

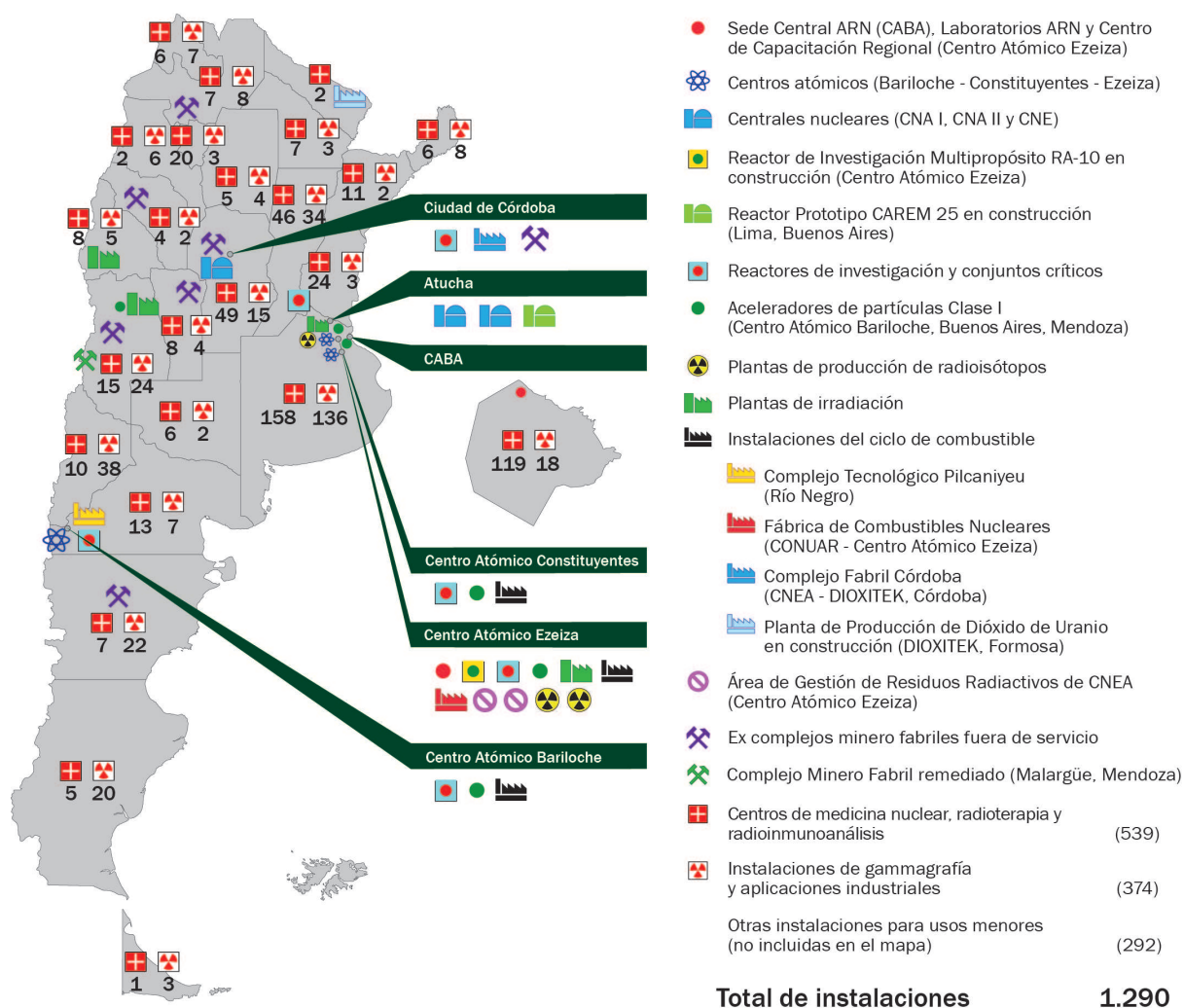
# Seguridad radiológica y nuclear

La Autoridad Reguladora Nuclear es el organismo nacional argentino dedicado a la regulación en áreas de seguridad radiológica y nuclear, de salvaguardias, y de protección y seguridad física, que tiene como fin garantizar la protección a las personas, al ambiente y a las futuras generaciones de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y mantener condiciones satisfactorias de seguridad radiológica y nuclear.

Las instalaciones y prácticas con materiales nucleares y radiactivos tienen **diversos propósitos** que van des-

de la generación de energía eléctrica, 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 con una **distribución geográfica que abarca a todo el país**. La ARN tiene control regulatorio sobre todas ellas.

## ► Distribución geográfica de las principales instalaciones bajo control regulatorio - 2019



## ► Instalaciones bajo control regulatorio durante 2019

Tipo de instalación	Cantidad
Centrales nucleares en operación (*)	3
Central nuclear en extensión de vida	1
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
Reactores de investigación y 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	42
Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA	2
Complejos minero fabriles (**)	7
Complejo minero fabril remediado (***)	1
Centros de radioterapia	153
Centros de medicina nuclear	307
Centros de radioinmunoanálisis	79
Instalaciones de gammagrafía	78
Aplicaciones industriales	296
Otros usos	292
<b>Total</b>	<b>1.290</b>

(\*) La ARN emitió la Licencia de Operación para el segundo ciclo de vida de la CNE el 22 de agosto de 2019, luego que la central concluyera el Proyecto de Extensión de Vida.

(\*\*) Los complejos minero fabriles se encuentran fuera de servicio.

(\*\*\*) 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** (organización propietaria u operadora) que, en función del riesgo asociado, debe encargarse de cada aspecto y etapa de la vida de la instalación –desde el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento, revisión y modificación hasta el retiro de servicio y desmantelamiento.

Las actividades regulatorias llevadas a cabo por la ARN para controlar las instalaciones consisten en el análisis de documentación sobre aspectos de diseño y operación, y en la verificación del cumplimiento de re-

quisitos normativos y de las condiciones de la licencia correspondiente, a través de inspecciones y auditorías regulatorias.

## 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 la que la opera, y el impacto mutuo entre la instalación y el sitio y su entorno. En el marco regulatorio argentino no se otorgan licencias a un diseño aislado en términos de certificar su cumplimiento con la normativa aplicable, sino que sólo se dan licencias en el marco de proyectos que efectivamente se construyen con actores reales y sitios concretos.

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 que la licencia esté vigente.

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 base al 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, en **Instalaciones Clase I, II o III** (ver Anexo Glosario y siglas). Para las instalaciones de 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 relevantes de las instalaciones reguladas.

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

## ► Documentos regulatorios emitidos en 2019

Tipo de documento regulatorio	Emitidos para Instalaciones y prácticas reguladas	Emitidos para personal regulado
Clase I		
Licencias (*)	11	
Licencias individuales		65
Autorizaciones específicas		613
Clase II		
Licencias de operación	414	
Permisos individuales		838
Clase III		
Registros	51	
Permisos individuales para responsables de registro		42
Autorizaciones de prácticas	25	
Certificados de transporte de material radiactivo	11	
Autorizaciones de importación	447	
Autorizaciones de exportación	1072	

(\*) 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.

## REACTORES NUCLEARES

### Central Nuclear Atucha I

Durante 2019, la ARN trabajó en la definición de lineamientos regulatorios para la **etapa B del proyecto de Operación a Largo Plazo**, iniciado en abril de 2018 cuando la central alcanzó el límite de 32 años de operación equivalentes a plena potencia. Estos lineamientos están orientados a la evaluación global de las propuestas de mejoras en el nivel de seguridad nuclear y acciones correctivas surgidas de la gestión de envejecimiento, que la instalación debe encarar para continuar en operación. Así, la ARN elaboró una metodología para la revisión del plan de mejoras al nivel de seguridad de la instalación, que NA-SA deberá presentar en marzo de 2020. Dicha metodología emplea criterios internacionales basados en principios de seguridad nuclear y radiológica, y está orientada a la evaluación del riesgo remanente que resulta de la implementación del plan de mejoras.

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. En 2019 se realizaron diversas reuniones tendientes a mejorar el entendimiento en relación a los requisitos y expectativas regulatorias para la etapa B del proyecto.

### Central Nuclear Embalse

La central estuvo en Parada Programada de Reacondicionamiento desde diciembre 2015 en el marco del Proyecto de Extensión de Vida. La ARN realizó el control regulatorio del proyecto, que abarcó la evaluación de la ingeniería en las modificaciones y en los reemplazos con impacto en la seguridad nuclear y la inspección de las intervenciones de implementación y de las situaciones con potencial impacto radiológico.

El 2 de enero de 2019, la ARN emitió la **Enmienda a la Licencia de Operación de CNE** que autorizó a NA-SA a realizar las pruebas de puesta en marcha, desde la puesta a crítico hasta alcanzar la plena potencia.

Durante esta etapa, comenzaron las pruebas de puesta en marcha con las que se verifica exhaustivamente, en pasos de potencia creciente y con previa autorización de la ARN, el funcionamiento de la central. La ARN presencié las pruebas y realizó las verificaciones de los procedimientos y los resultados de las mismas. Se verificó además, el cumplimiento de los hitos previamente establecidos por la ARN en el esquema de puesta en marcha y retorno al servicio de la central. De acuerdo a los resultados de las pruebas y el análisis, se fueron otorgando las autorizaciones correspondientes para continuar con el esquema de pruebas hasta el siguiente hito de puesta en marcha.

La ARN emitió la Licencia de Operación para el segundo ciclo de vida de la Central Nuclear de Embalse, un hito histórico por ser la **primera extensión de vida de una central nuclear en Argentina**







Néstor Masriera, presidente de la ARN, entrega la Licencia de Operación para el segundo ciclo de vida de la Central Nuclear Embalse

El 22 de agosto de 2019 la ARN emitió la Licencia de Operación para el segundo ciclo de vida de la CNE, luego que la central completara satisfactoriamente las pruebas de puesta en marcha hasta el 100% de plena potencia y resultara adecuada a las evaluaciones de seguridad, realizadas por ARN. Mediante esta nueva licencia de operación, con vigencia de 10 años, se autorizó a NA-SA para que la central genere un 6 % más de potencia para el sistema eléctrico nacional y mantenga la producción de cobalto 60 para el mercado de radioisótopos de uso medicinal e industrial.

Con la emisión de la Licencia de Operación se dio por finalizado el proyecto de Extensión de Vida de CNE y se dio comienzo al segundo ciclo de vida.

### Central Nuclear Prototipo CAREM 25

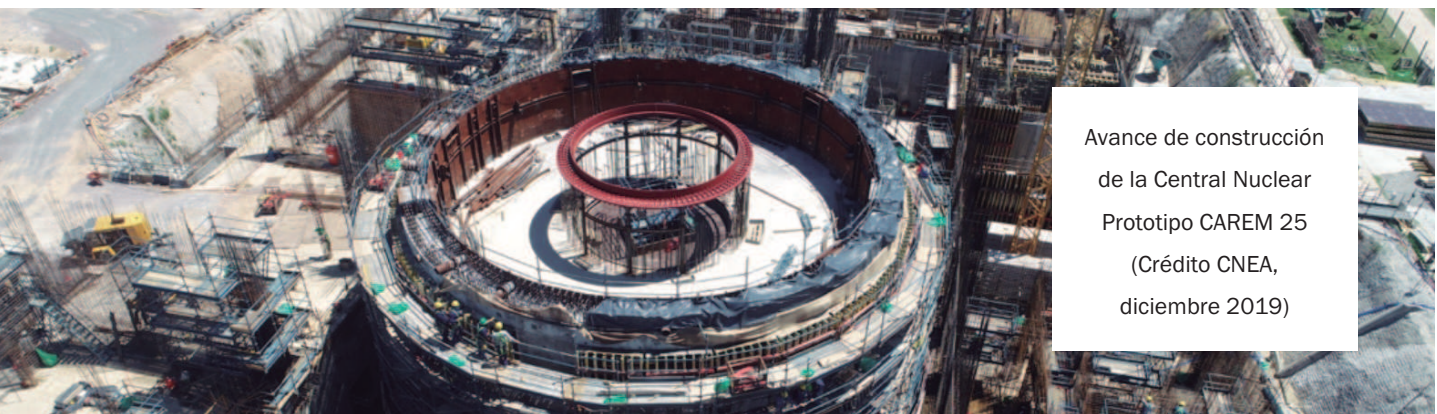
En 2019 la ARN continuó con las actividades regulatorias relacionadas con el licenciamiento de la Central Nuclear Prototipo CAREM 25, en el marco de la Autorización para el Uso del Sitio y Construcción actualmente vigente.

En relación con la ejecución del programa de inspecciones a la construcción de estructuras civiles en el sitio de emplazamiento del reactor, en 2019 la ARN realizó un programa de inspección sobre los procesos y subprocesos relevantes de la Entidad Responsable, como los procesos de Inspección de Obra, Control de Calidad y Oficina Técnica de Procesos.

La ARN mantuvo reuniones técnicas periódicas con la CNEA y los respectivos contratistas relacionados con el seguimiento de la fabricación del recipiente de presión y los elementos combustibles, que revisten interés regulatorio durante la etapa de fabricación. También se realizaron reuniones técnicas periódicas entre los especialistas de la ARN y las áreas técnicas de la CNEA, a fin de resolver los hallazgos de las evaluaciones a la documentación de carácter mandatorio presentada por la Entidad Responsable.

La evolución de la obra y la experiencia adquirida en otros proyectos condujo a una actualización del esquema de licenciamiento del CAREM 25 por parte de la ARN. El esquema de licenciamiento revisado se ajusta completamente a los procesos de licenciamiento previstos para las nuevas centrales nucleares en términos de documentación de carácter mandatorio y de enfoque general.

La ARN, además, definió y comunicó a la Entidad Responsable los requisitos de la documentación de carácter



Avance de construcción de la Central Nuclear Prototipo CAREM 25 (Crédito CNEA, diciembre 2019)



ter mandatorio que deberá cumplir para solicitar la Licencia de Puesta en Marcha, próximo hito regulatorio en el licenciamiento de la Central Nuclear Prototipo CAREM 25.

### **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 2019 como consecuencia de la demora en la firma del contrato para su construcción. Durante 2019, se realizaron talleres informativos en los que la CNNC presentó los trabajos de adecuación del proyecto a los requisitos de seguridad de las normas de la ARN y de los estándares del OIEA.

### **Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos**

La ARN participó en las mesas de evaluación de licencias individuales y autorizaciones específicas de los reactores RA-0, RA-1, RA-3 y RA-6, y en la evaluación del reentrenamiento anual del personal que desempeña funciones específicas en dichos reactores y del RA-4. Además, intervino en el dictado de cursos y semi-

RA-1 y RA-3: la ARN revisó algunos capítulos actualizados del Informe de Seguridad y los Manuales de Planta.

RA-6: en el marco de la Revisión Integral de la Seguridad, la ARN realizó la revisión de algunos capítulos del Informe de Seguridad y los Manuales de Planta.

Proyecto 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 realizaron reuniones técnicas mensuales para verificar el estado de avance de las tareas. La ARN realizó regularmente inspecciones de seguimiento de las actividades de obra civil.

### **INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE**

La ARN emitió la Licencia de Puesta en Marcha para la Planta Piloto de Combustibles Avanzados (PPCA) ubicada en el Centro Atómico Constituyentes, a través de la Resolución N° 220/19 de fecha 24 de junio de 2019.

Además, continuó con las evaluaciones para el licenciamiento de una nueva Planta de Conversión de Uranio de la empresa Dioxitek, iniciadas en 2018.



Reactor de Investigación Multipropósito RA-10 en construcción en el Centro Atómico Ezeiza (Crédito CNEA, 2019)

narios para el entrenamiento y capacitación del personal de todos los reactores.

RA-0: en el marco de la Revisión Integral de la Seguridad, la ARN realizó el seguimiento de las actividades relacionadas con el Plan de Implementación de mejoras a la instalación.

### **OTRAS LICENCIAS Y PERMISOS**

Durante 2019, la ARN otorgó, actualizó y renovó Licencias de Operación de diversas instalaciones Clase I. También se otorgaron, modificaron y renovaron Licencias de Operación y Registros para instalaciones Clase II y III, respectivamente.

Por otra parte, 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 licenciables.

### Cursos y carreras de capacitación

En 2019, 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.

- ◀ Universidad Nacional de Entre Ríos
- ◀ Universidad Nacional de Córdoba
- ◀ Fundación Escuela de Medicina Nuclear
- ◀ Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear
- ◀ Fundación Médica de Río Negro y Neuquén

---

## Fiscalización y control regulatorio

La ARN realiza un **seguimiento sobre instalaciones con una licencia vigente** mediante inspecciones, evaluaciones y auditorías regulatorias. Esto incluye el control del cumplimiento de normas y de requisitos sobre las instalaciones, sus prácticas, su personal y el impacto sobre el sitio y su entorno, así como sobre el transporte de materiales radiactivos. Estos controles comprenden aspectos de seguridad radiológica y nuclear, de protección y seguridad física y también que el uso de materiales, equipos, instalaciones e información de interés nuclear se lleve a cabo exclusivamente con fines pacíficos (salvaguardias). Además de su propia normativa, 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 a 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 **programa anual de inspecciones** 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.

**En 2019, la ARN realizó un total de 24.153 días-hombre de inspecciones y evaluaciones regulatorias**, con un esfuerzo regulatorio de 22.695 días-hombre en las áreas de seguridad radiológica y nuclear; de 1.212 días-hombre en el área de salvaguardias y de 246 días-hombre en el área de protección y seguridad física.

## REACTORES NUCLEARES

### Central Nuclear Atucha I

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 la fiscalización y revisión de documentación presentada por NA-SA y el control de las tareas relacionadas al proyecto.

La **Parada Programada de Reacondicionamiento** prevista para 2019 se dividió en dos etapas. La primera tuvo una duración de 10 días, abarcando marzo y abril, en los que se ejecutó el programa de pruebas repetitivas anuales correspondientes a la condición de parada fría y caliente de la planta, y se realizaron algunas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. La segunda etapa, en octubre y noviembre, tuvo una duración de 6 semanas en las que se realizó el reemplazo de un tubo guía de barra de control como tarea más relevante. La fiscalización regulatoria realizada durante el desarrollo de estas revisiones programadas permitió verificar el cumplimiento de lo establecido en la Documentación Mandatoria y comprobar el estado actual de la instalación.

Durante 2019, la ARN continuó con el seguimiento de las tareas de transferencia de elementos combustibles gastados desde la casa de piletas de Atucha I a la casa de piletas de Atucha II, hasta la finalización de este trabajo. También, se 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 Atucha I. La ARN estableció hitos y requisitos que NA-SA debe cum-

plir durante la obra, así como también para el comienzo de la operación.

En 2019, la Central Nuclear Atucha I tuvo dos salidas de servicio no programadas. Durante ambas, la ARN realizó el seguimiento correspondiente tanto de las actividades de parada como del arranque de la central.

### Central Nuclear Atucha II

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.



Inspección de seguridad radiológica sobre la gestión de residuos radiactivos de la Central Nuclear Atucha II

En 2019, la central estuvo fuera de servicio hasta el 18 de febrero debido a desperfectos técnicos en las bombas principales de refrigeración. A partir de esa fecha, reinició su operación a una potencia del 30%. En abril, se incrementó la potencia de la planta a un valor del 40%, y en junio, la planta alcanzó el 50% de potencia. Finalmente, en octubre se autorizó un incremento de potencia al 60%, permaneciendo en ese estado durante el resto del año. Todos los incrementos de potencia fueron autorizados por la ARN luego de realizar las evaluaciones regulatorias correspondientes para determinar que las condiciones de operación fueran seguras y aceptables. Durante este proceso, la ARN requirió el cumplimiento de una serie de condiciones por parte de NA-SA para garantizar la operación de forma segura.

La **Revisión Programada** prevista para 2019 se efectuó en julio y agosto para realizar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, inspecciones y pruebas repetitivas que solo pueden efectuarse con la instala-

ción fuera de servicio. Todas estas actividades fueron fiscalizadas por la ARN, con controles y evaluaciones correspondientes. Además, verificó el cumplimiento de lo establecido en la Documentación Mandatoria.

Asimismo, la ARN fiscalizó la ejecución del ejercicio interno anual de emergencia en el Complejo Nuclear Atucha, en el cual participó personal de ambas centrales (CNA I y CNA II).

### Central Nuclear Embalse

En el marco del control regulatorio asociado al **Proyecto de Licenciamiento de la Extensión de Vida** de la Central Nuclear Embalse, la ARN realizó la fiscalización regulatoria de los aspectos operativos esenciales para la seguridad nuclear. Esto abarcó los requisitos establecidos en la Documentación Mandatoria y las situaciones particulares de la central en el proceso de puesta en marcha.

El 4 de enero el reactor alcanzó el estado crítico, luego de que la ARN otorgara la autorización correspondiente. Este proceso fue fiscalizado por inspectores y evaluadores de la ARN. Durante la **etapa de Puesta en Marcha**, la ARN fiscalizó todas las tareas de interés regulatorio y verificó la ejecución de todos los ensayos previstos y el cumplimiento de los criterios de aceptación involucrados. Finalmente, el 22 de agosto de 2019, la ARN emitió la Licencia de Operación para el segundo ciclo de vida de la central.

Asimismo, en 2019 la ARN llevó a cabo acciones de fiscalización y control sobre los sistemas de servicios primarios (eléctricos y de suministro de agua, entre otros) con potencial impacto en la seguridad nuclear. De este modo, se fiscalizaron las condiciones de los sistemas redundantes para verificar su disponibilidad. La ARN también fiscalizó las condiciones de seguridad de los elementos combustibles depositados en las piletas de elementos combustibles gastados y la disponibilidad de sus sistemas de soporte a la seguridad.

Asimismo, la ARN fiscalizó la ejecución del ejercicio interno anual de emergencia de la central.

### Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

Durante 2019, las tareas de control regulatorio se llevaron a cabo de acuerdo al Plan Anual de Inspecciones y Auditorías Regulatorias y abarcaron los siguientes temas:

RA-0: mantenimiento, operación, experiencia operativa, radioprotección, pruebas funcionales, preparación y fiscalización del desarrollo de sus ejercicios anuales de los Planes de Emergencia. Además, la ARN fiscalizó las actividades relacionadas con el proyecto de actua-



lización del reactor. Y, en el marco del proceso de revisión integral de seguridad establecida en la Licencia de Operación, realizó el seguimiento de las tareas de implementación.

RA-1, RA-3, RA-4 y RA-6: mantenimiento, operación, experiencia operativa, radioprotección, pruebas funcionales, preparación y fiscalización del desarrollo de los ejercicios anuales de los Planes de Emergencia.

RA-8: no se realizaron inspecciones regulatorias ya que se encuentra en la etapa final del retiro de servicio (sin combustibles ni fuentes). En 2019 ARN revisó la documentación solicitada a CNEA y se esperan los trámites administrativos pertinentes para culminar en la exención 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, así como las instalaciones dedicadas al tratamiento, acondicionamiento y/o almacenamiento de residuos radiactivos y combustibles gastados producidos por estos reactores.

Este ciclo incluye, en términos generales, la extracción del uranio en complejos minero fabriles, las transformaciones físico-químicas del uranio para la obtención

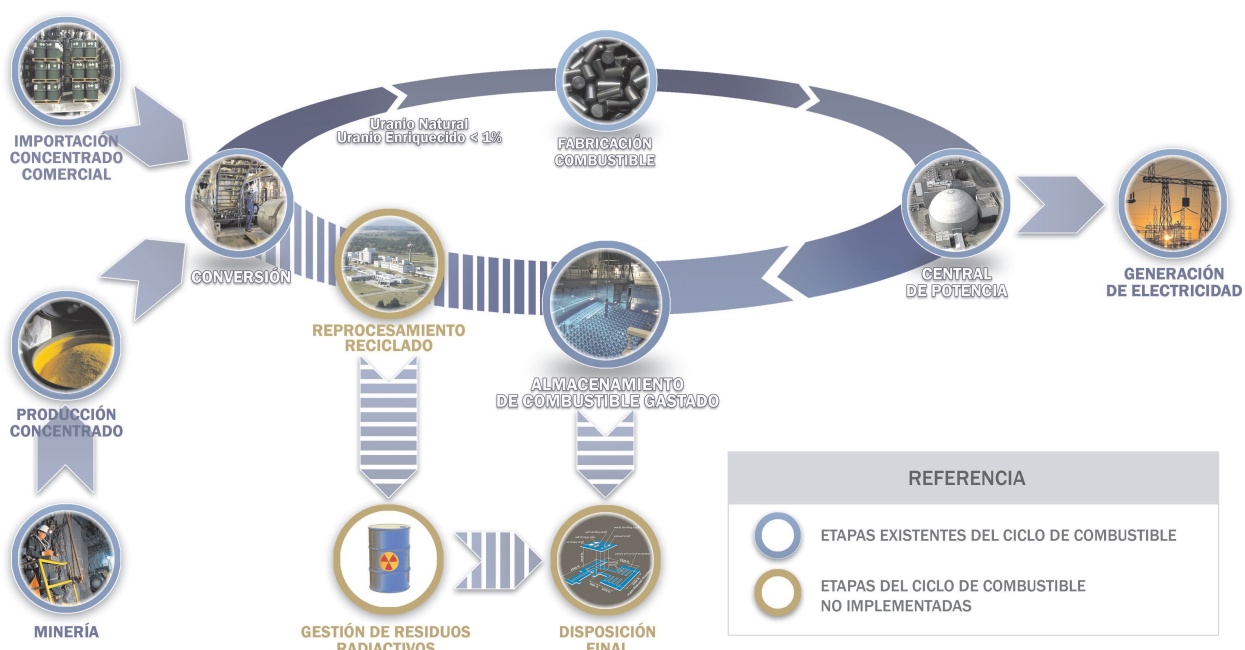
de compuestos adecuados para la fabricación de combustibles nucleares y su acondicionamiento para su disposición segura o para su preservación como combustible gastado potencialmente reutilizable. Además, existen instalaciones asociadas a estos procesos, que incluyen laboratorios de investigación y desarrollo.

Actualmente, el ciclo de combustible en 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 U 235, destinado a su utilización en reactores de investigación y en tareas de desarrollo.

El primer grupo comprende la importación o producción 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 que sustentan 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 e incluyen 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 combustible en Argentina



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 u operacional.

El esfuerzo de inspección asociado a los controles de seguridad radiológica en 2019 en instalaciones del ciclo de combustible fue de 672 días-hombre.

## 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. Asimismo, la ARN acompaña 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 radiactivo de cada instalación. Y también controla las medidas de protección y seguridad física aplicadas durante el transporte de dichos materiales.

Durante 2019, la ARN desarrolló las tareas de fiscalización de seguridad física y salvaguardias del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.

La ARN continuó con el acompañamiento y evaluación de la implementación del régimen de inspección aleatoria con breve preaviso para el período contable 2018-2019 en la Planta de Producción de Dióxido de Uranio (Dioxitek), ubicada en la provincia de Córdoba.

Asimismo, y a fin de garantizar las condiciones de seguridad radiológica y seguridad física necesarias, la ARN continuó en 2019 con acciones para la gestión de fuentes en desuso de instituciones que interrumpieron su operación normal y no se hicieron cargo de las mismas en tiempo y forma.

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 16 inspectores para realizar inspecciones en la República Federativa del Brasil; y coordinó la participación de 28 inspectores en cursos de capacitación y entrenamiento, como parte del plan de capacitación continua de la ABACC.

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 1.020 días-hombre durante 2019.

## 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. 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 habilitación y durante toda su vida útil. La ARN realiza inspecciones rutinarias para teleterapia con frecuencia anual y para braquiterapia y centros de medicina nuclear, bianualmente.

En 2019 la ARN efectuó inspecciones (rutinarias y no rutinarias) a instalaciones médicas que requirieron un esfuerzo regulatorio de 764 días-hombre.

### Aplicaciones industriales

Las aplicaciones industriales incluyen instalaciones Clase II y Clase I.



Inspección regulatoria a una instalación licenciada que realiza gammagrafía industrial sobre cañerías de gas (Provincia de Neuquén)

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 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 cañerías para transportar gas o grandes componentes (tanques, intercambiadores de calor, etc.). Esta práctica requiere de una frecuencia de inspección 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 se utiliza de manera industrial para la medición de distintas variables de los suelos en el caso de las explotaciones de petróleo. En estos dos últimos casos la frecuencia de inspección es bianual.

El 3 y 4 de abril de 2019, la ARN organizó la **4° Jornada de Actualización en Seguridad Radiológica y Física en Gammagrafía Industrial**, que contó con la participación de 140 profesionales de todo el país, entre titulares de licencias de operación, y operadores de equipos de gammagrafía industrial, y proveedores de equipos y fuentes radiactivas. La jornada tuvo por objetivo actualizar la formación de los usuarios, se discutieron aspectos vinculados a la revisión del cuadro normativo de la ARN, el fortalecimiento de la cultura de la seguridad, los aspectos de seguridad física durante las prácticas y el transporte, las evaluaciones de seguridad, dosimetría y capacitaciones. Incluyó también un Taller Matriz de Riesgo en Radiografía Industrial, que introdujo el análisis de riesgos en la práctica de gammagrafía industrial para la evaluación de su seguridad, a través de la adaptación de la herramienta informática SEVRRRA, creada en un proyecto del FORO inicialmente para aplicaciones médicas.

En 2019, la ARN efectuó inspecciones (rutinarias y no rutinarias) a instalaciones industriales y licenciatarios de gammagrafía industrial que requirieron un esfuerzo regulatorio de 936 días-hombre.





4° Jornada de Actualización en Seguridad Radiológica y Física en Gammagrafía Industrial

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 2019 el esfuerzo regulatorio asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones fue de 200 días-hombre.

### **Aceleradores Clase I**

Los aceleradores de partículas Clase I se pueden agrupar en aquellos que son de investigación y los que son utilizados para la producción de radioisótopos. Actualmente cuentan con Licencia de Operación vigente tres del primer tipo y cinco del segundo. Durante 2019, la ARN continuó con el control rutinario de estas instalaciones.

A su vez, en el marco del Plan Federal de Medicina Nuclear, existen tres instalaciones de producción de radioisótopos con acelerador asociadas a laboratorios de radiofarmacia, que continúan en construcción, lo que requirió un esfuerzo de inspección asociado a la evolución de cada proyecto. Una de estas instalaciones inició los trámites para la obtención de la Licencia de Puesta en Marcha.

En 2019, la ARN emitió la Licencia de Operación a una instalación de producción de radioisótopos con acelerador perteneciente a una institución privada.

La ARN continuó en 2019 con el control regulatorio sobre un laboratorio de desarrollo de tecnología de acelerador que se encuentra con la obra civil en marcha y con la Licencia de Construcción vigente, la cual se renovó en 2019.

Asimismo, en 2019 la ARN avanzó con el proceso de licenciamiento de Retiro de Servicio de un acelerador de partículas de investigación.

En 2019, el esfuerzo regulatorio asociado a los controles de seguridad radiológica de la ARN en estas instalaciones fue de 136 días-hombre.

### **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 medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes durante el transporte de materiales radiactivos.

Asimismo, 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. En 2019 la ARN otorgó 8 Certificados de Aprobación de transporte.

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.



Inspección a una remesa de transporte

En 2019, la ARN efectuó inspecciones (rutinarias y no rutinarias) a plantas de producción y/o distribución de radiofármacos, fabricación de fuentes selladas, instalaciones médicas, gammagrafía industrial y otras instalaciones industriales y agrícolas, entre otras, que requirieron un esfuerzo regulatorio de 155 días-hombre.

## 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, suelos, sedimentos 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

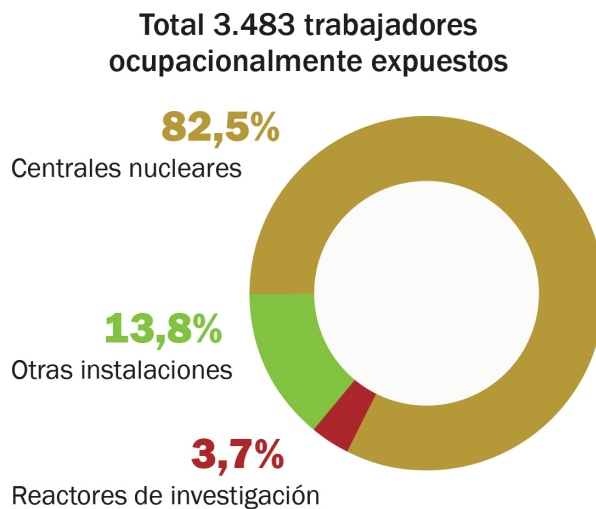
La ARN controla y lleva un registro propio de las dosis individuales a las que está expuesto el personal, así como también de las dosis colectivas de cada instalación.

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 las tareas desarrolladas en las paradas programadas.

Durante 2019, la ARN registró las dosis individuales de 3.483 trabajadores ocupacionalmente expuestos en instalaciones relevantes, distribuidos según el tipo de instalación en el siguiente gráfico:

### ► Distribución de trabajadores controlados en instalaciones relevantes durante 2019



Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio 2015-2019, 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).

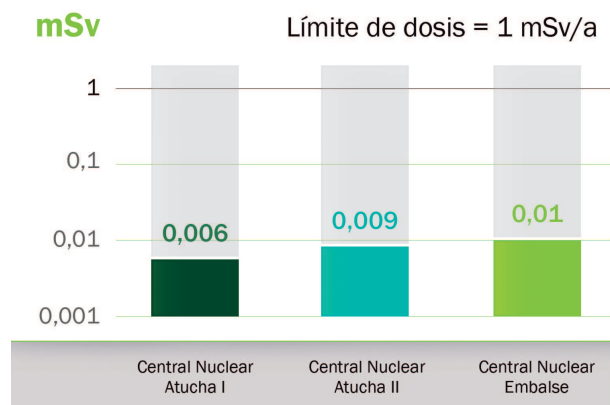
En el caso de la Central Nuclear Embalse, la dosis colectiva correspondiente al año 2019 fue 0,44 Sv persona, mientras que en la Central Nuclear Atucha I fue de 3,79 Sv persona y en la Central Nuclear Atucha II 0,44 Sv persona.

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 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 las descargas al ambiente de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos, mediante la aplicación de modelos de transferencia ambiental y evaluación de dosis recomendados a nivel internacional.

La siguiente 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.

► **Dosis debido a las descargas al ambiente efectuadas en el 2019, en la persona representativa de cada central nuclear**



**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, sedimentos y alimentos. Asimismo, se miden los niveles de la 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 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, 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 - 2019**



A partir de los resultados del PMRA se evalúa el impacto radiológico de las instalaciones controladas y, a su vez, se verifican 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.





Toma de muestra de agua del Arroyo Aguirre, en los alrededores del Centro Atómico Ezeiza

Durante 2019, la ARN tomó 1.552 muestras en las distintas instalaciones del país, representativas de las diversas matrices ambientales, a partir de las cuales se realizaron y evaluaron 2.541 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 y pedidos de terceros.

Los resultados obtenidos del monitoreo ambiental se encontraron muy por debajo de valores que impliquen una dosis relevante en la población, siendo inclusive la mayoría menores a los límites de detección que poseen las técnicas de medición. En algunos casos, se detectaron valores por encima de los límites de detección, atribuibles a radionucleidos naturales como el uranio y el radio 226, en los sitios relacionados con minería y producción de uranio; y emisores alfa y beta, en prácticamente todos los sitios donde se miden estos radionucleidos.

Además se midió cesio 137, cuyo origen es atribuible a los ensayos nucleares efectuados en el Océano Pacífico Sur entre los años '60 y '70. Por lo tanto, es frecuente medirlo en muestras de suelo e incluso en algunos sedimentos, aunque en muy bajas concentraciones.

Cabe señalar que también se detectaron algunos radionucleidos en muy bajas concentraciones, atribuibles a la operación normal de las instalaciones controladas, siempre en cantidades compatibles con las esperadas y sin representar riesgo alguno para la población.

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

## Centrales nucleares

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



Complejo Nuclear Atucha



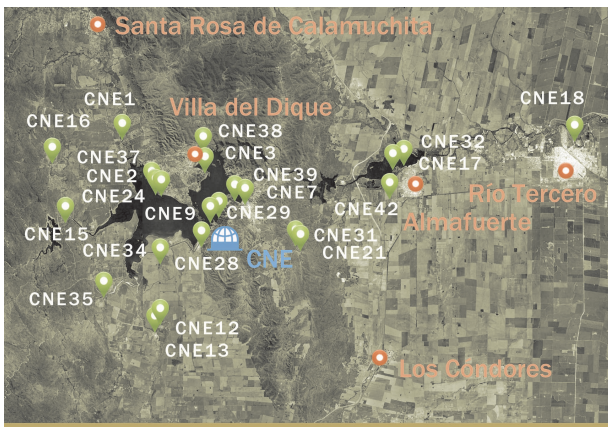
Puntos de muestreo

CNA2,24,29	Agua superficial (Río Paraná)
CNA2,20,21	Agua de consumo humano (subterránea)
CNA2,24,29	Sedimento
CNA3,4,24,26	Aire (tasa de dosis ambiental)
CNA3,17,24	Aire (material particulado en suspensión)
CNA3,4,24	Aire (condensado de humedad)
CNA4,24	Suelo
CNA30	Verduras y frutas de la zona
CNA12	Peces de la zona
CNA27	Leche de la zona



Durante 2019, se detectaron algunos radionucleidos atribuibles a la operación normal de las instalaciones controladas, fundamentalmente tritio en agua superficial y en condensado de humedad, en cantidades compatibles con las esperadas y que no representan riesgo alguno para la población. El tritio es el principal radionucleido presente en las descargas rutinarias de las centrales, tanto líquidas como gaseosas, por lo que está prevista su presencia en cantidades aceptables. En todos los casos registrados, los valores se encontraron 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.

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



Central Nuclear Embalse



Puntos de muestreo

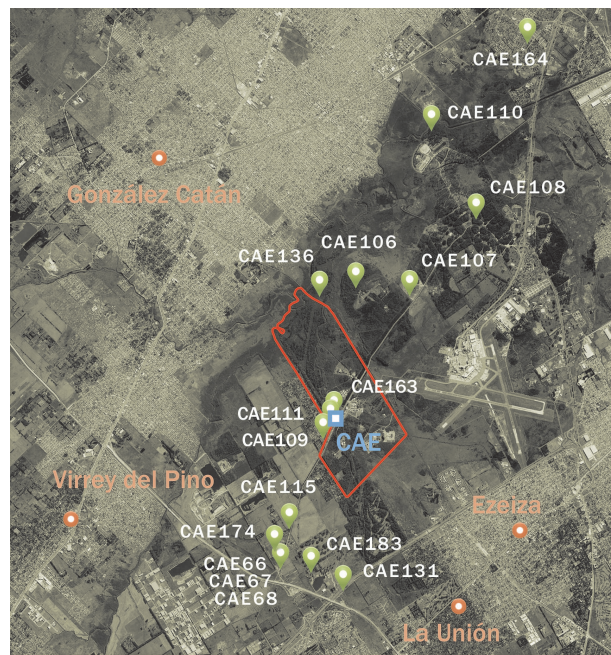
CNE1,2,3,9,12,15, 16,17,18,35	Agua superficial
CNE2	Agua subterránea
CNE7,13	Agua de consumo humano
CNE1,2,3,9,12,15 16,17,35	Sedimento
CNE29,32,34	Suelo
CNE28,29,32,34	Aire (condensado de humedad)
CNE29,32,34	Aire (material particulado en suspensión)
CNE29,32,34,37, 38,39	Aire (tasa de dosis ambiental)
CNE31,42	Verduras y frutas de la zona
CNE21	Leche de la zona
CNE24	Peces del embalse

**Centro Atómico Ezeiza (CAE) y Centro Atómico Bariloche (CAB)**

Ambos centros atómicos dependen de la CNEA y entre sus instalaciones se destacan la presencia de los reactores de investigación RA-3 y RA-6, respectivamente.

Tal como se indicó en el inicio de este apartado, durante 2019 se midieron 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.

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



Centro Atómico Ezeiza



Puntos de muestreo

CAE106,107, 108,109, 110,111,115	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
CAE163,164	Suelo y Aire (tasa de dosis ambiental; material particulado en suspensión)
CAE174	Verduras de la zona
CAE183	Leche de la zona

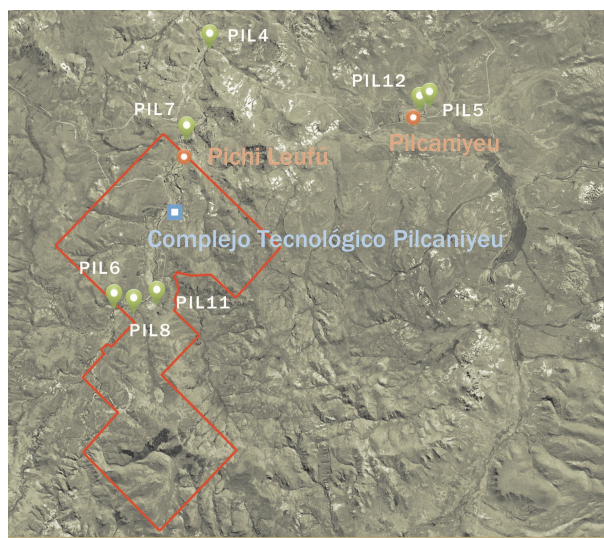
En el caso del CAB, solo se detectaron valores bajos de cesio 137 en algunas muestras de suelo, compatible con los ensayos nucleares realizados en el Océano Pacífico Sur entre las décadas del '60 y '70.

► **Puntos de muestreo en los alrededores del Centro Atómico Bariloche (provincia de Río Negro)**



	Centro Atómico Bariloche
	Puntos de muestreo
CAB1,4,7,15	Agua superficial
CAB11	Agua de consumo humano
CAB4,15	Sedimento
CAB16,17,18	Aire (tasa de dosis ambiental; material particulado en suspensión)
CAB17,18	Suelo

► **Puntos de muestreo en los alrededores del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (provincia de Río Negro)**



	Complejo Tecnológico Pilcaniyeu
	Puntos de muestreo
PIL4,6,7	Agua superficial
PIL5	Agua de consumo humano
PIL4,6,7	Sedimento
PIL8,11,12	Suelo

**Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP)**

El monitoreo radiológico ambiental correspondiente al CTP se realiza fundamentalmente en base al muestreo de agua y sedimento del río Pichileufú que atraviesa el complejo, aguas arriba y abajo de la instalación. Durante 2019, también se midió agua de consumo humano.

En el CTP se monitorea fundamentalmente uranio, que es el radionucleido procesado en el complejo. Todas las muestras ambientales tomadas mostraron resultados compatibles con la concentración natural en la zona, no detectándose influencia por parte de las actividades desarrolladas en el complejo.

**Complejos minero fabriles**

Durante 2019, la ARN continuó con los monitoreos ambientales en los alrededores de los complejos fabriles y minero-fabriles que actualmente se encuentran fuera de operación: el Complejo Minero Fabril remediado Malargüe (Mendoza) y los ex complejos minero fabriles San Rafael (Mendoza), Los Gigantes (Córdoba), La Estela (San Luis), Los Colorados (La Rioja), Tonco (Salta) y Los Adobes (Chubut). También se monitoreó el Complejo Fabril Córdoba, en el cual se encuentran la Planta de Producción de Dióxido de Uranio (Dioxitek) y las colas de mineral de uranio.

En todos los casos, 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 potable y de aguas subterráneas en aquellos casos en que la hidrología de la zona lo amerita. También se midió radón 222 en aire en los límites de los sitios y en viviendas aledañas (excepto en Los Adobes). Respecto al agua potable, todos los valores se encuentran por debajo de los niveles guía sugeridos por la OMS, e incluso también la mayoría de las aguas superficiales y subterráneas (no potables).

Las conclusiones indican que los valores medidos representan en general los contenidos naturales de uranio y radio en las aguas y sedimentos de las zonas monitoreadas. Sólo en pocos casos los resultados fueron superiores a dichos niveles (algunas aguas y sedimentos en Tonco y La Estela), los cuales se explican por anomalías uraníferas particulares de la zona. El radón medido en las viviendas de los alrededores de los complejos se encontró en todos los casos por debajo del valor recomendado internacionalmente de 300 Bq/m<sup>3</sup>.



## LABORATORIOS

La ARN tiene laboratorios propios, ubicados en el Centro Atómico Ezeiza, para realizar mediciones, calibraciones y evaluaciones que dan soporte a su actividad regulatoria. En ellos 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.

En estos laboratorios 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. Es decir, en vista de potenciales escenarios de emergencias en que hubiera liberacio-

Nucleares (RANET) del OIEA y REMPAN- BioDoseNet de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica (LBDNet).

En 2019, este laboratorio de la ARN coordinó y participó de dos ejercicios de intercomparación para el ensayo de dicéntricos y anillos céntricos, organizados en el marco de las actividades de la LBDNet. También participó en el Proyecto Coordinado de Investigación “Aplicaciones de los Métodos de Dosimetría Biológica en Oncología Radiológica, Medicina Nuclear, Radiología Diagnóstica e Intervencionista” del OIEA; y en la Reunión Anual del Grupo Asiático de Dosimetría de las Radiaciones (ARADOS) en calidad de contraparte argentina del Proyecto Regional RLA 9085 y como coordinador líder de la LBDNet.

El laboratorio de Control Ambiental se integró en 2019 como miembro de la Red ALMERA (*Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity*), perteneciente al OIEA.



nes o exposiciones accidentales, la ARN cuenta con las capacidades para realizar análisis radioquímicos, de dosimetría física, interna y biológica en estos laboratorios.

Las técnicas de laboratorio más relevantes fueron acreditadas por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) bajo la Norma ISO/IEC 17025:2005, para asegurar la calidad de los ensayos y calibraciones, cumpliendo con las más altas exigencias de la normativa internacional. Durante 2019, los laboratorios de la ARN completaron satisfactoriamente el primer ciclo de auditorías para ser reconocidos como laboratorio multisitio según la Norma ISO/IEC 17025:2017.

Los laboratorios de la ARN participan en proyectos de investigación y colaboración, en el marco de programas de cooperación técnica del OIEA; y forman parte de ejercicios de intercomparación que tienen como fin asegurar la calidad de las mediciones.

El laboratorio de Dosimetría Biológica integra los Sistemas de Respuesta en Emergencias Radiológicas y

En 2019, este laboratorio participó en intercomparaciones con el OIEA, en el marco del Programa Prueba Global Internacional de Ensayo de Aptitud (*World-Wide Open Proficiency Test*) para diversas técnicas.

Por su parte, el laboratorio de Dosimetría Física de la ARN organizó y coordinó en 2019 una nueva comparación interlaboratorio de alcance nacional de dosímetros personales de cuerpo entero para fotones, en la que participaron 17 servicios de dosimetría de todo el país, con un total de 28 sistemas dosimétricos. Este laboratorio participó del Programa Prueba Global Internacional de Ensayo de Aptitud del OIEA (*World-Wide Open Proficiency Test IAEA-TEL-2018-03*) en la evaluación de la tasa de emisión alfa y beta de fuentes superficiales.

La ARN continuó trabajando en el marco del *Convenio para la Cooperación en el área de seguridad radiológica y monitoreo de la radiación ionizante*, que firmó con el OIEA en 2015.

En 2019 la ARN finalizó los documentos de los proyectos técnicos abocados a establecer lineamientos de regula-

ción en radioterapia, en particular el potencial aumento del riesgo de cánceres secundarios, y a desarrollar criterios para la regulación de las concentraciones de radionucleidos en bienes destinados al uso o consumo humano.

Los resultados de este último fueron publicados en marzo de 2019 en el documento conjunto de la ARN y el OIEA “Radiactividad en bienes destinados al uso o consumo público: hacia una regulación internacional armonizada”, disponible para el análisis y consideración de todos los Estados Miembros del OIEA. Se espera que este documento signifique un avance al proporcionar recomendaciones del marco general para definir el control regulatorio de estos productos, a través de la aplicación de buenas prácticas, en línea con los estándares de seguridad internacionales, y el reconocimiento de la responsabilidad de las autoridades nacionales de gestionar situaciones específicas.

## Intervención y actuación en emergencias

La Autoridad Regulatoria Nuclear mantiene un **sistema permanente de intervención ante emergencias radiológicas y nucleares (SIER/SIEN)**, que se en-

cuentra operativo las 24 horas los 365 días del año y responde ante situaciones que pudieran exponer al público a las radiaciones ionizantes sin control.

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.

Sistema de intervención en emergencias	
<b>SIEN</b> Emergencias Nucleares	Emergencias originadas por accidentes en centrales nucleares, con consecuencias en el exterior de la instalación.
<b>SIER</b> Emergencias Radiológicas	Emergencias radiológicas en instalaciones y prácticas menores, en espacios públicos, o que involucren a la población.

### PREPARACIÓN Y RESPUESTA EN EMERGENCIAS

Entre las tareas de preparación ante una emergencia, la ARN difunde las medidas de protección para la po-

Actividades de capacitación y difusión para organizaciones de respuesta e instituciones civiles		
Temática	Lugar	Destinado a
Curso de Primeros Respondedores en la Preparación en Emergencias Radiológicas	CABA	Dos cursos estuvieron destinados al Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Buenos Aires –Brigadas de Emergencias Especiales, Grupo Especial de Rescate y las estaciones de los diferentes barrios de la ciudad–, Defensa Civil, Guardia de Auxilio, y Centro Único de Comunicaciones de la ciudad de Buenos Aires (CUC). Un tercer curso estuvo destinado a la División Riesgos QBNR de la Superintendencia Federal de Bomberos de la Policía Federal Argentina.
Taller sobre Conceptos de Radiación y Riesgos a la Salud	San Nicolás, Pcia. Buenos Aires	Personal de la Compañía de Ingenieros Batallón 601 del Ejército Argentino, división Riesgos QBNR y Sanidad Militar–EMT, Policía Ecológica, médicos del Hospital San Felipe y médicos del Hospital Aeronáutico y Cruz Roja San Nicolás.
Curso de Gestión en Medicina del Desastre	CABA	Personal del SAME, Defensa Civil, Bomberos de la Ciudad, Policía de la Ciudad, Hospital del Quemado, Secretaría de Protección Civil y personal médico y no médico interviniente en emergencias radiológicas de la Ciudad de Buenos Aires.
Jornadas Neuquinas de Emergencias Químicas y Radiológicas en la Industria del Petróleo, Gas y Energía	Neuquén	Personal de la actividad petrolera y la industria química, y primeros respondedores.
Charla sobre Radiaciones y su Impacto en la Salud Humana	CABA	Profesionales y alumnos de la Carrera de Médicos Especialistas en Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.
Charla sobre monitoreo en Emergencias	Complejo Nuclear Atucha	Personal de monitoreo ambiental de Nucleoeléctrica Argentina S.A.
Jornada de Actualización en Evaluaciones y Respuesta Médica en Emergencias Radiológicas	CABA	Personal de salud de las Fuerzas Armadas.

blación 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 e instituciones civiles. Durante 2019, brindó cursos y talleres a más de 300 personas (ver tabla en pg. 36).

En el marco del Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencia Nuclear Complejo Nuclear Atucha 2019, la ARN mantuvo reuniones preparatorias 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.

También realizó jornadas de difusión y capacitación sobre medidas de respuesta ante una emergencia nuclear, destinadas a las organizaciones que intervienen en los Planes de Emergencia Nuclear del Complejo Nuclear Atucha y de la Municipalidad de Zárate, como ser Defensa Civil Municipal de Zárate, Defensa Civil de la Provincia de Buenos Aires, Secretaría de Protección Civil de la Nación, Ministerio de Defensa, Gendarmería Nacional, Policía de la Provincia de Buenos Aires, Dirección de Bomberos de la Policía y Departamental Zárate-Campana, Prefectura Naval Argentina, Bomberos Voluntarios de Lima y Zárate, Ejército Argentino, Policía Federal Argentina, Fuerza Aérea Argentina, Armada Argentina y Servicio Meteorológico Nacional.

En 2019, la ARN participó activamente de las actividades organizadas por la Secretaría de Protección Civil de la Nación, en el marco del Plan Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastres, entre ellas las Jornadas de Capacitación sobre el Sistema de Comando de Incidentes, donde ARN formó parte junto con Defensa Civil, Municipalidad de Zárate, Bomberos Voluntarios de Lima, Bomberos Voluntarios de Zárate, Delegación Bomberos de Ezeiza, Delegación Bomberos de San Isidro, Policía Ecología de la Provincia de Buenos Aires, Prefectura Naval Argentina, Gendarmería Nacional Argentina, Armada Argentina, Ejército Argentino y el Complejo Nuclear Atucha.

Se destacó en 2019 la firma del convenio marco entre la ARN y la Secretaría de Protección Civil de la Nación, para la incorporación de la ARN como organismo integrante de la Plataforma Nacional de Alertas y Monitoreo del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR). Esta plataforma digital permitirá enviar alertas a los ciudadanos sobre situaciones de riesgo inminente, como emergencias y desastres naturales, brindando información y datos para la protección de la población.

## 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 es responsable de conducir y coordinar las medidas de protección durante una eventual emergencia. Cada año se realiza el **Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencia** (simulacro) en las centrales, requerido en la Licencia de Operación.

El 14 de noviembre de 2019, se llevó a cabo en la ciudad de Lima, el **38° Ejercicio del Complejo Nuclear Atucha**. El ejercicio fue coordinado por el personal de Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA) del Complejo Nuclear Atucha, con la participación de la Municipalidad de Zárate, de la Secretaría de Protección Civil de la Nación y la Autoridad Regulatoria Nuclear.



Portal de detección de la contaminación

En este simulacro se practicaron los escenarios de:

- ◀ aviso de evacuación a la población en el área de los 3 km alrededor de la central;
- ◀ puesta a cubierto en el interior de viviendas y edificios (oficinas, comercios, escuelas), con cierre y sellado de puertas y ventanas;
- ◀ reparto de comprimidos de yodo estable;
- ◀ evacuación de la escuela EES 12 hacia la Base Naval Zárate;
- ◀ monitoreo radiológico pedestre, móvil y aéreo en emergencias;
- ◀ cortes de accesos;
- ◀ descontaminación de vehículos y personas y monitoreo de descontaminación interna;





Distribución de folletos informativos a los vecinos de Lima

- ◀ corte de energía en una radio FM local;
- ◀ conformación del Centro Operativo de Emergencia Municipal (COEM);
- ◀ emisión de alertas a la población a través de sirenas y de avisos a través de las radios FM locales.



Registro de evacuados en la Base Naval Zárate



Monitoreo radiológico aéreo sobre la ciudad de Lima

Asimismo, la ARN realizó jornadas de capacitación para las organizaciones que participan en la respuesta y para las instituciones educativas de Lima, en todos los niveles educativos, como parte de las actividades previas de organización del ejercicio.

Docentes y alumnos recibieron información sobre las medidas de protección a tomar en caso de emergencia nuclear. Así, durante el día del ejercicio, los turnos de la tarde de las escuelas de Lima participaron en el simulacro poniendo en práctica lo aprendido.

También, como acción de comunicación con el público, la ARN brindó entrevistas en las principales FM locales para difusión del simulacro y para facilitar la comprensión de las medidas de protección, durante el mismo, y una charla informativa abierta para los vecinos de Lima.

### INTERVENCIONES EN EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

Durante el 2019, el Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER) de la ARN fue requerido en varias oportunidades, entre las que se destacan:

- ◀ El 7 de enero recibió un llamado por parte de una acería en la localidad de Bragado, provincia de Buenos Aires, que informaba la detección de una fuente radiactiva de americio 241 en un camión con chatarra. El SIER indicó las medidas de protección radiológica a seguir y se trasladó hasta Bragado con instrumental de medición para evaluar la situación y retirar la fuente huérfana. La fuente se encuentra en un depósito adecuado para su almacenamiento hasta su disposición final.
- ◀ El 28 de junio se recibió un llamado sobre el hallazgo de un equipo de gammagrafía industrial en el Partido de Campana (provincia de Buenos Aires). Al mismo tiempo, se contacta una empresa licenciada por ARN informando sobre el robo de un vehículo que transportaba un equipo de gammagrafía, coincidiendo con el equipo hallado en Campana. Luego de chequear el estado y control del equipo, se dio la autorización para que sea devuelto por la custodia policial a dicha empresa.
- ◀ El 12 de agosto recibió el llamado de una empresa industrial reportando la aparición de un equipo de medición industrial en desuso, con una leyenda alertando sobre la presencia del material radiactivo. El SIER se dirigió a la empresa y verificó que se trataba de una fuente de bario 133, finalmente dio las recomendaciones pertinentes hasta tanto se realicen los trámites correspondientes para su gestión final.
- ◀ El 15 de agosto recibió un llamado de parte de la División de Riesgos Especiales de la Superintendencia Federal de Bomberos de la Policía Federal

Argentina (PFA), informando que habían sido convocados por un incendio de un depósito en CABA con presunta presencia de material radiactivo. La PFA realizó las mediciones ambientales y las inspecciones visuales donde constató que se encontraba todo bajo control. El SIER se trasladó al lugar del incidente y realizó una inspección con mediciones de radiación, constatando la presencia de tecnecio 99, de riesgo insignificante. Los contenedores fueron colocados en cajas y entregados a la empresa Laboratorios Bacon SAIC, propietaria de los mismos.

- ◀ El 5 de noviembre recibió un llamado de una acéría de la Ciudad de Villa Constitución, provincia de Santa Fe, donde se había detectado el ingreso de un camión con material radiactivo en su interior. La empresa efectuó el procedimiento acorde al caso, se acordonó una zona de custodia de 10 m hasta la llegada del SIER, que realizó la búsqueda e identificación del material radiactivo hallado. Finalmente, se encontró una fuente radiactiva gamma que fue acondicionada para su guarda segura en depósito hasta su traslado y disposición final.
- ◀ El 13 de noviembre recibió un llamado de Astilleros Río Santiago, en la localidad de Ensenada provincia de Buenos Aires informando el hallazgo de una fuente radiactiva con su blindaje en una draga amarrada en el muelle del astillero. El SIER se trasladó al lugar para retirar la fuente, que previamente fue acondicionada para su transporte seguro. Como parte del monitoreo radiológico realizado por el SIER en el lugar, se detectaron otras dos fuentes radiactivas en equipos medidores de densidad, que fueron retirados por el Área de Gestión Residuos Radiactivos de la CNEA.
- ◀ El 22 de noviembre recibió una llamada de personal del Centro Atómico Ezeiza (CAE), por el hallazgo de un bulto de transporte de la empresa Laboratorios Bacon SAIC, sobre una de las banquinas del Camino Real Presbítero González y Aragón a la altura del Predio de la AFA. Luego de constatar el estado del bulto bajo custodia de personal calificado del CAE, el SIER se comunicó con la empresa Laboratorios Bacon SAIC, el bulto fue devuelto a su dueño y se solicitó a la empresa un informe de las causas del evento en cuestión.