

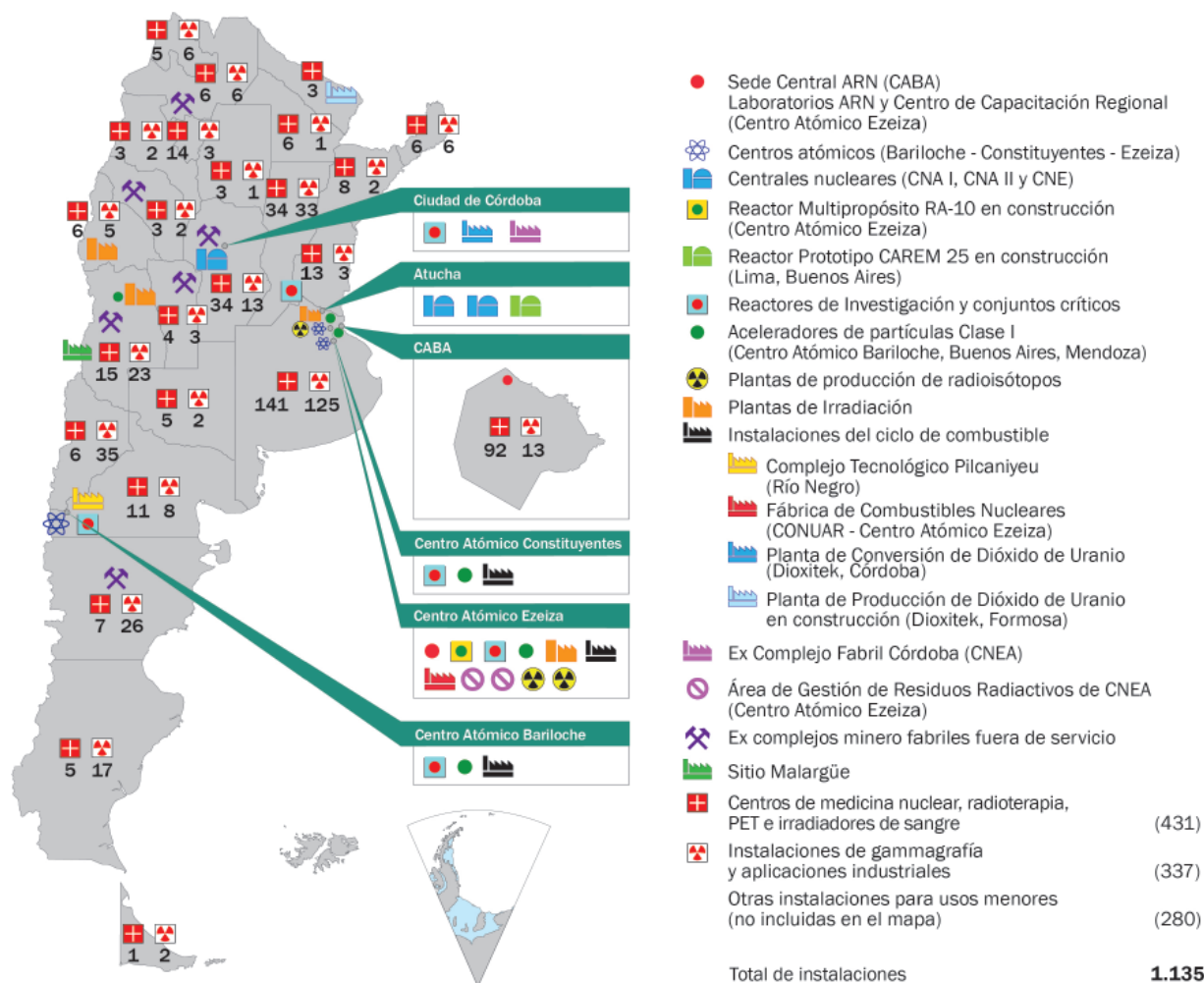
Seguridad radiológica y nuclear

La Autoridad Regulatoria 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 fa-

bricación 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 riesgo y 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 2022



► **Instalaciones bajo control regulatorio durante 2022 (*)**

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	104
Irradiadores de sangre	11
Centros de medicina nuclear	266
Centros PET	50
Instalaciones de gammagrafía	75
Aplicaciones industriales	262
Otras instalaciones para usos menores	280
Total	1.135

(*) A partir de 2022, la Tabla "Instalaciones bajo control regulatorio" contempla la discriminación de dos nuevas categorías: **Irradiadores de sangre**, ya que cuentan con un inventario radiactivo relevante; y **Centros PET**, que se consideran de manera separada de los Centros de Medicina Nuclear por su relevancia. Asimismo, la categoría **Centros de radioinmunoanálisis** detallada en los últimos informes anuales, ha sido incluida dentro de **Otras instalaciones para usos menores**. La diferencia en el número total, respecto a 2021, se debe a que se han contabilizado las instalaciones de Clase II y III por prestador de servicio/ emplazamiento, pudiendo contar cada uno de ellos con más de una licencia.

(**) 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 autoriza-

ciones 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.

Tras la pandemia del COVID-19, **la ARN amplió las acciones en seguridad radiológica y nuclear**, realizando inspecciones presenciales y controles virtuales, de manera remota, aplicando el concepto de enfoque graduado para definir el tipo de acción regulatoria, especialmente, en instalaciones Clase II (*ver Anexo Glosario y Siglas*)

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, de parada prolongada 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 licenciadas de la instalación o práctica.

► **Documentos regulatorios emitidos en 2022**

Tipo de documento regulatorio	Emitidos para instalaciones y prácticas reguladas	Emitidos para personal regulado
Clase I		
Licencias (*)	10	
Licencias individuales		22
Autorizaciones específicas		250
Clase II		
Licencias de operación	324	
Permisos individuales		623
Clase III		
Registros	31	
Permisos individuales para responsables de registro		47
Autorizaciones de prácticas no rutinarias	98	
Certificados de transporte de material radiactivo	6	
Autorizaciones de importación	417	
Autorizaciones de exportación	1077	

(*) Abarca licencias de construcción, puesta en marcha, operación, parada prolongada 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 2022, el proyecto de Operación a Largo Plazo continuó desarrollándose de acuerdo con los lineamientos regulatorios definidos por la ARN.

En relación con el proceso de licenciamiento de este proyecto, la **ARN y NA-SA firmaron el Documento Marco de Licenciamiento para la etapa B**, en el que se detallan la totalidad de las actividades de mejoras, modificaciones y reacondicionamiento de sistemas, estructuras y componentes que se llevarán a cabo durante la parada programada de reacondicionamiento de la central, como condición necesaria para la autorización de la mencionada etapa de operación.

Cabe señalar que el mencionado documento no solo desarrolla temas de seguridad nuclear, sino que también contempla los aspectos radiológicos durante las intervenciones que se harán en la parada programada de reacondicionamiento y los aspectos de gestión de residuos radiológicos, ambos de interés regulatorio. 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.

En 2022, se mantuvieron diversas **reuniones técnicas con NA-SA**, orientadas a la discusión del alcance técnico de las modificaciones y mejoras a la instalación que se encuentran listadas en el Documento Marco de Licenciamiento y se continuó con la revisión regulatoria de la ingeniería conceptual de las mismas.

Es importante destacar que **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 mantener el nivel de se-

La ARN y NA-SA firmaron el **Acuerdo Marco de Licenciamiento para la Operación a Largo Plazo de la Central Nuclear Atucha I**. Se trata de un **hito regulatorio clave** para la operación a largo plazo de la central, que le permitirá operar durante 20 años más

guridad y elevar la misma, en la medida de lo posible, a través del cumplimiento de la normativa moderna.



De der. a izq.: el presidente del Directorio de la ARN, Ing. Agustín Arbor González, y el presidente del Directorio de NA-SA, Ing. José Luis Antúnez, durante la firma del Acuerdo Marco

Reactor Prototipo CAREM 25

En 2022, la ARN continuó con las actividades regulatorias relacionadas con el licenciamiento del Reactor Prototipo CAREM 25, en el marco de la Autorización para la Utilización del Sitio y Construcción actualmente vigente.



Avance de construcción del Reactor Prototipo CAREM 25 (Crédito CNEA, enero 2023)

Así, se desarrollaron reuniones técnicas y de coordinación periódicas entre la ARN y CNEA, con el fin de llevar adelante las tareas generales del proyecto de licenciamiento de la instalación.

En relación con la documentación mandatoria relacionada para su licenciamiento, la ARN llevó a cabo la evaluación de una nueva revisión del “Manual de Calidad del Proyecto CAREM 25”, con el fin de verificar su adecuación a los requisitos derivados de la nueva norma regulatoria AR 10.6.1. “Sistema de gestión para la seguridad en las instalaciones y prácticas”, que entró en vigencia en 2021. Además, se iniciaron las tareas de verificación de los sistemas de ventilación del reactor, relacionados con la seguridad.

Durante 2022, se desarrollaron las actividades del **programa de inspecciones regulatorias a la construcción de estructuras civiles del CAREM 25**, a partir del cual se realiza un seguimiento de los procesos y subprocesos de la Entidad Responsable (CNEA), relevantes para la seguridad.

Cabe destacar que, en el plano internacional, la ARN integró la delegación argentina que participó activamente del lanzamiento de la **Iniciativa de Armonización y Estandarización Nuclear de Reactores Modulares Pequeños (SMR)**, por su sigla en inglés) que promueve el OIEA, con el objetivo de reunir a altos directivos de los organismos reguladores nucleares y líderes de la industria para facilitar el despliegue seguro de los SMR, con la contribución que representan para la consecución de las emisiones netas de CO₂ para 2050.



La delegación argentina integrada por ARN: Agustín Arbor González y Leonardo Sobehart; CNEA: Adriana Serquis y Sol Pedre; y NA-SA: Pablo Katz, Fernando Monserrat, Oscar Mazzantini y Antonio Young

La ARN apoyó la iniciativa y puso a disposición un documento con la propuesta de elaborar un Código de Conducta, adecuado para facilitar el consenso y resolver los problemas asociados a los desafíos regulatorios que presenta la nueva generación de los SMR.

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. Durante 2022, se finalizaron las tareas correspondientes a la obra civil.



Reactor Multipropósito RA-10 en construcción en el Centro Atómico Ezeiza (Crédito CNEA, diciembre 2022)

Se evaluó documentación mandatoria del sistema de gestión en base a la nueva norma regulatoria AR 10.6.1.,

vigente desde 2021, con el fin de que se adecúe a los nuevos requisitos.

Asimismo, se evaluaron y aprobaron cambios de diseño presentados por la Entidad Responsable (CNEA), y se realizaron tareas de evaluación de documentación relacionadas con el licenciamiento de personal para la futura puesta en marcha y operación del reactor.

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 2022. Si bien NA-SA, la Entidad Responsable, firmó en febrero de 2022 el contrato para su construcción, el mismo contenía puntos abiertos y condiciones técnicas para su efectividad que, hasta finales del 2022, no fueron concluidas.

Durante 2022, la ARN continuó trabajando en el Programa Multinacional de Evaluación de Diseños (MDEP, por su sigla en inglés) de la Agencia de Energía Nuclear (NEA, por su sigla en inglés), evaluando las características del diseño del HPR-1000 frente a eventos externos severos, accidentes severos, lecciones aprendidas del accidente de Fukushima y a la Declaración de Viena.

Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

En 2022, la ARN continuó con las **tareas de licenciamiento de los Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos**:

RA-0: el 20 de abril de 2022, la ARN otorgó a la instalación una Licencia de Parada Prolongada, con una vigencia de dos años calendario, a los efectos de que el proceso de implementación de la Revisión Integral de Seguridad (RIS) se lleve a cabo en el marco de esta Licencia.

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 continuó con la revisión de los capítulos del Informe de Seguridad, actualizados por la instalación.

RA-4: el reactor siguió durante 2022 en condición de parada segura, iniciada en noviembre de 2021. La ARN continuó con el proceso de revisión del Plan para la Revisión Integral de Seguridad del reactor, de versiones preliminares presentadas por la instalación a pedido de la ARN.

RA-6: el 12 de mayo de 2022, la ARN otorgó la extensión de la vigencia de la Licencia de Operación del reactor hasta el 28 de enero de 2023.

INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

Durante 2022, la ARN emitió las renovaciones de las Licencias de Operación de las siguientes instalaciones:

- ▶ Circuito Experimental de Alta Presión
- ▶ Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación
- ▶ Facilidad de Ensayos del Complejo Nuclear Atucha
- ▶ Laboratorio de Nanoestructuras
- ▶ Laboratorios de Nuevos Materiales y Dispositivos
- ▶ Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación
- ▶ Planta de Fabricación de Polvos de Uranio
- ▶ Taller Bu-man

Asimismo, la ARN emitió la renovación del Registro para el Laboratorio de Gases.

OTRAS LICENCIAS Y PERMISOS

Durante 2022, 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 2022*).

Entre ellas, se destacan las Licencias de Operación emitidas para:

- ▶ Ciclotrón y Línea de Producción de Radioisótopos para PET
- ▶ Planta de Producción de Radioisótopos por Fisión
- ▶ Unidad Ciclotrón Radiofarmacia – Centro de Imágenes Moleculares

En 2022, la ARN otorgó la Licencia de Puesta en Marcha para el Laboratorio Ciclotrón Farmacia, y la Licencia de Construcción para el Laboratorio de Desarrollo de Tecnología de Aceleradores.

También fueron otorgadas Autorizaciones de Práctica no Rutinaria a la Unidad Ciclotrón Radiofarmacia, del Centro de Imágenes Moleculares, al Acelerador Tandem y al Laboratorio de Desarrollo de Tecnología de Aceleradores.

La ARN continuó evaluando y otorgando permisos individuales, licencias individuales y autorizaciones es-

pecíficas al personal de las instalaciones reguladas que acreditó los niveles de capacitación, idoneidad y entrenamiento requeridos para desempeñarse en posiciones licenciables.

En 2022, continuó avanzando el **proceso de licenciamiento para el Centro Argentino de Protonterapia (CeArP)**, con la evaluación de la documentación mandatoria.

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 cuente 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 2022, no se presentaron programas de carreras y cursos externos para ser evaluados y reconocidos en sus contenidos por la ARN.

Los cursos y carreras externos, reconocidos por la ARN, acreditan la formación en protección radiológica necesaria para el otorgamiento de permisos individuales a técnicos y profesionales que hacen uso de radiaciones ionizantes en instalaciones radiactivas de Clase II y III.

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 se-

guridad 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 2022, la ARN realizó un total de 20.830 días-persona de inspecciones y evaluaciones regulatorias, con un esfuerzo regulatorio de 19.401 días-persona en las áreas de seguridad radiológica y nuclear; de 1.180 días-persona en el área de salvaguardias y de 249 días-persona en el área de protección y seguridad física.

REACTORES NUCLEARES

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 ejecutó las tareas de fiscalización planificadas para 2022, que incluyeron la fiscalización de los programas de pruebas repetitivas, de mantenimiento, de la ejecución del ejercicio interno de emergencia, y de los eventos de experiencia operativa de la central, entre otros.

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** de la CNA I se llevó a cabo desde el 3 de septiembre hasta el 24 de noviembre de 2022. 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.

Entre las tareas sobre las que ARN realizó un **seguimiento regulatorio**, se destacan por su implicancia para la seguridad: la revisión de válvulas del sistema de inyección de boro, la limpieza de los intercambiadores del circuito intermedio de refrigeración nuclear y del circuito de refrigeración posterior, el reemplazo de la máquina de recambio de elementos combustibles, la realización del mantenimiento de los equipos diésel de emergencia, el mantenimiento y la realización de ensayos de baterías del circuito eléctrico de emergencia, 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, así 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 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 establecido por la ARN en la Licencia de Operación.

Asimismo, durante 2022, los inspectores especializados de la ARN efectuaron un seguimiento de las tareas de puesta en marcha del **Edificio de Almacenamiento en Seco de Elementos Combustibles Quemados**, anexo a la casa de piletas de la CNA I, el cual quedó operativo a partir de noviembre de 2022.

En 2022, la CNA I tuvo **dos salidas de servicio no programadas**. En el marco de las mismas, la ARN realizó el seguimiento regulatorio correspondiente tanto de las actividades de parada como de la entrada en servicio de la central.

La ARN también fiscalizó la ejecución del ejercicio interno de emergencia, realizado durante 2022 de manera completa, luego de la modalidad de ejercicios parciales, implementada durante las restricciones que tuvo la pandemia del COVID-19 en 2020 y 2021.

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

En el marco del control regulatorio asociado a la operación de la central nuclear, la ARN ejecutó las tareas de fiscalización planificadas para 2022, que incluyeron la fiscalización de los programas de pruebas repetitivas, de mantenimiento, de la ejecución del ejercicio interno de emergencia, y de los eventos de experiencia operativa de la central, entre otros.

A partir de marzo de 2022, se llevó a cabo la **Parada Programada**, prevista originalmente para 2021, que había sido diferida con la correspondiente autorización de la ARN. Dicha parada se llevó a cabo desde el 9 de marzo hasta el 26 de julio de 2022. 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.

Entre las tareas sobre las que la ARN realizó un seguimiento regulatorio se destacan por su implicancia para la seguridad: el reemplazo de los tubos guías de sonda de flujo neutrónico que presentaron signos de pandeo y la extracción de tubos guías de las barras de control hidráulicas; la ejecución del programa de inspección de los internos del reactor; la implementación de una modificación en las bombas del circuito moderador y de mejoras en el sistema de ventilación del edificio del reactor KL; la reparación de válvulas de seguridad del presurizador; la intervención en una de las bombas principales de refrigeración; la inspección de tubos de uno de los generadores de vapor; la construcción de las instalaciones complementarias para la conexión del generador diésel móvil a las barras de emergencia; el reemplazo de un convertidor rotativo de alimentación eléctrica por un convertidor estático; el reemplazo de las bobinas de mando en válvulas del circuito de vapor; el mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes de seguridad de la planta; y la ejecución de las pruebas repetitivas.

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

La inspección residente y los inspectores especializados en protección radiológica y seguridad nuclear de la ARN estuvieron presentes en la central para efectuar el control regulatorio y realizar todas las verificaciones necesarias para garantizar que la central continúe cumpliendo con el nivel de seguridad establecido por la ARN en la Licencia de Operación.

El 9 de octubre de 2022 se produjo una **salida de servicio no programada** debido a la detección de vibraciones en la turbina de la central. En noviembre de 2022, durante la realización de inspecciones en el reactor, se detectó un desperfecto mecánico dentro del recipiente de presión del reactor.

La CNA II se mantuvo en parada segura, mientras el operador NA-SA trabajó para la resolución del desperfecto. El evento no implicó riesgo para la seguridad de las personas ni el ambiente.

Durante los meses de noviembre y diciembre de 2022, en base al diagnóstico adecuado de la falla y alternativas de reparación analizadas por NA-SA, la ARN estableció los requisitos de seguridad a contemplarse en la propuesta formal que NA-SA debió presentar ante el regulador. Esta etapa incluyó el asesoramiento del personal científico-técnico de la ARN al personal técnico de NA-SA sobre el alcance esperado de la propuesta, que fue sometida a evaluaciones exhaustivas e independientes por parte de la ARN. Las tareas de evaluación, reparación e inspecciones continuaron en 2023.

Asimismo, **la ARN fiscalizó la ejecución del ejercicio interno de emergencia**, realizado durante 2022 de manera completa, luego de la modalidad de ejercicios parciales implementada durante la pandemia del COVID-19 en 2020 y 2021.

Central Nuclear Embalse (CNE)

En el marco del control regulatorio asociado a la operación de la central nuclear, la ARN ejecutó las tareas de fiscalización planificadas para 2022, que incluyeron la fiscalización de los programas de pruebas repetitivas, de mantenimiento, de la ejecución del ejercicio interno de emergencia, y de los eventos de experiencia operativa de la central, entre otros.

La **Parada Programada** se llevó a cabo desde el 1º de octubre hasta el 11 de diciembre de 2022. 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 el avance de las últimas modificaciones 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, como ser las inspecciones a los generadores de vapor 1 y 3, del intercambiador de calor del moderador y de una de las bombas de refrigeración principal. 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.

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 para realizar en conjunto todas las verificaciones necesarias para garantizar que la central continúe cumpliendo con el nivel de seguridad que fue aceptado y establecido en su Licencia de Operación por la ARN. Los trabajos de inspección se complementaron también con la realización de otras tareas y evaluaciones virtuales.

En 2022, la CNE tuvo **dos salidas de servicio no programadas**. En el marco de las mismas, la ARN realizó el seguimiento, tanto de las actividades de parada como de las maniobras de potencia y arranque de la central.

La ARN fiscalizó la ejecución del ejercicio interno de emergencia, que fue ejecutado durante 2022 de manera completa, luego de la modalidad de ejercicios parciales implementada durante la pandemia del COVID-19 en 2020 y 2021.

Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

Durante 2022, los reactores de investigación RA-1, RA-3 y RA-6 permanecieron operativos, mientras que los conjuntos críticos RA-0 y RA-4 estuvieron en la condición de parada segura, debido a tareas vinculadas con el proceso de Revisión Integral de Seguridad (RIS).

Las tareas de control regulatorio se llevaron a cabo normalmente, de acuerdo al **Plan Anual de Inspecciones**:

RA-0: la ARN evaluó los informes periódicos generados por la instalación y participó en el desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencia y del examen de reentrenamiento anual del personal, que se realizó de manera virtual. Se realizaron dos inspecciones *in situ* a los efectos de verificar el avance de las tareas de la fase de implementación del proceso de RIS.

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. La ARN también 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 dos inspecciones generales *in situ* al reactor en la cual se verificó la gestión de mantenimiento, operación y radioprotección.

RA-6: la ARN realizó tres inspecciones generales *in situ* en las cuales se verificó la gestión de mantenimiento, operación, la radioprotección y el desarrollo del Ejercicio Anual del Plan de Emergencias. 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 el reactor se encuentra en la etapa final del retiro de servicio (sin combustibles ni fuentes radiactivas). En 2022, se iniciaron los trámites administrativos pertinentes para la finalización del control regulatorio.

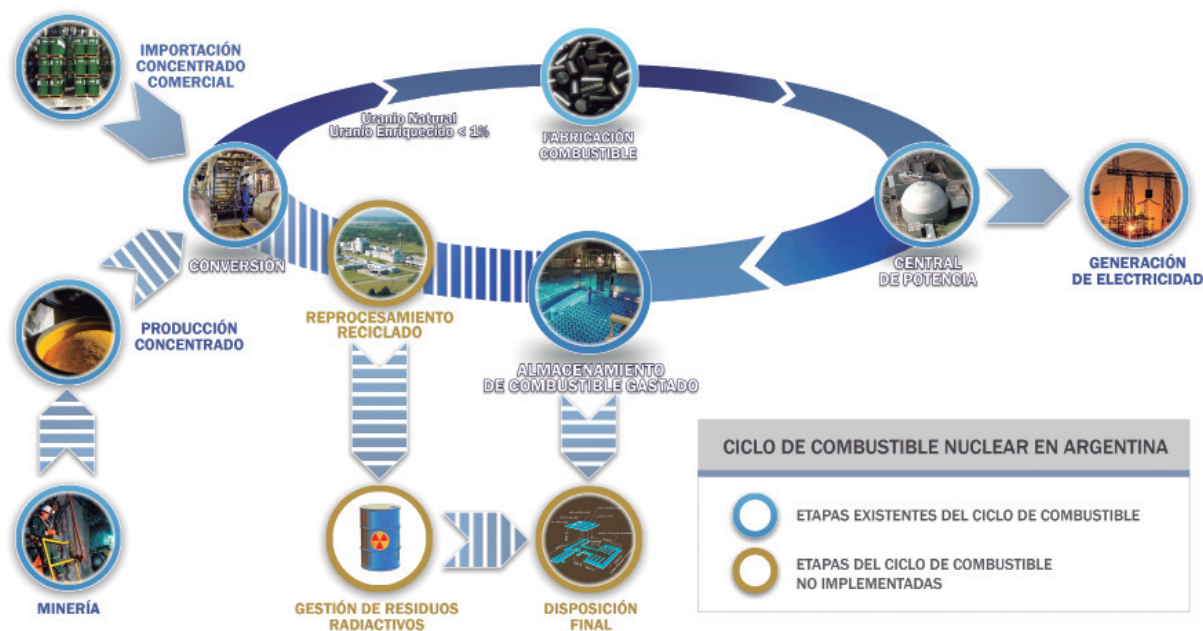
INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE

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

► Ciclo de combustible nuclear en Argentina



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 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 instalaciones del ciclo de combustible fue de 512 días-persona durante 2022.

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 2022, 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 2022, en distintas misiones.



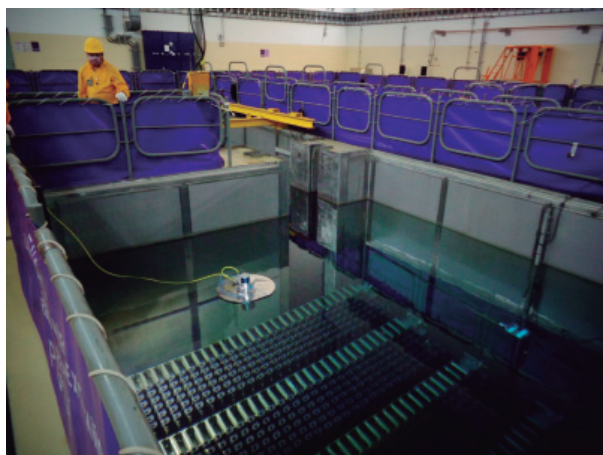
Inspección internacional de salvaguardias de la ABACC y el OIEA en el Complejo Nuclear Atucha

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 13 inspectores para realizar inspecciones en la República Federativa del Brasil; y coordinó la participación de 6 inspectores en cursos de capacitación y entrenamiento, como parte del plan de capacitación continua de la ABACC.

La ARN continuó con la fiscalización y evaluación de la implementación del régimen de inspección aleatoria con breve preaviso para el período contable 2021-2022 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. En febrero de 2022, se finalizó la descarga del primer núcleo de la Central Nuclear Embalse (CNE), después de su parada en el marco del PEV, y la ARN fiscalizó las actividades de las agencias de control para la verificación del primer núcleo bajo el régimen de inspecciones aleatorias con breve preaviso. En marzo de 2022, se realizó en la CNE la apertura de silos y traslado de canastos con elementos combustibles irradiados para su inspección visual, implementando los procedimientos acordados especialmente con la ABACC y el OIEA para la aplicación de salvaguardias durante dichas tareas. Asimismo, en agosto de 2022, comenzó la operación rutinaria de los sistemas de contención y vigilancia del nuevo sistema de almacenamiento en seco de la CNA I. 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, auditorías virtuales e inspecciones presenciales para el seguimiento del cumplimiento regulatorio.



Prueba de un robot flotante con visor Cherenkov para verificar material nuclear en las piletas de la CNA I

En septiembre de 2022, la ARN organizó y dictó el “**Taller para Responsables y Operadores de Instalaciones bajo Salvaguardias**”. La capacitación dirigida a responsables y operadores de instalaciones bajo salvaguardias forma parte del Plan Nacional de Capacitación en Salvaguardias. Participaron 28 operadores de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Río Negro, que trabajan en diferentes instalaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Nucleoeléctrica Argentina S.A., Dioxitek S.A., CONUAR S.A., Universidad Nacional de Córdoba e INVAP S.E.



Participantes del “Taller para Responsables y Operadores de Instalaciones bajo Salvaguardias”

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de salvaguardias y protección física en instalaciones del ciclo de combustible, y de seguridad física para instalaciones nucleares y radiactivas fue de 993 días-persona durante 2022.

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 luego 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.



Inspección regulatoria a una instalación licenciada de radioterapia

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.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en instalaciones médicas fue de 1.296 días-persona durante 2022.

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.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en instalaciones

industriales y a licenciarios de gammagrafía industrial fue de 764 días-persona durante 2022.

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). **El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones Clase I fue de 192 días-persona durante 2022.**

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.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones fue de 152 días-persona durante 2022.

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 noci-

vos de las radiaciones ionizantes durante el transporte de materiales radiactivos.



Verificación de una remesa de transporte de sustancias fisiónables en solución de uranio en el Laboratorio de Triple Altura, en el Centro Atómico Ezeiza

Durante 2022 la ARN impulsó la discusión del tema de la **denegación de envíos internacionales de material radiactivo**, en el marco del OIEA. El objetivo propuesto por la ARN fue redactar un Memorando de Entendimiento que comprometa a los Estados Miembros del OIEA a evitar la demora o denegación de los envíos. Como resultado de sucesivas reuniones y en respuesta a la Resolución GC (65)/RES/8 de la Conferencia General del OIEA, párrafos 79 y 80, se estableció el Grupo de Trabajo sobre Denegación de Envío (DoS WG, por su sigla en inglés *Denial of Shipment Working Group*) por un período de cuatro años (2023-2026). La ARN integrará el mismo y colaborará en la redacción del Memorando propuesto.

Otra de las funciones que tiene la ARN en lo que respecta al transporte de materiales radiactivos, es el **otorgamiento de 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.

La ARN también lleva adelante un **programa de inspecciones**, que permite verificar que los usuarios cumplen con las condiciones establecidas en las normas, los certificados, los procedimientos, los documentos de transporte u otra documentación asociada. En 2022, 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.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN fue de 140 días-persona durante 2022.

Vigilancia radiológica ocupacional, evaluación de impacto y monitoreo radiológico ambiental

La ARN realiza **verificaciones adicionales** al control sobre las instalaciones reguladas, que incluyen **tareas de vigilancia radiológica ocupacional de los trabajadores del sector nuclear, de evaluación del impacto en el público y del 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.

En el caso del **monitoreo radiológico ambiental**, la ARN realiza muestreos propios 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.

La ARN también realiza una **evaluación de impacto en el público** de las instalaciones relevantes reguladas y un monitoreo radiológico ocupacional de sus trabajadores ocupacionalmente expuestos.

VIGILANCIA y MONITOREO RADIOLÓGICO OCUPACIONAL

La ARN efectúa el monitoreo radiológico ocupacional de sus trabajadores y realiza una vigilancia del personal de las instalaciones relevantes, que con-

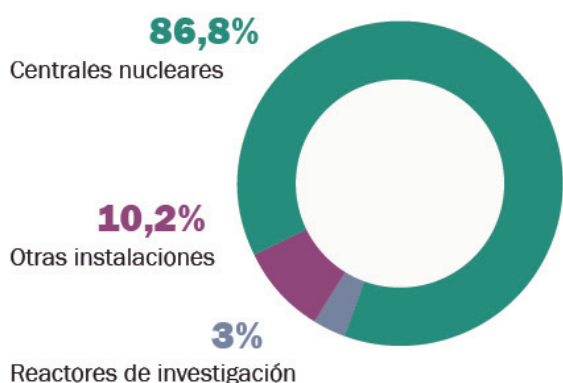
siste en controlar y llevar un registro, de las dosis individuales a las que está expuesto, así como también de las dosis colectivas de cada instalación.

Los Responsables Primarios de las instalaciones relevantes están requeridos de llevar un registro de dosis ocupacionales basadas en mediciones individuales de exposición. **Las mismas son remitidas a la ARN en forma periódica.**

Adicionalmente, la ARN realiza inspecciones específicas sobre aspectos de radioprotección en las centrales nucleares y en las demás instalaciones y prácticas reguladas.

Durante 2022, **la ARN registró las dosis individuales de 4.376 trabajadores ocupacionalmente expuestos en instalaciones relevantes**, distribuidos según el tipo de instalación en el siguiente gráfico:

► **Distribución de trabajadores controlados en instalaciones relevantes durante 2022**



Total: 4376 trabajadores ocupacionalmente expuestos

Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio 2018-2022, contabilizando las dosis recibidas en todas las instalaciones, las mismas resultaron inferiores al límite establecido en la normativa vigente (Norma Regulatoria 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 2022 fue 1,54 Sv persona, mientras que en la Central Nuclear Atucha I fue de 3,67 Sv persona y en la Central Nuclear Atucha II fue de 3,69 Sv persona.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL PÚBLICO

Las descargas de material al ambiente emitidas por todo tipo de instalación industrial generan un impacto en el público que se encuentra en las cercanías. En el

caso de la industria nuclear, dicho impacto se evalúa mediante la aplicación de modelos de transferencia ambiental, empleados a nivel internacional, que permiten calcular la dosis potencial en la que incurriría el público debido a las descargas.

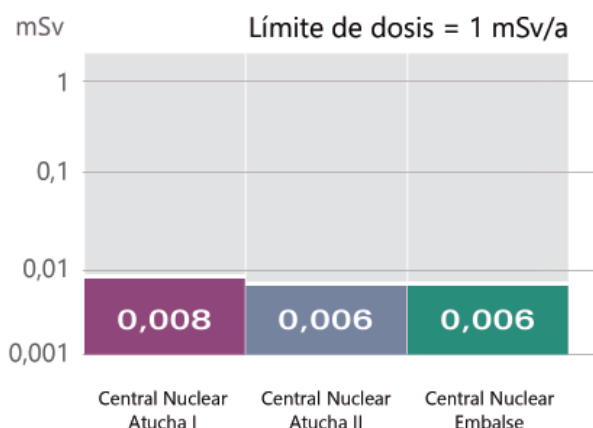
Para ello, se define a un individuo que representará al público, al que se denomina "**persona representativa**", quien resulta ser una persona que por su ubicación, hábitos y costumbres es la que se encuentra más expuesta a las descargas de una dada instalación.

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.

La ARN evalúa los procedimientos de planificación y control de emisión de efluentes al ambiente, establece los valores autorizados de descarga para cada instalación y calcula la dosis en la persona representativa, debido a dichas descargas, tanto en forma líquida como gaseosa.

A continuación, la figura muestra, a modo de ejemplo, las dosis anuales calculadas en la persona representativa debido a las descargas al ambiente de las centrales nucleares. Los valores calculados son del orden de la milésima parte del límite de dosis vigente en la normativa nacional e internacional.

► **Dosis debido a las descargas al ambiente efectuadas en el 2022, en la persona representativa de cada central nuclear**



MONITOREO RADIOLÓGICO 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 monitoreo radiológico ambiental



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.



Muestreo de agua subterránea en cercanías del excomplejo minero fabril Los Colorados, provincia de La Rioja

Durante 2022, la ARN tomó **1.496 muestras** en las distintas instalaciones del país, representativas de las diversas matrices ambientales, a partir de las cuales la ARN realizó y evaluó **2.344 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.

Los resultados obtenidos del PMRA 2022 se encontraron muy por debajo de los límites y restricciones de dosis para el público.

En su mayoría, las concentraciones de radionucleidos medidas en las muestras ambientales fueron menores a los límites de detección de las técnicas y los equipos de medición empleados, los cuales son entre uno y dos órdenes de magnitud por debajo de los valores de referencia usuales.

En algunos otros casos, se pudieron cuantificar, fundamentalmente en aquellos radionucleidos que tienen un origen natural, tales como los emisores alfa y beta, el uranio y el Radio-226. Estos radionucleidos se pudieron detectar en prácticamente todas las muestras de agua, suelo, sedimentos y aire, y sus valores fluctúan ampliamente en forma natural, de acuerdo al tipo de suelo y de las aguas de cada zona. Es así que, en algunos puntos de muestreo más cercanos a los ex complejos minero fabriles de uranio, fue más común encontrar concentraciones de uranio y radio en aguas y sedimentos, en un mayor valor que los demás puntos. Solo en estos contados casos se pudo identificar un aporte adicional a los valores naturales, producto de las actividades pasadas en los complejos.



Recambio de detectores de gas radón en aire en alrededores del ex complejo minero fabril Los Gigantes, provincia de Córdoba

También se detectaron muy bajas concentraciones de algunos radionucleidos no naturales, atribuibles a la operación normal de las instalaciones bajo control regulatorio, ya que no se encontrarían naturalmente en las matrices ambientales, a excepción del Cesio-137, como se explicará posteriormente. Dado que las distintas instalaciones tienen valores autorizados de descarga para aquellos radionucleidos compatibles con sus actividades, es esperable encontrarlos en algunas matrices ambientales y en algunos puntos de muestreo.

El caso más usual es el del tritio, al cual se lo puede encontrar en condensados de humedad del aire (en concentraciones mayores cuanto más cerca de las centrales se realice el muestreo), en aguas superficiales, e inclusive, en algunas muestras de leche y vegetales, 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, como receptor del Río Paraná. En todos los casos, los valores medidos de tritio se condicen con las descargas autorizadas y esperables de las centrales nucleares y están muy por debajo de los valores estipulados en las regulaciones nacionales e internacionales.

Como se mencionó anteriormente, el caso del Cesio-137 es muy particular, ya que a pesar de no ser un radionucleido natural, fue distribuido ampliamente en el planeta debido al *fallout* producto de los ensayos nucleares atmosféricos realizados entre las décadas del 50 y 70. Por este motivo, aún se lo puede hallar en bajas concentraciones, fundamentalmente en suelos y sedimentos. Incluso también se lo puede detectar en algunas muestras de pescados y vegetales, dependiendo del contenido de cesio que pudiera estar presente en las aguas y suelos de los que provienen, independientemente de las actividades de las instalaciones bajo control regulatorio de la ARN.

Durante 2022, se detectaron bajas concentraciones de Cesio-137 en suelos y sedimentos de los alrededores de las centrales nucleares, del Centro Atómico Ezeiza (CAE), del Centro Atómico Bariloche (CAB), así como en pescados del Río Paraná, en cercanías del CNA, e incluso, en verduras muestreadas en puntos blancos, sin ninguna relación con las instalaciones controladas por la ARN. Si bien todos los valores medidos son compatibles con el aporte por *fallout*, no se puede descartar que en algunos de los puntos de muestreo más cercanos a las instalaciones mencionadas, exista una proporción del Cesio-137 medido, que fue aportado por las descargas autorizadas, en un orden de magnitud similar a la aportada por el *fallout*, manteniéndose aún así, muy por debajo de los límites dosimétricos.

Como conclusión, en 2022, todas las concentraciones de radionucleidos medidas en las matrices ambientales muestreadas resultaron ser **valores compatibles con los esperados, muy alejados de los límites y restricciones de dosis para el público, sin implicar riesgo alguno para a población.**

Los resultados del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental para el período 2022, incluyendo las tablas de mediciones efectuadas y los mapas de puntos de muestreos, indicando las matrices ambientales analizadas para cada instalación controlada, se encuentran disponibles en:

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

La ARN tiene laboratorios propios y especializados en distintas áreas para realizar mediciones, calibraciones y evaluaciones que garantizan 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 2022, el OAA realizó las evaluaciones correspondientes al primer y segundo mantenimiento del LC 029, considerando el período 2021-2022.

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 inspectores 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.

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 2022 en ejercicios de comparación interlaboratorio con laboratorios nacionales e internacionales reconocidos y realizaron las siguientes tareas a fin de asegurar la calidad de las mediciones:

- ▶ Participación en la comparación interlaboratorio de dosimetría biológica INTC08-2022, organizada por *Health Canada*.
- ▶ Participación en la comparación interlaboratorio para Estroncio-90, tritio, actividad alfa y beta, y distintos radionucleidos emisores gamma en aguas. También Cesio-137 y actividad Alfa y Beta en suelos, así como la comparación interlaboratorio de la lectura de distintos espectros gamma, todas ellas organizadas por el OIEA.
- ▶ Participación en los ensayos de comparación interlaboratorio "Interlab", organizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), tanto para la determinación del contenido de uranio en agua por las técnicas de *Kinetic Phosphorescence Analysis (KPA)* y fluorimetría, como para la determinación de la concentración de tritio en agua por medición directa por centelleo líquido.
- ▶ Participación en la comparación interlaboratorio de dosimetría personal de cuerpo entero, organizada por el Grupo Europeo de Dosimetría de Radiación (EURADOS) – IC2022ph.
- ▶ 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.

En 2022 **la ARN organizó un ejercicio de comparación interlaboratorio nacional**, de dosimetría personal de cuerpo entero para fotones, dirigida exclusivamente a laboratorios nacionales y de carácter gratuito.

Asimismo, durante 2022, se realizó un importante avance en el estudio para la implementación de un plan de sistematización del seguimiento de la dosimetría de los trabajadores ocupacionalmente expuestos en servicios de medicina nuclear, de alcance nacional. En tal sentido, se finalizó la Guía "Instrucciones para el control in situ de la exposición interna a I-131 en Argentina" y se comenzó a elaborar un programa de contenidos, material de estudio y un cronograma de capacitación para todos los servicios.

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 y evaluación del monitoreo de descargas y 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, con fines de protección radiológica, de campos de radiación gamma y neutrones, y de contaminación superficial
- ▶ 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 2022, la ARN brindó capacitaciones externas a más de 350 primeros respondedores y personal de salud para mejorar las capacidades de respuesta ante una emergencia

Durante 2022, se brindaron **capacitaciones externas a más de 350 primeros respondedores y personal de salud** 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, presencial y mixta. Se adaptaron los contenidos al formato *e-learning* para ser utilizados en cursos y talleres virtuales y a plataformas de contenidos visuales e interactivos para la capacitación del simulacro de la Central Nuclear Embalse (CNE) 2022.



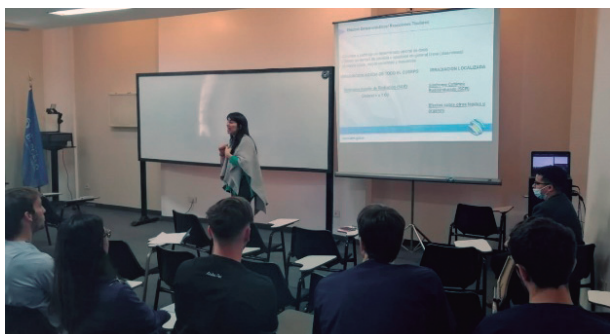
Curso para Primeros Respondedores en Emergencias Radiológicas en Tanti, Córdoba

De esta manera, y como parte de las actividades preparatorias para dicho simulacro, se garantizó el acceso a la información de todos los primeros respondedores a nivel nacional y de los establecimientos educativos en el radio de los 10 km de la CNE, a quienes se les entregó copia del material para continuar trabajando en los espacios áulicos.

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

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, presencial y mixta	El curso virtual estuvo dirigido al Cuerpo de Bomberos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Armada Argentina Base Naval Fluvial Zárate, Federación de Bomberos Voluntarios de Misiones 2 de Mayo, Federación de Bomberos Voluntarios Cnel. Du Gray de Chaco, Federación de Bomberos Voluntarios Pasos de los Libres de Corrientes, Brigada de Riesgos Especiales, Policía de Seguridad Aeroportuaria y Federación Bonaerense de Bomberos Voluntarios. El curso presencial se dictó en la localidad de Tanti, provincia de Córdoba, y asistieron Bomberos Voluntarios de las localidades de Villa Carlos Paz, Villa Icho Cruz, Tanti, Mendiolaza, Cosquín, Villa Giardino y Birmano, y personal de la Fuerza Aérea Argentina, Municipalidad de Córdoba y Defensa Civil de Córdoba. El curso mixto se dictó en el CAE, abordándose la parte teórica de manera virtual y la parte práctica presencial, con la asistencia del Ejército Argentino – QBN, Armada Argentina, Cuerpo de Bomberos de CABA, Prefectura Naval Argentina, Policía de la provincia de Buenos Aires, Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) y Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR).
Capacitaciones en la Preparación para la Emergencia Nuclear - Plan de Emergencia Central Nuclear Embalse	Presencial	Más de 4500 alumnos junto a docentes, personal auxiliar y directivos de los establecimientos escolares en el radio de los 10 km de las localidades de Embalse, La Cruz, Villa Quillín, Villa Rumipal, Villa del Dique, Segunda Usina, La Sierrita y El Quebracho.
Asignatura “Emergencias” en el Curso Básico de Protección Radiológica	Virtual	Destinado a los alumnos de la edición 2022 del Curso Básico de Protección Radiológica, dictado por la ARN
Conceptos Básicos en Intervención en Emergencias Radiológicas y Nucleares	Virtual/Autogestionado	Destinado a técnicos, licenciados y profesionales del área pública o privada y a fuerzas de seguridad u otras organizaciones actuantes en caso de emergencia.

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



Jornadas de capacitación a médicos del Hospital General de Agudos Dr. Enrique Tornú (CABA)



Capacitación a estudiantes de medicina en el marco de la 1° Cátedra de Toxicología de la Universidad de Buenos Aires



Reuniones con organizaciones de respuesta local de las localidades de Embalse, Villa Rumipal, Villa del Dique, Segunda Usina y La Cruz

Durante 2022, la ARN mantuvo reuniones con organizaciones gubernamentales, provinciales y nacionales como la Dirección de Defensa Civil de la provincia de

Córdoba, la Policía Departamental de Calamuchita, la Gendarmería Nacional Escuadrón Embalse, la Secretaría de Protección Civil de la Nación y el operador de las centrales nucleares, Nucleoeléctrica Argentina S.A (NA-SA), entre otros, para la tareas concernientes al **40° Ejercicio Anual de Aplicación del Plan de Emergencia de la Central Nuclear Embalse.**

Además, se llevaron a cabo varias reuniones con autoridades de NA-SA y la Subsecretaría de Gestión del Riesgo y Protección Civil de la Nación para elaborar un borrador del **Plan Nacional de Emergencias Radiológicas y Nucleares**, con el objetivo de continuar avanzando en el desarrollo y la mejora continua de la capacidad de respuesta en caso de un evento nuclear.



Reunión entre la ARN, NA-SA y la Subsecretaría de Gestión Integral del Riesgo y Protección Civil para el desarrollo del "Plan Nacional ante Emergencias Nucleares"

Cabe destacar que, en el ámbito nacional, y como parte de las acciones preparatorias y de respuesta ante una eventual emergencia, la ARN participó de manera presencial como observador de diferentes simulacros de emergencias como el de los reactores de investigación RA-1 y RA-3, entre otros.

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

- ▶ Curso virtual de capacitación sobre preparación y respuesta para casos de emergencia nuclear o radiológica combinada con otros incidentes o emergencias, organizado por el OIEA, del 1° al 5 de agosto de 2022
- ▶ Curso práctico sobre preparación y respuesta ante una emergencia nuclear o radiológica que implique el transporte de materiales radiactivos, organizado por el OIEA del 21 al 25 de marzo de 2022
- ▶ Taller sobre la aplicación del Sistema Internacional de Información sobre Vigilancia Radiológica, organizado por el OIEA del 30 de mayo al 2 de junio de 2022
- ▶ Curso Virtual Regional de Capacitación "Desarrollo de la Estrategia de Protección", organizado por el OIEA, en el marco del Proyecto RLA9/079 "Fortalecimiento de la infraestructura de reglamentación para

mejorar la seguridad radiológica en América Latina y el Caribe”, del 27 de junio al 1º de julio de 2022

- ▶ Taller internacional sobre medidas de seguridad nuclear y disposiciones de emergencia para grandes acontecimientos públicos, organizado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos y la Administración Nacional de Seguridad Nuclear - Oficina de Política y Cooperación sobre Incidentes Nucleares, del 1º al 5 de agosto de 2022
- ▶ 12º Congreso regional de seguridad radiológica y nuclear de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA, por su sigla en inglés), que tuvo lugar en Santiago de Chile, del 23 al 27 de octubre de 2022
- ▶ Escuela de Gestión de Emergencias Nucleares y Radiológicas, organizado por el OIEA, del 31 de octubre al 18 de noviembre de 2022
- ▶ Curso interregional de capacitación sobre el establecimiento, disposiciones y capacidades para la preparación de la respuesta a la emergencia, organizado por el OIEA, del 13 al 17 de septiembre de 2022
- ▶ Reunión técnica sobre el efecto del cambio climático en la meteorología y riesgos hidrológicos para la energía en instalaciones nucleares, organizado por el OIEA, del 14 al 18 de noviembre de 2022.

SIMULACRO CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

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 coordina junto a la central la aplicación de las medidas automáticas de protección durante una eventual emergencia, que al comienzo de la misma son aplicadas por el generador del riesgo (la central nuclear) y luego por la ARN, que continúa con esta tarea. Cada año se realiza el **Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencia** (simulacro) en las centrales nucleares, requerido por la Licencia de Operación respectiva, alternando entre el Complejo Nuclear Atucha y la Central Nuclear Embalse.

En 2022, se retomaron las actividades de manera presencial y el **40º Ejercicio Anual de Aplicación del Plan de Emergencia** y los escenarios se practicaron normalmente. Se llevaron a cabo los escenarios de evacuación parcial, corte de energía eléctrica en una FM local, control de accesos, descontaminación de personas y vehículos, corte de accesos, reparto de comprimidos de yodo a la población, monitoreo radiológico en emergencias, evacuación y puesta a cubierto.



Representantes de las distintas organizaciones de respuesta participando del Centro Operativo de Emergencia Nuclear (COEN) del 40º Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencias Nucleares en la CNE

Así, el ejercicio externo de la Central Nuclear Embalse se realizó el 5 de octubre de 2022, coordinado por el personal de Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA) de la CNE y la ARN, con la participación de Defensa Civil de Embalse, La Cruz, Villa del Dique y Villa Rumipal. Por primera vez, el simulacro abarcó la participación simultánea de todas las localidades y comunas que están dentro del radio de los 10 kilómetros alrededor de la central nuclear: Embalse, La Cruz, Segunda Usina, Villa del Dique, Villa Quillinzo y Villa Rumipal, provincia de Córdoba. Por otro lado, en la localidad de Almafuerza, más allá de los 10 km de la CNE, se conformó el Centro Operativo de Emergencias Nuclear (COEN), definido por primera vez en esta ciudad, como lugar de la toma de decisiones a nivel local, de la que participaron representantes de las organizaciones locales, provinciales y nacionales.



Policía de la provincia de Córdoba realizando el control de accesos a la zona de la emergencia

Participaron, entre las organizaciones de respuesta, el Ministerio de Defensa, la Subsecretaría de Gestión del Riesgo y Protección Civil – Ministerio de Seguridad de la Nación, Gendarmería Nacional Argentina, Ejército Argentino, Fuerza Aérea Argentina, Servicio Meteorológico Nacional, Protección Civil de la Provincia de Cór-

doxa, Policía de la Provincia de Córdoba y Bomberos Voluntarios. El simulacro contó también con la participación activa de autoridades, instituciones educativas, radios FM locales y vecinos de las mencionadas localidades y comunas.



Personal de la ARN realizando tareas de monitoreo ambiental

El ejercicio fue dirigido desde el COEN, ubicado en el cuartel de Bomberos Voluntarios de Almafuerde, y se desarrolló desde tempranas horas de la mañana y hasta pasado el mediodía. El ejercicio comenzó con la simulación de un incidente en la CNE y la declaración de Alerta Verde, que implica la preparación de las medidas de protección y la implementación de las primeras acciones preventivas. Continuó con la práctica del escenario de Alerta Roja, que supone la emisión de material radiactivo al exterior e implica la ejecución de las medidas de protección preparadas en la etapa anterior. El simulacro concluyó con la simulación del fin de la emisión de material radiactivo, y una reunión final donde se volcaron las primeras conclusiones de todos los participantes, que arrojaron resultados satisfactorios y nuevas oportunidades de mejora.



Personal de la ARN realizando tareas de monitoreo radiológico



Evacuación parcial de establecimiento educativo de Embalse y recepción de evacuados en el COEN- Almafuerde

En su etapa preparatoria, el simulacro incluyó la capacitación y la difusión de información a la población de las localidades vecinas a la central nuclear, acerca de las medidas de protección ante una emergencia nuclear y cómo llevarlas a cabo. En este sentido, la ARN realizó previamente, en junio y julio de 2022, una amplia capacitación en escuelas de la zona sobre las medidas de protección, que alcanzó a más de 4.500 alumnos de 22 instituciones educativas, de todos los niveles. Durante el simulacro, las instituciones educativas pudieron ejercitar estas medidas, al igual que los vecinos de las localidades involucradas, que fueron siguiendo las distintas etapas del simulacro a través de los mensajes informativos emitidos por las radios FM locales. Asimismo, cabe destacar que, en la semana previa al simulacro, se llevó a cabo el Ejercicio de Gabinete, en el que se propusieron los distintos escenarios para que las organizaciones mencionadas pudieran presentar los recursos propios y los que necesitarían para llevar adelante la respuesta.

INTERVENCIONES EN EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

Durante 2022, el Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER) de la ARN fue requerido en varias oportunidades, entre las que se destacan:

- ▶ El 19 de mayo de 2022, la ARN recibió una notificación de la Unidad Fiscal Especial en Materia Ambiental (UFEMA) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la que se solicitó al SIER que se hiciera presente el 20 de mayo de 2022 para colaborar durante una inspección integral a un depósito de materiales, ubicado en CABA. Durante la inspección, la ARN pudo constatar el hallazgo de algunas piezas dentro de una caja de madera, que correspondían al cabezal de un equipo acelerador lineal, que se utiliza para tratamiento médico. El 31 de mayo de 2022, la entidad responsable de los repuestos encontrados en el depósito, destinado a la reparación y mantenimiento de partes de equipos de aceleradores lineales, solicitó a esta ARN la correspondiente autorización para el traslado y la disposición definitiva de tres piezas de uranio depletado como residuo radiactivo, ante el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos que gestiona la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). El 8 de junio de 2022, con la autorización emitida por la ARN, la CNEA realizó el retiro de este material y su traslado seguro al Centro Atómico Ezeiza, donde realizará su disposición final.
- ▶ El 9 de junio de 2022, a personal del SIER recibió un llamada de Gendarmería Nacional Argentina, perteneciente al Escuadrón Seguridad Vial Sierra Grande, provincia de Río Negro, informando que se había detenido a un camión para control rutinario de documentación, en el que se trasladaba material radiactivo. A raíz de esto, se consultó al personal del SIER la documentación que se debía requerir al transportista para poder verificar la legitimidad de la fuente radiactiva transportada. Al corroborar que la misma pertenecía a la Empresa Halliburton Argentina S.R.L, y que la fuente se encontraba señalizada, bien amarrada y con la documentación que autorizaba su traslado, se autorizó al transportista a poder continuar con su recorrido.
- ▶ El 27 de julio de 2022, personal del SIER recibió una consulta por el caso de un paciente pediátrico que había sido trasladado al Hospital Italiano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para un estudio de tomografía por emisión de positrones (PET) y que, durante la infusión de radiofármaco, por desprendimiento de la vía endovenosa, había sido salpicado por el profesional a cargo del estudio. Acto seguido, se procedió a colocar la ropa contaminada en una bolsa para su descontaminación, procedimiento que la ARN informó que había sido el correcto, ya que el radiofármaco F 18 FDG (con vida media de 110 minutos), que se utiliza para el estudio de la patología del paciente, tiene un decaimiento muy rápido. Por tal motivo, la ARN informó que a las 24 horas podía sacarse de la bolsa y lavarse con normalidad. Se destaca que el evento no representó ningún riesgo para las personas que compartían la sala de internación con el paciente.
- ▶ El 23 de septiembre de 2022, se recibió la notificación de una acería de la ciudad de Bragado, sobre la detección de niveles de tasa de dosis de radiación superiores a los habituales en un camión que ingresaba a la acería con chatarra ferrosa, lo que activó inmediatamente el SIER de la ARN. La detección se produjo en el portal de entrada y el camión fue apartado para realizar una minuciosa búsqueda, que culminó con el hallazgo de una fuente radiactiva de americio 241 (Am-241), que estaba sin blindaje. Se colocó la fuente en un blindaje adecuado y se la dispuso dentro de la acería, en un depósito de materiales radiactivos, bajo condición segura. El jefe de turno del SIER asesoró telefónicamente durante todo el proceso y autorizó las tareas realizadas por el responsable de la acería, manteniendo una permanente comunicación. El 17 de octubre de 2022, personal del SIER retiró la fuente de la acería, trasladándola a la Ciudad de Buenos Aires para gestionar su disposición final, en el marco del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). El evento no tuvo impacto en las personas ni en el ambiente.
- ▶ El 1º de noviembre de 2022, se recibió un mail del personal de la Aduana de Buenos Aires relatando que, mientras realizaban tareas de relevamiento en la Aduana de Clorinda, provincia de Formosa, habían encontrado dos contenedores. En dicho mail, el personal comentó que se encontraban con funcionarios de Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación y que se realizaron mediciones de radiación a los contenedores hallados, no detectándose valores por encima del fondo natural en contacto con los mismos. Al tomar contacto, el SIER informó que, de acuerdo a los comentarios brindados en el mail (texto y fotografías) y telefónicamente, se debía gestionar como residuo convencional, ya que el mismo no tiene ningún tipo de riesgo radiológico.