

## Seguridad radiológica y nuclear

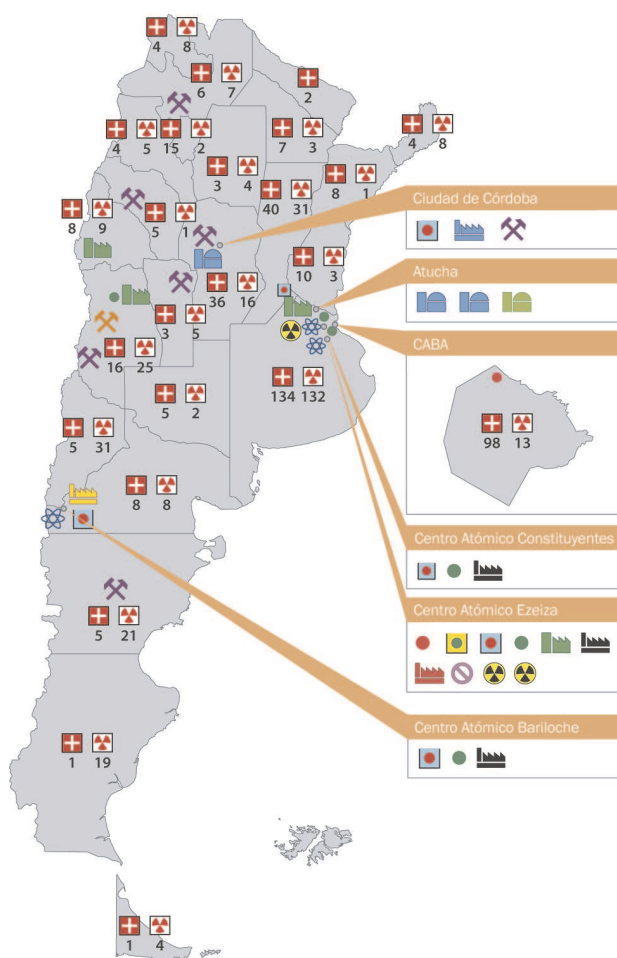
La Autoridad Regulatoria Nuclear tiene a su cargo la función de regular y fiscalizar la actividad nuclear en la República Argentina a fin de garantizar la protección a las personas, al ambiente y a las futuras generaciones del efecto nocivo de las radiaciones ionizantes y mantener condiciones satisfactorias de seguridad radiológica y nuclear.

Las instalaciones y prácticas con materiales nucleares y radiactivos tienen diversos propósitos que van desde la generación de energía eléctrica, la fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares, la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, 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 marco de utilización y su complejidad, y con una distribución geográfica que abarca

todo el país. La ARN tiene control regulatorio sobre todas ellas.

La responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear de una instalación nuclear o radiactiva recae en la organización (propietaria u operadora) que se ocupa de ella en todas las etapas y aspectos, desde el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento, modificación y evaluación, hasta el retiro de servicio. Se la denomina Entidad Responsable.

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, en la evaluación permanente de la seguridad en operación y en la verificación, a través de inspecciones y auditorías regulatorias, del cumplimiento de las condiciones de la licencia correspondiente. Las tareas de análisis y evaluación son



### Principales instalaciones bajo control regulatorio 2015

●	Sede Central ARN (CABA)	
	Laboratorios ARN y Centro Regional de Capacitación (Centro Atómico Ezeiza)	
⚛	Centros Atómicos (Bariloche - Constituyentes - Ezeiza)	
⚙	Centrales Nucleares en Operación y Puesta en Marcha (CNA I, CNE, CNA II)	
🏗	Reactor en Construcción RA 10 (Centro Atómico Ezeiza)	
🏗	Prototipo Reactor Carem en Construcción (Lima, Pcia. de Bs. As.)	
⚙	Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos	
⚙	Aceleradores Lineales (Centro Atómico Bariloche, Pcia. de Buenos Aires, Mendoza)	
☢	Plantas de Producción de Radioisótopos	
🏗	Plantas de Irradiación	
🏗	Instalaciones del Ciclo de Combustible	
🏗	Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (Pcia. de Río Negro)	
🏗	Fábrica de Combustibles Nucleares (CONUAR - Centro Atómico Ezeiza)	
🏗	Planta de Producción de dióxido de Uranio (DIOXITEK - Córdoba)	
🚫	Area de Gestión de Residuos Radiactivos de CNEA (Centro Atómico Ezeiza)	
⚙	Complejos Mineros Fabriles Fuera de Servicio	
⚙	Complejo Minero Fabril San Rafael (Pcia. de Mendoza)	
⚙	Centros de Medicina Nuclear y Teleterapia	(428)
☢	Instalaciones de Gammagrafía y Aplicaciones Industriales	(358)
	Otras instalaciones para usos menores (no incluidas en el mapa)	(448)
<b>Total de instalaciones</b>		<b>1.301</b>

Distribución geográfica de las principales instalaciones bajo control regulatorio 2015

Llevadas a cabo por personal especializado en seguridad radiológica y nuclear, con herramientas adecuadas para validar, con criterios propios y de manera independiente, la documentación suministrada por la Entidad Responsable.

Tipo de instalación	Número de instalaciones
Centrales nucleares en operación	2
Central nuclear en puesta en marcha	1
Central nuclear en construcción (Prototipo Reactor CAREM)	1
Reactor en construcción para la producción de radioisótopos (RA-10)	1
Reactores de investigación y conjuntos críticos (*)	6
Máquinas aceleradoras de partículas	9
Plantas de producción de radioisótopos o fuentes radiactivas	3
Plantas de irradiación con altas dosis	4
Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear	31
Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA	1
Complejos minero fabriles (**)	8
Centros de teleterapia	148
Centros de medicina nuclear	280
Instalaciones de gammagrafía	77
Aplicaciones industriales	281
Otros usos	448
<b>Total</b>	<b>1.301</b>

(\*) El Conjunto Crítico RA-8 en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu es una instalación con operación interrumpida, parcialmente desmantelada.

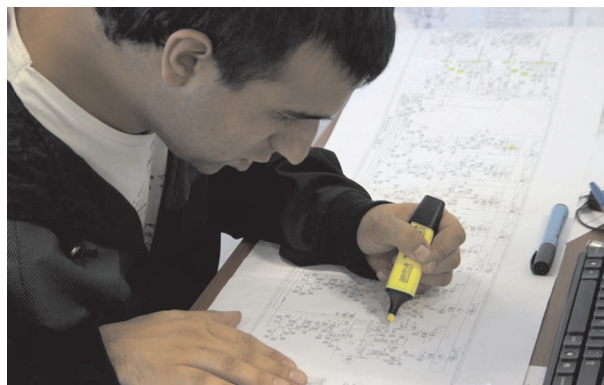
(\*\*) Los complejos minero fabriles se encuentran fuera de servicio.

## a. Licenciamiento de instalaciones y personal

Dada una instalación, el licenciamiento es un proceso que evalúa simultáneamente la planta como “hardware”; analizando su diseño, la organización que la construye y la que la opera; y el impacto mutuo respecto al sitio y su entorno. En el marco regulatorio argentino no se dan licencias a un diseño aislado en términos de certificar su corrección, sino que sólo se dan licencias a proyectos que efectivamente se construyen con actores reales y sitios concretos.

En este licenciamiento la Autoridad Regulatoria Nuclear 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 siga vigente. Asimismo, la ARN realiza evaluaciones para otorgar licencias, permisos individuales y autorizaciones específicas al personal que se desempeña en funciones relevantes de las instalaciones reguladas.

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 la etapa 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 y a la complejidad tecnológica en Instalaciones Clase I, II o III (ver Anexo 1 Glosario y siglas). Para las instalaciones de Clase I y II, la ARN otorga Licencias y para las instalaciones Clase III, Registros.

En el marco de las actividades de licenciamiento de personal, la ARN fiscaliza las actividades de entrenamiento y calificación del personal de operación.

## Reactores nucleares

### Central Nuclear Atucha I

La ARN comenzó con la elaboración de un Documento Marco del Licenciamiento de la Extensión de Vida, para establecer las condiciones de viabilidad.

### Central Nuclear Atucha II

La ARN modificó el punto 8 (“vigencia”) de la Licencia de Puesta en Marcha de esta central y definió el 29 de mayo de 2016 como fecha límite. A su vez, se continuó evaluando la documentación mandatoria actualizada requerida para la emisión de la Licencia de Operación.

En relación a los requisitos regulatorios emitidos, la ARN realizó el control del avance del cumplimiento de los mismos, incluyendo aquellos vinculados a las lecciones aprendidas a partir del accidente de la Central Nuclear de Fukushima, en Japón.

En cuanto al licenciamiento de personal, la ARN verificó que a diciembre 2015 la mayoría del personal de la central ya completó las evaluaciones correspondientes.

### Central Nuclear Embalse

La ARN realizó el control del avance del cumplimiento de los requisitos relacionados con el Proyecto Extensión de la Vida Útil (PEV) de la central, incluyendo aquellos vinculados a las lecciones aprendidas a partir del accidente de la Central Nuclear de Fukushima, en Japón. Además, realizó la evaluación de la documentación mandatoria de la central, modificada

para adecuarla a las situaciones operativas propias del reacondicionamiento de la planta.

### Proyecto del Licenciamiento de la IV Central Nuclear

La ARN comenzó a evaluar un conjunto de documentos, presentados por la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA), para definir la "Base de Licenciamiento", se designó al responsable de la coordinación del proyecto y se incluyó este proyecto en el organigrama de la Gerencia Licenciamiento y Control de Reactores Nucleares. El proceso de pre-licenciamiento de la IV Central se completará cuando se acuerde un futuro Documento Marco de Licenciamiento entre los Directorios de ARN y NA-SA.

### Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos



Proyecto RA-10, reactor de investigación multipropósito en construcción en el Centro Atómico Bariloche

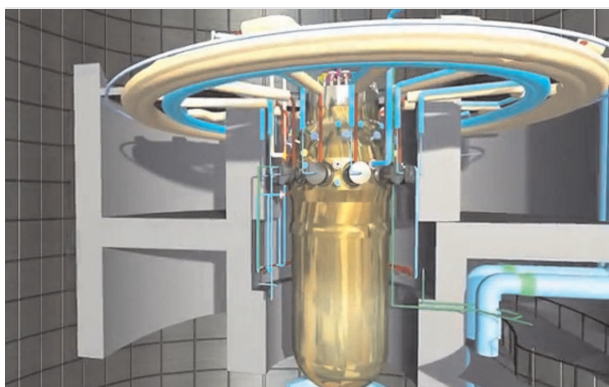
La ARN participó en las mesas de evaluación de licencias y autorizaciones específicas y en la evaluación del reentrenamiento anual de los reactores de investigación RA-0, RA-1, RA-3 y RA-6.

RA-4: a solicitud de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) como Entidad Responsable, se prorrogó un año la vigencia de su Licencia de Operación para que pueda realizar el entrenamiento del nuevo personal, con el apoyo de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), y completar el plantel. RA-6: se renovó la Licencia de Operación.

RA-8: se realizó la evaluación de la versión corregida del Plan de Retiro de Servicio, que fue presentado por CNEA a fines de 2015.

Proyecto RA-10: se continuó con la evaluación y fiscalización de las tareas relacionadas con condiciones impuestas en la Licencia de Construcción.

### Reactor Prototipo CAREM 25



La ARN continuó con el licenciamiento del reactor, enmarcado en la autorización para el uso del sitio y construcción, que se otorgó contra la evaluación del Informe de Diseño. Además, ARN evaluó y consolidó la Clasificación de Seguridad de las Estructuras, Sistemas y Componentes (ESC) de la instalación y comenzó a analizar la documentación referida al diseño de las ESC Relevantes para la Seguridad, particularmente de componentes que son diseñados y fabricados bajo estándar ASME III. También, la ARN evaluó una propuesta de contenido del Informe Final de Diseño realizada por CNEA.

### Otras licencias y permisos

Durante el 2015 la ARN emitió la Licencia de Puesta en Marcha del Laboratorio Facilidad Radioquímica, para iniciar la recuperación y dilución isotópica del uranio de alto enriquecimiento para producción de molibdeno 99, y la Licencia de Operación del Taller Bu-Man, para la fabricación de contenedores para la exportación de los radiofármacos producidos en el país. Ambas instalaciones dependen de la CNEA y se encuentran ubicadas en el Centro Atómico Ezeiza (CAE).

Asimismo, la ARN dio de baja la planta de conversión por vía seca de la empresa INVAP, que se encuentra en proceso de desmantelamiento.

Tipo de documento regulatorio	Cantidad
Licencias individuales	36
Autorizaciones específicas	203
Licencias de operación Clase II	255
Permisos individuales	636
Certificados de transporte de materiales radiactivos	7
Registros individuales	70
Registros institucionales	56
Autorizaciones de importación y exportación	1.458
Licencias de operación Clase I	2
Autorizaciones no rutinarias Clase I	18
<b>Total</b>	<b>2.741</b>

Documentos regulatorios emitidos en 2015

### Cursos y carreras de capacitación

Para otorgar permisos individuales a personal de instalaciones radiactivas Clase II y III, la ARN fija requisitos de formación que se cumplimentan en cursos y carreras de instituciones validadas. Durante el año 2015 se reconocieron como válidos los siguientes cursos y carreras de capacitación:

- Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Tecnicatura Universitaria de Medicina Nuclear.
- Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física, Curso de Dosimetría en Radioterapia.
- Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Carrera de Posgrado Especialización en Física de la Medicina Nuclear.
- Hospital General de Agudos "Dr. Juan A. Fernández", de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Curso para Técnicos de Medicina Nuclear. Este curso con la misma currícula y docentes se dictó en el Instituto Superior de Sanidad Prof. Dr. Ramón Carrillo (ISS), de la ciudad de Formosa.

## b. Fiscalización y control regulatorio

Sobre instalaciones con una licencia vigente, la Autoridad Regulatoria Nuclear realiza un seguimiento mediante inspecciones, evaluaciones y auditorías regulatorias. Esto incluye el cumplimiento de normas y de requisitos sobre las instalaciones, sus prácticas, su personal y el impacto sobre el sitio y su entorno; abarcando también el transporte de materiales radiactivos. Estos controles comprenden aspectos de seguridad radiológica y nuclear, de 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).

Todas las autorizaciones regulatorias se pueden suspender y hasta revocar en casos de incumplimientos relevantes, dentro de un marco de sanciones.

El programa de inspecciones permite verificar el cumplimiento de las normas y requisitos, las condiciones de las licencias de operación, las responsabilidades asignadas al personal licenciado, las condiciones de seguridad radiológica, la capacitación y experiencia del personal autorizado y las reglamentaciones vigentes en transporte de material radiactivo, entre otros puntos que hacen a la protección y la seguridad física de las instalaciones y salvaguardias. Durante el año 2015, la ARN realizó un total de inspecciones regulatorias de 14.477 días-hombre. El mayor esfuerzo regulatorio se realizó en el área de seguridad radiológica y nuclear, que demandó un total de 13.345 días-hombre de inspección, seguida por el área de salvaguardias que requirió 781 días-hombre, y el área de protección y seguridad física, con un total de 351 días-hombre.

## Reactores nucleares

### Central Nuclear Atucha I

Aparte de las fiscalizaciones rutinarias, la ARN realizó el control del avance del cumplimiento de los requisitos emitidos, incluyendo aquellos vinculados a las lecciones aprendidas a partir del accidente de la Central Nuclear de Fukushima. Se evaluó la documentación de construcción de los contenedores para la transferencia de elementos combustibles gastados desde la casa de piletas de Atucha I a la casa de piletas de Atucha II. En octubre de 2015 la central inició esta transferencia y al finalizar el año, se habían transferido 42 elementos.

En la salida de servicio de 2015 se realizó la Revisión Programada que incorporó una cuarta bomba de refrigeración de agua de río asegurada y la implementación del nuevo Sistema Eléctrico de Emergencia (SEE) que incluyó tres nuevos equipos generadores diésel de 100% de capacidad. Ambas modificaciones se realizaron con los controles y evaluaciones de la ARN y el seguimiento de las pruebas de puesta en marcha.

### Central Nuclear Atucha II

Las tareas regulatorias se centraron en la fiscalización y evaluación de las pruebas desarrolladas en los distintos escalones de potencia en los que operó la central, de acuerdo al Programa de Puesta en Marcha Nuclear presentado por la misma. El principal objetivo de esta etapa fue continuar con la verificación del comportamiento integral de la planta y se comprobó que el comportamiento dinámico de la central ante los ensayos postulados fue el adecuado.

Además, la ARN fiscalizó la ejecución del ejercicio interno anual de emergencia en el sitio Atucha, en el que participó personal de esta unidad y de Atucha I.

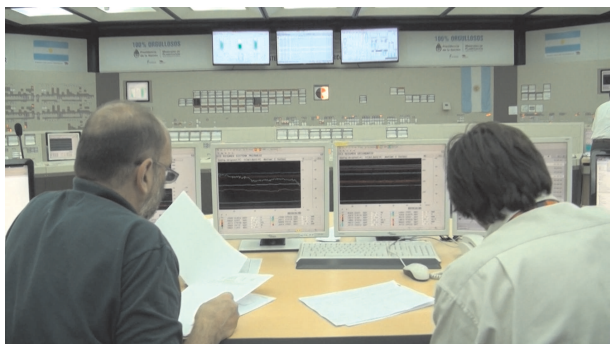
Luego de la primera puesta a crítico ocurrida el 3 de junio de 2014, el incremento de la potencia se hizo en forma gradual en escalones del 5%, 30%, 50%, 75% y 100%. Este último fue alcanzado el 18 de febrero de 2015. Cada paso de un escalón a otro tuvo que contar con la autorización de la ARN, luego de la verificación del cumplimiento de los requisitos correspondientes.

La ARN también fiscalizó el desarrollo de los programas de pruebas repetitivas y de mantenimiento que la central ejecutó durante esta etapa.

Durante el 2015, la central salió de servicio en varias oportunidades. Algunas de ellas fueron para dar cumplimiento al plan de pruebas correspondientes al escalón del 100%, que



preveía sacar de servicio la central, y otras se debieron a situaciones técnicas imprevistas, propias de la etapa de Puesta en Marcha.



Tareas de fiscalización y control en la Central Nuclear Atucha II

Asimismo, la central llevó a cabo una parada programada entre los días 12 de septiembre y 30 de octubre, con el objeto de completar un conjunto de tareas pendientes. Durante la misma, la ARN fiscalizó las tareas desarrolladas y realizó las evaluaciones correspondientes. De dichas tareas regulatorias no surgieron objeciones técnicas a la continuidad del desarrollo de la etapa de Puesta en Marcha al 100% de potencia.

### Central Nuclear Embalse

La ARN realizó la fiscalización regulatoria de la central de acuerdo al Plan Anual de Inspecciones, abarcando los requisitos establecidos en la documentación mandatoria, los programas de pruebas rutinarias, los mantenimientos correctivo y preventivo, el estado integral de los sistemas de seguridad de la central y la ejecución del ejercicio interno anual de emergencia. Asimismo, la ARN continuó la fiscalización del cumplimiento de los requisitos regulatorios referidos a la operación extendida de la central emitidos en 2011.

La primera salida de servicio de 2015 fue al finalizar el mes de julio y la siguiente al finalizar el mes de diciembre. Esta última parada fue impuesta por la ARN en septiembre cuando requirió que antes del 31 de diciembre de 2015 se diera por finalizado el ciclo de operación extendida de la central y se procediera a las actividades de retiro de servicio.



Tareas de fiscalización y control en la Central Nuclear Embalse

Entre las tareas de regulación de la Fase II del Proyecto Extensión de Vida Útil (PEV) de la Central Nuclear Embalse realizadas por la ARN se destacaron:

- La verificación del cumplimiento del Documento Marco de Licenciamiento.
- La evaluación de las tareas relacionadas con el futuro re-entubado del reactor y fiscalización de su preparación.
- La evaluación y fiscalización de la Gestión del Envejecimiento de las estructuras, sistemas y componentes relacionados con la seguridad.
- La realización de la auditoría al Sistema de Gestión de Calidad del PEV.
- La evaluación de los Cambios de Diseño presentados por NA-SA para ser implementados durante el PEV.

### Reactores de Investigación y Conjuntos Críticos

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 y radioprotección. La ARN fiscalizó las actividades relacionadas con el proyecto de reemplazo de la consola de operación y la actualización de la instrumentación. En el marco del proceso de revisión integral de seguridad establecida en la Licencia de Operación, se realizó la evaluación del plan de revisión presentado por la Entidad Responsable, la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

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

Los otros reactores de investigación (RI) que están bajo control regulatorio se encuentran sin operación al momento:

**RA-4:** sin operación por no contar con el personal licenciado y autorizado. La ARN verificó el estado general de mantenimiento de la instalación y el estado subcrítico seguro del núcleo.

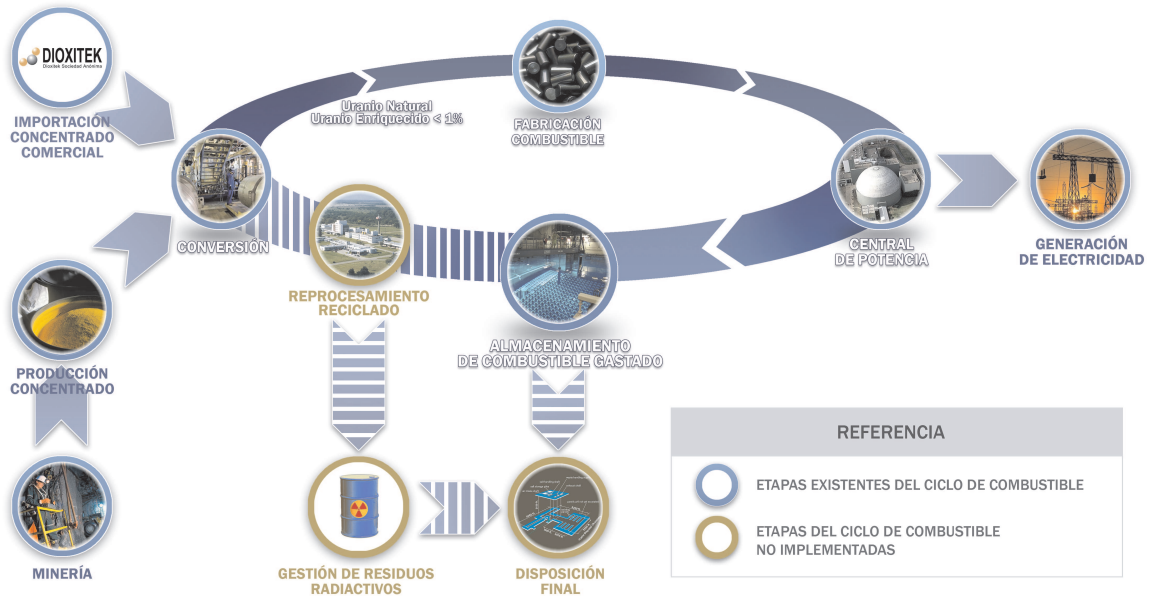
**RA-8:** sin operación (sin combustibles ni fuentes). La ARN verificó el estado general del edificio y los equipos a la espera del retiro final de servicio.

Para mejorar los procesos de evaluación y control de los reactores de investigación, la ARN elaboró los siguientes informes de trabajo, a ser utilizados como guías para la revisión de documentos mandatorios:

- Guía para la Revisión Integral de Seguridad de RI.
- Guía de contenido para Manual y Procedimientos de Protección Radiológica de RI.
- Guía de contenido para Manual y Procedimientos de Operaciones de RI.
- Guía de contenido para Manual y Procedimientos de Mantenimiento de RI.

### Instalaciones del ciclo de combustible

El ciclo de combustible nuclear abarca las instalaciones que desarrollan los procesos necesarios para la fabricación de elementos combustibles para centrales nucleares y para



Ciclo de combustible en Argentina

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 la extracción del uranio en complejos mineros fabriles, las transformaciones físico-químicas del uranio mismo 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.

En el ciclo de combustible de Argentina hay procesos e instalaciones separadas para uranio natural y levemente enriquecido (con contenido del isótopo U-235 menor al 1%), y uranio enriquecido (con contenido del isótopo U-235 menor o igual al 20%).

Instalación Minera Sierra Pintada	San Rafael (CNEA)
Instalación Minera La Estela	San Luis (CNEA)
Instalación Minera Los Colorados	La Rioja (CNEA)
Instalación Minera Tonco	Salta (CNEA)
Instalación Minera Pichiñán/ Los Adobes	Chubut (CNEA)
Instalación Minera Los Gigantes	Córdoba (CNEA)
Planta de Conversión de Dióxido de Uranio	Córdoba (Dioxitek)
Planta Experimental de Producción de UF6	Bariloche (CNEA)
Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares	FECN - (CONUAR)
Mock Up Planta de enriquecimiento	Bariloche (CNEA)

Instalaciones que operan con uranio natural o levemente enriquecido

Las instalaciones que operan con uranio enriquecido incluyen la fabricación de elementos combustibles y de blancos de irradiación para producción de radioisótopos. En estas instalaciones la manipulación del uranio tiene más requisitos y controles para prevenir riesgos de criticidad y radiológicos.

Área de Gestión de Residuos Radiactivos	(CNEA)
Depósito de Material Nuclear Fisionable Especial	DCMFE - (CNEA)
Laboratorio de Triple Altura	LTA - (CNEA)
Laboratorio de Uranio Enriquecido	LUE - (CNEA)
Planta de Fabricación de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación	ECRI - (CNEA)
Laboratorio Facilidad Radioquímica	LFR - (CNEA)
Facilidad de Almacenamiento de Combustibles Irradiados de Reactores de Investigación	FACIRI - (CNEA)
Laboratorio de Ensayos de Post-Irradiación	CELCA - (CNEA)
Fábrica de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación	FECRI - (CONUAR)
Planta de Fabricación de Polvos de Uranio	PFPU - (CNEA)
Planta Piloto de Combustibles Avanzados	PPCA - (CNEA)
Depósito de Uranio Enriquecido	DUE - (CNEA)
Depósito de Material Nuclear	DEMANU - (CNEA)

Instalaciones que operan únicamente con uranio enriquecido

Asimismo, hay 15 pequeñas instalaciones como laboratorios de investigación y desarrollo que se encuentran en los Centros Atómicos de Ezeiza (CAE), Constituyentes (CAC) y Bariloche (CAB).

El accionar regulatorio en las instalaciones del ciclo de combustible cubre tanto aspectos de seguridad radiológica como de capacitación y calificación del personal que está asignado a posiciones con responsabilidad en seguridad radiológica u operacional y debe tener licencias.

## Salvaguardias y seguridad física

La Autoridad Regulatoria Nuclear controla los procedimientos de salvaguardias. Para ello, periódicamente, audita los registros de contabilidad nuclear y efectúa relevamientos de las existencias de materiales nucleares en cada instalación.

Asimismo, la ARN controla las medidas de protección física, verificando el correcto funcionamiento de los componentes del sistema, de acuerdo al valor estratégico de los inventarios de material nuclear de cada instalación.

El esfuerzo regulatorio asociado a los controles de seguridad radiológica, salvaguardias y protección física en instalaciones del ciclo de combustible, excluyendo a los reactores nucleares, fue de 705 días-hombre, con un total de 173 inspecciones durante 2015.

## Instalaciones médicas e industriales

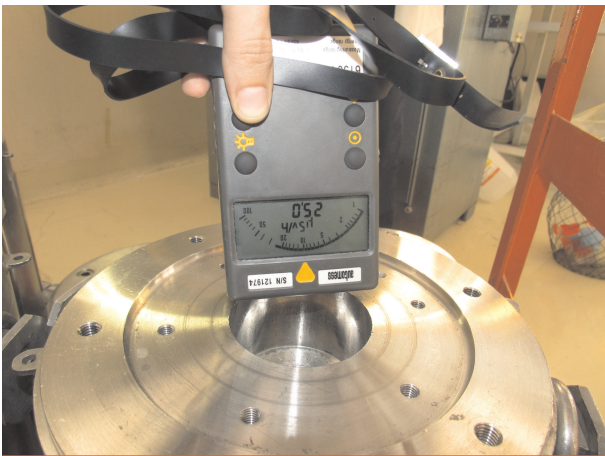
### Aplicaciones médicas

Este tipo de instalaciones y equipamientos tienen un control regulatorio continuo, desde su habilitación y durante toda su vida útil. La ARN realiza inspecciones rutinarias, para teleterapia, anualmente, y para braquiterapia y centros de medicina nuclear, bianualmente.

### Aplicaciones industriales

La ARN realiza controles y verificaciones para garantizar que los responsables primarios 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, las correctas condiciones de los depósitos y de los blindajes para su transporte. Además, ARN fiscaliza que las tasas de exposición en las áreas de trabajo estén dentro de los límites establecidos y que los registros de dosimetría individual cumplan con el sistema de limitación de dosis establecida en la normativa.

## Transporte de materiales nucleares



Inspección de bulto de transporte de material radiactivo

La ARN establece las reglamentaciones vigentes y verifica su cumplimiento mediante inspecciones. Además, tiene la función de otorgar los Certificados de Aprobación que se emiten como resultado de los trámites de licenciamientos de bultos para el transporte de materiales radiactivos como sólido no dispersable (o una cápsula sellada) y en arreglos especiales.

En 2015, se entregaron 7 certificados. El esfuerzo regulatorio de inspecciones específicas del transporte de materiales nucleares fue de 195 días-hombre.

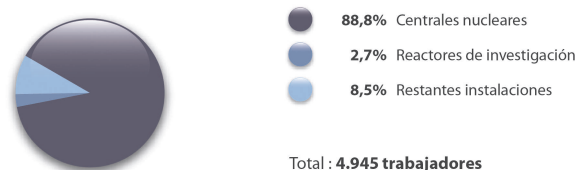
## c. Vigilancia radiológica ocupacional y ambiental. Laboratorios

La Autoridad Regulatoria Nuclear 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.

Para ello, cuenta con capacidades para realizar muestreos en aire, agua y suelos; y procesar y medir dichas muestras. En vista de potenciales escenarios en que se hubiera llegado a liberaciones o exposiciones accidentales, la ARN puede realizar análisis radioquímicos, dosimetría física, dosimetría interna y dosimetría biológica. Para los análisis y mediciones mencionados, la ARN cuenta con laboratorios propios.

### Vigilancia radiológica ocupacional

Los Responsables Primarios de las centrales nucleares están requeridos de llevar un registro de dosis ocupacionales basadas en mediciones individuales de exposición por dosímetros termoluminiscentes y electrónicos y en estimaciones de dosis debidas a contaminación interna, a partir del análisis de muestras de orina y mediciones realizadas en contador de cuerpo entero.



Distribución de trabajadores controlados en instalaciones relevantes durante 2015

La ARN controla y lleva un registro propio de las dosis individuales del personal, así como de las dosis colectivas de cada instalación.

Con respecto a las dosis individuales acumuladas en el quinquenio 2011-2015, contabilizando las dosis recibidas en todas las instalaciones, todos los trabajadores recibieron menos de 20 milisievert (mSv) promedio anual. En la Tabla 1 se presentan los parámetros correspondientes a las dosis

colectivas y a las dosis colectivas normalizadas en las centrales nucleares.

Tabla 1

	CNA I	CNA II	CNE
Dosis colectiva (Sv hombre)	3,0	0,2	0,3
Dosis colectiva normalizada (Sv hombre/GWa)	12,5	0,4	3,7
Dosis colectiva debida a tritio (%)	12,5	53,0	29,0
Energía bruta generada (GWa)	0,24	0,46	0,08

Los parámetros correspondientes a las distribuciones de los registros de dosis individuales para las centrales nucleares se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

	CNA I	CNA II	CNE
Dosis Individual promedio (mSv)	1,3	0,1	0,2
Dosis Individual máxima (mSv)	18,4	3,3	5,8
Número de registros de dosis	2.316	2.452	1.620

### Vigilancia radiológica ambiental

La Autoridad Regulatoria Nuclear realiza un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental (PMRA) en los alrededores de las instalaciones radiactivas y nucleares, por muestreo y posterior medición de la concentración de radionucleidos, en diversas matrices ambientales: agua, aire, suelo, sedimentos y alimentos. Este monitoreo es independiente de los que realizan los Responsables Primarios de las instalaciones.

Las muestras son procesadas y evaluadas en los laboratorios de 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, entre otros.

Las técnicas de laboratorio más relevantes están acreditadas conforme a la norma IRAM 301:2005 (ISO/IEC 17025:2005) por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA).

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

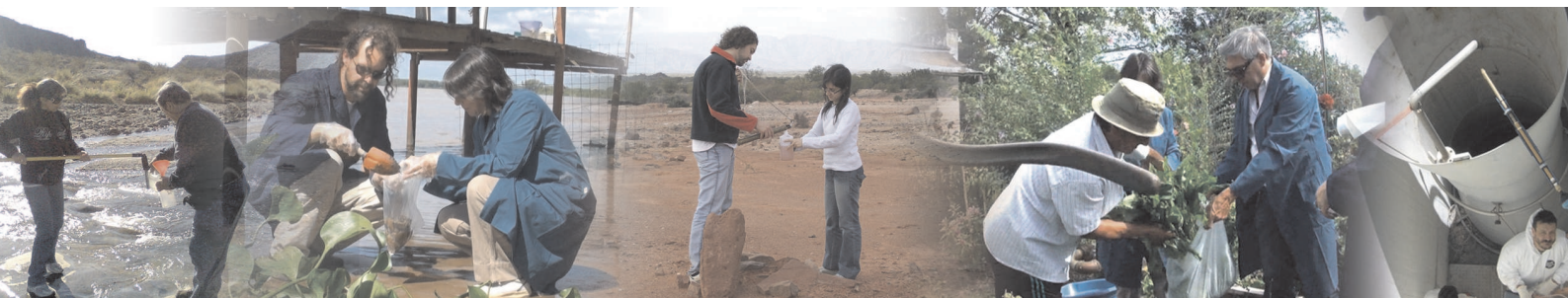
Durante el año 2015, la ARN tomó más de 2.000 muestras representativas de matrices ambientales.



**Principales instalaciones bajo vigilancia radiológica ambiental 2015**

- Centros Atómicos
- Centrales Nucleares
- Planta de Producción de Dióxido de Uranio (Dioxitek)
- Ex Complejos Mineros Fabriles
- Complejo Minero Fabril
- Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

Distribución geográfica de las principales instalaciones del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental de ARN en 2015





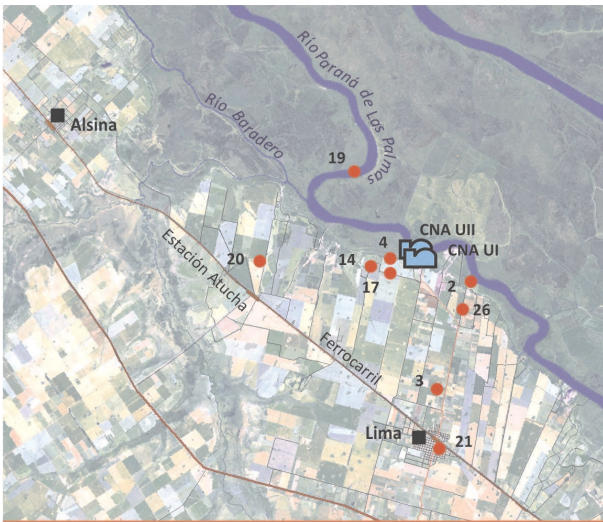
De los resultados obtenidos, algunos fueron comunes a todas las instalaciones, como ser los valores de cesio 137 que no significan riesgo alguno para la población. Se trata de valores encontrados en suelos, sedimentos y peces, que son atribuibles al transporte atmosférico de radionucleidos de los ensayos nucleares realizados en el Océano Pacífico Sur en los años '70. El cesio 137 no fue detectado en las restantes matrices ambientales.

De los restantes radionucleidos monitoreados, se detectó actividad alfa y beta total en algunas muestras, en valores muy inferiores a los de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y totalmente compatibles con los valores naturales esperados.

A continuación se presentan los resultados específicos obtenidos en las principales instalaciones monitoreadas.

Centrales nucleares

En las tres centrales se detectó presencia de tritio en valores sin relevancia dosimétrica para la población, ya que se encuentran muy por debajo del nivel de referencia establecido por la OMS de 0,1 mSv/año. El tritio es el principal radionucleido presente en las descargas rutinarias.



- Complejo Nuclear Atucha
- Puntos de muestreo
- (3, 4, 17, 26) Tasa de dosis ambiental
- (3, 4) Condensado de humedad
- (4, 14) Suelo
- (2, 19) Agua superficial y sedimento
- (3, 4) Aerosoles en aire
- (2, 20, 21) Agua de consumo humano

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

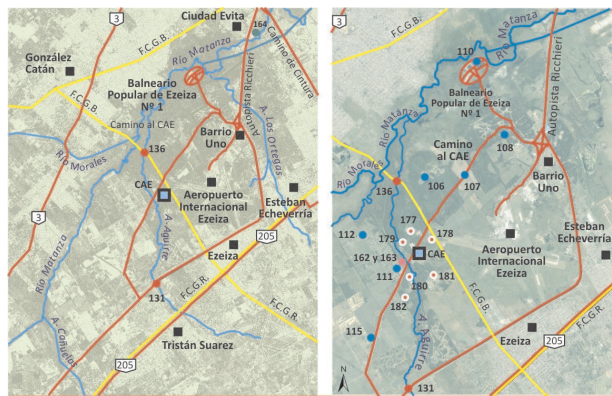


- Central Nuclear Embalse
- Puntos de muestreo
- (1, 2, 3, 4, 9 y 35) Agua superficial y sedimento
- (7) Agua de consumo humano
- (2) Agua subterránea
- (28, 29, 33, 34) Condensado de humedad
- (29, 34, 37, 38, 39) Tasa de dosis ambiental
- (29, 33, 34) Aerosoles en aire
- (29, 34) Suelo

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

Centros atómicos de Ezeiza (CAE) y de 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.

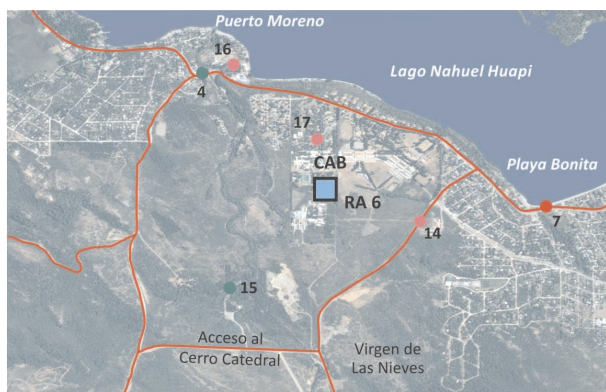


- Centro Atómico Ezeiza
- Puntos de muestreo
- Agua superficial y sedimento
- Agua de consumo humano
- Tasa de dosis ambiental
- Aerosoles en aire
- Tasa de dosis ambiental, aerosoles en aire, agua de consumo humano y suelos

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

El análisis mediante ensayos radioquímicos de las muestras representativas tomadas concluyó que el valor aislado de tritio detectado en agua del Arroyo Aguirre, aguas abajo del CAE, es inferior a los niveles de referencia establecidos por la OMS para aguas potables y no implica riesgo de dosis alguno para la población. Esta presencia es atribuible a las actividades propias del centro.

Respecto al uranio, si bien la ARN no es la autoridad competente en materia de sus efectos toxicológicos, el análisis de las mediciones de concentración de uranio total efectuadas en las aguas superficiales y de consumo humano (provenientes de fuentes subterráneas de la zona) indica que todas ellas son marcadamente inferiores al valor guía de 100 µg/L de concentración de uranio en agua potable establecido en la legislación vigente. En lo que respecta al contenido de uranio en suelos y sedimentos, los resultados se encuentran entre los valores bajos de los rangos mundiales de uranio en suelo presentados por el Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR).



■ Centro Atómico Bariloche  
 Puntos de muestreo  
 ● Agua superficial  
 ● Agua superficial y sedimento  
 ● Tasa de dosis ambiental, particulado en aire y suelos

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

### Complejo Tecnológico Pilcaniyeu

El Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP) se encuentra en la provincia de Río Negro, a unos 45 km de la ciudad de San Carlos de Bariloche y a 15 km de la localidad de Pilcaniyeu. El muestreo radiológico ambiental se realiza en muestras de aguas superficiales y sedimentos en el curso del río Pichileufú (que atraviesa el complejo), aguas arriba y aguas abajo de la instalación.



■ Complejo Tecnológico Pilcaniyeu  
 Puntos de muestreo  
 ● Agua superficial y sedimento  
 ● Agua de consumo humano

Puntos de muestreo en los alrededores del CTP (provincia de Río Negro)

El monitoreo del año 2015 detectó uranio a niveles muy bajos que corresponden a los valores de fondo de la zona como radionucleido natural, por lo tanto, no pueden atribuirse a las actividades desarrolladas en el CTP.

### Complejos minero fabriles

Durante 2015, la ARN continuó con los monitoreos ambientales en los alrededores de las instalaciones que se encuentran en operación: Complejo minero fabril San Rafael (Mendoza) y en la Planta de Conversión de Dióxido de Uranio Dioxitek (Córdoba). También se monitorearon el ex Complejos fabril de Malargüe (Mendoza) y los ex Complejos minero fabriles ya cerrados de Los Gigantes (Córdoba), La Estela (San Luis), Pichiñán – Los Adobes (Chubut), Tonco (Salta) y Los Colorados (La Rioja).

En todos los casos, sobre las muestras obtenidas se realizaron determinaciones de la concentración de uranio y de la actividad de radio 226. Los resultados, comparados con los valores guía de concentración de actividad de radionucleidos que la OMS ha establecido para agua potable, muestran que en ningún caso se superan los valores recomendados.

Asimismo, las determinaciones realizadas en muestras de sedimentos presentaron concentraciones dentro de los rangos de contenido natural.

### Laboratorios

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

En 2015 se realizaron intercomparaciones con el OIEA, para estroncio 90 y espectrometría gamma en aguas, y con la CNEA, para uranio por fluorimetría y fosforescencia cinética (KPA) en aguas. Con la Unión Europea se realizó el ejercicio de intercomparación RENEB (*Realizing the European Network of Biodosimetry*), en el marco de la Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica (LBDNet). También se participó



en el Segundo Ejercicio de Intercomparación Anual, organizado por Health Canadá.

El Laboratorio de Dosimetría Física fue certificado en 2015 por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA), siendo primero dentro de su especialidad en estar acreditado bajo la norma ISO 17025 en toda Sudamérica. Este laboratorio mide dosis de radiación producidas por fuentes externas al cuerpo humano, utilizando detectores termoluminiscentes (TLD) para controlar sus efectos.

Por su parte, los laboratorios de Control Ambiental, Dosimetría Interna y Dosimetría por Termoluminiscencia completaron satisfactoriamente las evaluaciones de mantenimiento para sus acreditaciones LE 116, LE 147 y LE 222, respectivamente.

Durante 2015, la ARN ofreció, entre otras, las siguientes actividades de capacitación y difusión: “Capacitación sobre Respuesta Médica en Emergencias Radiológicas” en la Central Nuclear Embalse, “Módulo sobre Riesgo Radiológico” para la Carrera de Emergentología de la UBA, sede Sanatorio Güemes, y “Capacitación sobre Emergencias Radiológicas y Nucleares”, en el marco del Curso del Sistema de Atención Médica de Emergencias (SAME).

En cuanto a las acciones con la comunidad, la ARN realizó una jornada informativa sobre el Plan de Emergencia del Complejo Nuclear Atucha dirigida a las autoridades, fuerzas vivas y vecinos de la localidad de Campana, provincia de Buenos Aires.

## d. Intervención en emergencias

### Simulacro Complejo Nuclear Atucha

Los planes de contingencia para el caso de accidentes nucleares involucran a la central, a la población de los alrededores y a las organizaciones de respuesta. ARN aprueba esos planes y es responsable de conducir y coordinar las acciones de respuesta durante una eventual emergencia. Cada año se realiza el Ejercicio de Aplicación del Plan de Emergencia en las centrales nucleares (simulacro), requerido en la Licencia de Operación.

En octubre de 2015 se realizó el simulacro del Complejo Nuclear Atucha, donde operan las centrales Atucha I y Atucha II, involucrando a las localidades de Zárate y Lima, del Municipio de Zárate, en la provincia de Buenos Aires.

La Autoridad Regulatoria Nuclear gestiona un sistema permanente de intervención en emergencias radiológicas y nucleares, que responde ante situaciones que pudieran, de manera real o potencial, exponer al público a material radiactivo o a radiación. Este sistema planifica y coordina la implementación de acciones de confinamiento y de mitigación con las autoridades correspondientes, incluyendo acciones de contención con los actores individuales o institucionales para minimizar el impacto perjudicial del evento, en todos sus aspectos.

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 la vía pública y espacios públicos, o que involucren a la población.



Puesta a cubierto en una escuela primaria de Lima, provincia de Buenos Aires, durante el simulacro

### Preparación para emergencias y respuestas

La Autoridad Regulatoria Nuclear tiene la responsabilidad de preparar a la población y a las autoridades correspondientes que participan en la respuesta a una emergencia radiológica o nuclear.

En este simulacro se practicaron los siguientes escenarios: evacuación de la población dentro del radio de 3 km, reparto de comprimidos de yodo hasta un radio de 10 km (incluyendo la puesta a cubierto en las instituciones educativas), alerta a la población a través de los medios de difusión locales, control

de accesos a la ciudad de Lima, monitoreo radiológico, descontaminación de personas y vehículos, y conformación del Centro de Información al Público (CIP) y del Centro Operativo de Emergencias Municipal (COEM), entre otros.

Entre otras organizaciones, participaron Bomberos de Lima y Zárate, Defensa Civil Municipal de Zárate, Dirección General de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Argentina, Escuadrón de Seguridad Atucha de la Gendarmería Nacional, Escuadrón QBN del Ejército Argentino, Policía de la Provincia de Buenos Aires, Prefectura Naval y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).



Monitoreo radiológico ambiental en la plaza principal de Lima, provincia de Buenos Aires, durante el simulacro

### **Intervenciones en emergencias radiológicas**

Durante el 2015, el Sistema de Intervención de Emergencias Radiológicas (SIER) fue requerido en varias oportunidades, que implicaron casos como: un incidente de dispersión en el Instituto de Medicina Nuclear Bahía Blanca S.R.L.; el robo de un vehículo de transporte que contenía un bulto con yodo 131, posteriormente hallado con integridad del blindaje y del envase; el extravío de un densímetro nuclear en la porción chilena de la isla de Tierra del Fuego, posteriormente hallado en condiciones seguras; una denuncia de presencia de uranio en bidones en la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que resultó un alerta espurio; y una denuncia de derrame nuclear en la Terminal de Cargas Aéreas de Aeropuerto Internacional de Ezeiza, que resultó un alerta espurio.