esta situación, la ARN solicitó al Laboratorio que se comunicara con el personal del depósito del aeropuerto. El jefe del depósito comentó que era probable que el bulto se hubiese despachado junto con otros, el 7 de mayo, con destino a la ciudad de Santiago de Chile. Luego de las averiguaciones realizadas, a las 15.50 del 10 de mayo se confirmó que el bulto se encontraba en Chile, a la espera de enviarlo a su destino correcto, dando por finalizado el hecho.

- ◀ El 4 de junio de 2021 se notificó la ocurrencia de un incidente con material radiactivo en el sector de medicina nuclear de un servicio de diagnóstico y tratamiento. La ARN se comunicó con la responsable del laboratorio, quién informó que en horas de la mañana, con el objeto de realizar un procedimiento médico, un técnico había intentado retirar de su blindaje una cápsula que contenía Yodo-131, cayéndose de las manos y siendo también aplastada por un ladrillo de plomo, dispersando el material radiactivo. Se detectó contaminación en el sitio y en las prendas del técnico, lo que motivó su descontaminación. Se procedió a clausurar temporalmente el laboratorio. La ARN indicó a la responsable que procediera a la verificación de las condiciones radiológicas del lugar y que almacenara los residuos en un depósito con ventilación, fuera del alcance de las personas no autorizadas, hasta su decaimiento o gestión.

- ◀ El 8 de julio de 2021 se recibió un llamado de la Gendarmería Nacional Argentina (GNA) desde Sierra Grande, provincia de Río Negro, para informar que se había detectado, en un control de ruta, un camión de cargas que transportaba 12 baldes plásticos, utilizados para el transporte de generadores estériles Molibdeno-99/Tecnecio-99, con destino a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se identificó mediante fotografías enviadas por la GNA que ninguno de los 12 baldes tenía las etiquetas de material radiactivo del lado externo y que algunos de ellos tenían la identificación "UN 2915", que significa Bulto del Tipo A. Se le realizó un acta al chofer del transporte y continuó su viaje con la carga hacia CABA. La situación quedó encuadrada en un incumplimiento por parte del centro médico que devolvía este material a su proveedor, quien indicó primero telefónicamente y luego, por correo electrónico, que los generadores de Molibdeno-99/Tecnecio-99, efectivamente se encontraban sin contenido radiactivo al momento del transporte.

- ◀ El 5 de agosto de 2021, se recibió un llamado de un particular que manifestó el hallazgo de un equipo que coincidía con la descripción de un dispositi-

vo que contenía material radiactivo utilizado para detección de contrabando, que había sido robado el 16 de enero de 2017 en la localidad de Campana, provincia de Buenos Aires, sobre el cual la ARN informó públicamente. Gracias a esta información, el dispositivo pudo ser recuperado. El robo había sido a un auto oficial de la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP), de donde se sustrajo el equipo Polimaster con una fuente de Bario-133.

- ◀ El 19 de noviembre de 2021, se comunicó el responsable de un servicio de medicina nuclear, autorizada para el uso de material radiactivo, para informar sobre el extravío de una fuente radiactiva de calibración de Cobalto-57, utilizada para la verificación de equipamiento de medicina nuclear. La fuente radiactiva estaba guardada en una caja plomada, dentro del cuarto caliente del servicio de Medicina Nuclear, al cual solo accedía personal autorizado. La ARN se hizo presente en el hospital, para tomar conocimiento del caso y realizar una búsqueda. Al 31 de diciembre de 2021 la fuente aún no había sido encontrada.