

## SISTEMA REGULATORIO

### Autoridad regulatoria

En el año 1950 comienza el desarrollo nuclear en la Argentina. Todas las actividades nucleares que se llevaron a cabo en el país hasta el año 1994 fueron controladas por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), a través de la Gerencia de Asuntos Regulatorios y del Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares, con el objetivo de proteger a las personas y al ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes. En 1958, el Decreto N° 842/58 aprobó y puso en vigencia el Reglamento para el Uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes. La CNEA actuó desde entonces como Autoridad Regulatoria en la materia, fiscalizando el cumplimiento de normas de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física en las actividades nucleares y aplicaciones de radioisótopos. Por otra parte, desde el año 1967 los Organismos de Salud (nacional y provinciales) han tenido la responsabilidad de la fiscalización del cumplimiento de normas de protección radiológica relativas a equipos generadores de rayos x. En 1994 el Gobierno Nacional, considerando que se deben reservar como funciones propias del Estado Nacional la regulación y fiscalización de la actividad nuclear, asigna a una institución estatal independiente el ejercicio exclusivo de dichas funciones, a efectos de diferenciar el rol propio del controlante y del controlado. Así, el Decreto N° 1540/94 crea el Ente Nacional Regulador Nuclear (ENREN), a fin de cumplir las funciones de fiscalización y de regulación de la actividad nuclear.

En 1997 el Honorable Congreso de la Nación sanciona el 2 de abril la Ley N° 24.804 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear, que es promulgada el 25 de abril de ese año creándose la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR (ARN) como entidad autárquica en jurisdicción de la Presidencia de la Nación, con la función de regular y fiscalizar la actividad nuclear en todo lo referente a los temas de seguridad radiológica y nuclear, protección física y no

proliferación nuclear. Debe asimismo asesorar al Poder Ejecutivo Nacional en las materias de su competencia.

## Marco regulatorio

La Autoridad Regulatoria Nuclear otorga licencias, permisos y autorizaciones correspondientes a las instalaciones y prácticas asociadas con fuentes de radiación, y controla y fiscaliza que los responsables de cada práctica cumplan con lo establecido en las normas y demás documentos regulatorios.

### Seguridad radiológica y nuclear

Para el sistema regulatorio argentino toda la responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear de una instalación recae en la organización que se ocupa de las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de la instalación nuclear de que se trate. Nada que pueda suceder, y afecte a la seguridad, libera a esta organización, denominada Entidad Responsable y al Responsable designado por ella, de su responsabilidad en cada una de las etapas del proyecto. El cumplimiento de las normas y requerimientos regulatorios es una condición mínima que no exime a la Entidad Responsable de realizar todo lo que sea necesario para garantizar la seguridad radiológica y nuclear de la instalación.

Desde el punto de vista del proceso de licenciamiento, las instalaciones se clasifican en Instalaciones Clase I, II ó III (anteriormente denominadas relevantes y menores), diferencia que se hace en base al riesgo radiológico asociado. Se establece la categoría de Prácticas no rutinarias para las tareas con radiaciones que se realizan por única vez o que no forman parte de la operación rutinaria de esas instalaciones o que se lleven a cabo fuera de las mismas.

De acuerdo al criterio de clasificación utilizado en base al riesgo radiológico, las Instalaciones Clase I requieren un proceso de licenciamiento de más de una etapa a diferencia de la instalaciones Clase II y Clase III. Esto puede verse en el cuadro siguiente:

Instalación Clase I	Instalación Clase II	Instalación Clase III
Licencias de Construcción, de Puesta en Marcha, de Operación y de Retiro de Servicio	Licencia de Operación	Registro

---

## Salvaguardias

---

El sistema regulatorio argentino abarca a las salvaguardias y garantías de no proliferación nuclear, es decir el conjunto de requerimientos y procedimientos aplicables tanto a los materiales nucleares como a los materiales, equipos e información de interés nuclear, con el fin de asegurar, con un grado razonable de certeza, que tales elementos no sean destinados a un uso no autorizado y que se observen adecuadamente los compromisos internacionales asumidos en la materia.

Las salvaguardias pueden ser nacionales o internacionales y estas últimas pueden tener carácter regional o global. Las salvaguardias nacionales están determinadas por lo prescripto dentro del marco regulatorio correspondiente a cada estado. Cuando se trata de las salvaguardias y garantías de no proliferación internacionales, su aplicación aparece directamente ligada a los compromisos de no proliferación de las armas nucleares que ha asumido el país. En este caso, las salvaguardias pueden ser aplicadas por organismos internacionales, de carácter regional o global, y tienen por objetivo detectar, en tiempo oportuno y con un grado razonable de certeza, que no se desvíen de materiales nucleares hacia fines proscritos por los acuerdos sobre cuya base son aplicadas.

En 1991 fue firmado en la Ciudad de Guadalajara, México el “Acuerdo entre la República Argentina y la República Federativa del Brasil para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear”. Este acuerdo estableció un organismo denominado “Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares” (ABACC), cuya misión fundamental consiste en la aplicación del “Sistema común de contabilidad y control de materiales nucleares” con la finalidad de verificar que dichos materiales no sean desviados hacia la fabricación de armas u otros dispositivos nucleares explosivos.

Inmediatamente después de la entrada en vigencia del **Acuerdo Bilateral**, se firmó el Acuerdo entre los países, la ABACC y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para la aplicación de salvaguardias totales (**Acuerdo Cuatripartito**). Por este acuerdo, el OIEA se compromete a aplicar salvaguardias en ambos países a todos los materiales nucleares en todas las actividades nucleares de Argentina y Brasil, tomando como base al “Sistema común de contabilidad y control de materiales nucleares”.

---

## Protección física

---

El objetivo de la ARN en materia de protección física es prevenir con un grado razonable de certeza el robo, hurto, sustracción o dispersión indebida del material protegido; o bien, el sabotaje o intrusión de personas ajenas en una instalación, donde en razón de su inventario radiactivo, sea posible generar en ella accidentes con consecuencias radiológicas severas. En este sentido la ARN tiene la responsabilidad de exigir un sistema completo de protección física para

las instalaciones y materiales nucleares estableciendo los requerimientos regulatorios a ser observados.

La protección física se ha convertido en motivo de interés y cooperación internacional. En particular, la “Convención sobre la protección física de los materiales nucleares”, referida al transporte internacional de estos materiales, fue abierta a la firma el 3 de marzo de 1980 en las sedes del OIEA, en Viena, y de las Naciones Unidas, en Nueva York; la República Argentina la aprobó mediante la Ley Nº 23.620.

---

## Transporte de material radiactivo

---

El transporte de materiales radiactivos debe efectuarse, en la Argentina, de acuerdo a lo estipulado en el “Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos” del OIEA, edición de 1996.

Los criterios de seguridad reflejados en la norma AR 10.16.1. “Transporte de materiales radiactivos”, que coincide textualmente con el citado Reglamento, tienen el consenso de todas las organizaciones internacionales, regionales y nacionales dedicadas a regular el transporte terrestre, aéreo, fluvial y marítimo de materiales peligrosos. La norma AR 10.16.1. provee un adecuado nivel de seguridad a las personas, a los bienes y al medio ambiente durante el transporte normal de material radiactivo, así como en caso de eventuales accidentes.

---

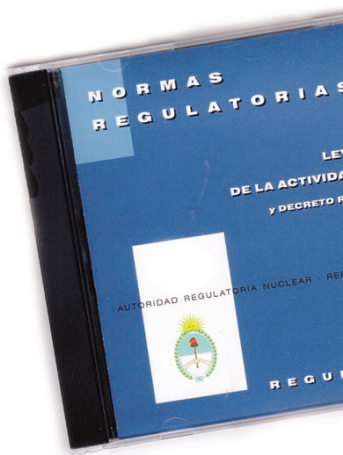
## Normas regulatorias

---

La ARN está facultada para “dictar las normas regulatorias referidas a seguridad radiológica y nuclear, protección física y fiscalización del uso de materiales nucleares, licenciamiento y fiscalización de instalaciones nucleares, salvaguardias internacionales y transporte de materiales nucleares en su aspecto de seguridad radiológica y nuclear y protección física”, conforme lo dispone el inciso a) del artículo 16 de la Ley Nº 24.804.

Las normas regulatorias argentinas tienen un carácter de performance: no son prescriptivas sino de cumplimiento de objetivos de seguridad. El “cómo” se alcanzan esos objetivos se basa en la apropiada toma de decisiones por parte de la organización que se ocupa del diseño, construcción, puesta en marcha, operación y desmantelamiento de la instalación en cuestión; dicha organización debe demostrar a la Autoridad Regulatoria que los medios técnicos que propone cumplen los objetivos que establecen las normas.

El conjunto de normas regulatorias vigentes al 31/12/05 se resume a continuación:



AR 0.0.1.	Revisión 2	Licenciamiento de Instalaciones Clase I
AR 0.11.1.	Revisión 3	Licenciamiento de personal de Instalaciones Clase I
AR 0.11.2.	Revisión 2	Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas
AR 0.11.3.	Revisión 1	Reentrenamiento de personal de Instalaciones Clase I
AR 3.1.1.	Revisión 2	Exposición ocupacional en reactores nucleares de potencia
AR 3.1.2.	Revisión 2	Limitación de efluentes radiactivos en reactores nucleares de potencia
AR 3.1.3.	Revisión 2	Criterios radiológicos relativos a accidentes en reactores nucleares de potencia
AR 3.2.1.	Revisión 2	Criterios generales de seguridad para el diseño de reactores nucleares de potencia
AR 3.2.3.	Revisión 2	Seguridad contra incendios en reactores nucleares de potencia
AR 3.3.1.	Revisión 2	Diseño del núcleo de reactores nucleares de potencia
AR 3.3.2.	Revisión 2	Sistemas de remoción de calor de reactores nucleares de potencia
AR 3.3.3.	Revisión 1	Circuito primario de presión en reactores nucleares de potencia
AR 3.3.4.	Revisión 1	Seguridad de elementos combustibles para reactores nucleares de potencia
AR 3.4.1.	Revisión 1	Sistema de protección e instrumentación relacionada con la seguridad de reactores nucleares de potencia
AR 3.4.2.	Revisión 1	Sistemas de extinción para reactores nucleares de potencia
AR 3.4.3.	Revisión 1	Sistemas de confinamiento en reactores nucleares de potencia
AR 3.5.1.	Revisión 1	Alimentación eléctrica esencial en reactores nucleares de potencia
AR 3.6.1.	Revisión 2	Sistema de calidad en reactores nucleares de potencia
AR 3.7.1.	Revisión 1	Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación comercial de un reactor nuclear de potencia
AR 3.8.1.	Revisión 1	Pruebas preliminares y puesta en marcha de reactores nucleares de potencia
AR 3.9.1.	Revisión 1	Criterios generales de seguridad para la operación de reactores nucleares de potencia
AR 3.9.2.	Revisión 1	Comunicación de eventos relevantes en reactores nucleares de potencia
AR 3.10.1.	Revisión 1	Protección contra terremotos en reactores nucleares de potencia
AR 3.17.1.	Revisión 2	Desmantelamiento de reactores nucleares de potencia
AR 4.1.1.	Revisión 0	Exposición ocupacional en reactores nucleares de investigación
AR 4.1.2.	Revisión 1	Limitación de efluentes radiactivos en reactores nucleares de investigación
AR 4.1.3.	Revisión 2	Criterios radiológicos relativos a accidentes en reactores nucleares de investigación
AR 4.2.1.	Revisión 1	Diseño de conjuntos críticos
AR 4.2.2.	Revisión 1	Diseño de reactores de investigación
AR 4.2.3.	Revisión 2	Seguridad contra incendios en reactores de investigación
AR 4.5.1.	Revisión 1	Diseño del sistema de suministro de energía eléctrica de reactores de investigación
AR 4.7.1.	Revisión 1	Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un reactor de investigación
AR 4.7.2.	Revisión 0	Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un conjunto crítico
AR 4.8.1.	Revisión 1	Pruebas preliminares y puesta en marcha de conjuntos críticos
AR 4.8.2.	Revisión 1	Pruebas preliminares y puesta en marcha de reactores de investigación
AR 4.9.1.	Revisión 1	Operación de conjuntos críticos
AR 4.9.2.	Revisión 2	Operación de reactores nucleares de investigación
AR 5.1.1.	Revisión 1	Exposición ocupacional en aceleradores de partículas Clase I
AR 5.7.1.	Revisión 1	Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un acelerador de partículas

AR 6.1.1.	Revisión 1	Exposición ocupacional de Instalaciones radiactivas Clase I
AR 6.1.2.	Revisión 1	Limitación de efluentes radiactivos de Instalaciones radiactivas Clase I
AR 6.2.1.	Revisión 2	Diseño de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua
AR 6.7.1.	Revisión 1	Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de una planta industrial de irradiación
AR 6.9.1.	Revisión 2	Operación de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua
AR 7.9.1.	Revisión 1	Operación de equipos de gammagrafía industrial
AR 7.11.1.	Revisión 1	Permisos individuales para operadores de equipos de gammagrafía industrial
AR 8.2.1.	Revisión 0	Uso de fuentes selladas en braquiterapia
AR 8.2.2.	Revisión 1	Operación de aceleradores lineales de uso médico
AR 8.2.3.	Revisión 3	Operación de instalaciones de telecobaltoterapia
AR 8.2.4.	Revisión 1	Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear
AR 8.11.1.	Revisión 2	Permisos individuales para el empleo de material radiactivo o radiaciones ionizantes en seres humanos
AR 8.11.2.	Revisión 0	Requisitos mínimos de formación clínica activa para la obtención de permisos individuales con fines médicos
AR 10.1.1.	Revisión 3	Norma básica de seguridad radiológica
AR 10.12.1.	Revisión 1	Gestión de residuos radiactivos
AR 10.13.1.	Revisión 1	Norma de protección física de materiales e instalaciones nucleares
AR 10.14.1.	Revisión 0	Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear
AR 10.16.1.	Revisión 1	Transporte de materiales radiactivos

## Guías regulatorias

La ARN genera Guías Regulatorias destinadas a presentar recomendaciones que pueden ser utilizadas como información orientativa para facilitar el cumplimiento de las normas vigentes. A diciembre de 2005, se han emitido las siguientes Guías Regulatorias:

GR 1	Revisión 1	Factores dosimétricos para irradiación externa y contaminación interna, y niveles de intervención para alimentos
GR 2	Revisión 0	Esquemas sinópticos de los requisitos aplicables al transporte de tipos específicos de remesas de material radiactivo
GR 3	Revisión 0	Condiciones a ser verificadas por el médico examinador de acuerdo al profesiograma psicofísico de la función especificada
GR 4	Revisión 0	Diseño de reactores nucleares de investigación
GR 5	Revisión 0	Recomendaciones generales para la obtención y renovación de permisos individuales para operadores de gammagrafía industrial
GR 7	Revisión 0	Diseño de conjuntos críticos
GR 10	Revisión 0	Programas de formación especializada y capacitación específica para el licenciamiento de personal de instalaciones radiactivas clase I

Nota: el texto completo de cada Norma y Guía se puede consultar en el CD adjunto (véase Anexo 6).



## Instalaciones Clase I



Vista panorámica  
de la Central Nuclear  
Atucha I

Las Instalaciones Clase I (o relevantes), debido a su complejidad y riesgos asociados, requieren un proceso de licenciamiento compuesto por más de una etapa.

Es requisito que cada Instalación Clase I esté respaldada por una organización capaz de garantizar a su personal el apoyo necesario a las tareas inherentes a la seguridad radiológica. Dicha organización, denominada Entidad Responsable, es responsable por la seguridad radiológica de la instalación. La misma debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la instalación, del personal y del público, cumpliendo como mínimo las condiciones que establece la Licencia de la instalación, las normas aplicables y los requerimientos específicos que efectúa la Autoridad Regulatoria.

De acuerdo con las normas regulatorias, la Entidad Responsable debe designar en cada Instalación Clase I un Responsable Primario, quien tiene la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de la instalación. La Entidad Responsable, además de prestar al Responsable Primario todo el apoyo que necesite, debe realizar una supervisión adecuada para garantizar que la instalación sea diseñada, construida, puesta en marcha, operada y retirada de servicio en correctas condiciones de seguridad radiológica, incorporando los avances tecnológicos que la evolución natural de los conocimientos exige, e instrumentando los sistemas de calidad apropiados.

Estas instalaciones deben operar con una Licencia de Operación y su personal debe poseer las correspondientes Licencias Individuales y Autorizaciones Específicas para ocupar posiciones que tengan una influencia significativa en la seguridad.

Las Instalaciones Clase I comprenden las siguientes subclases:

- ❑ Reactores nucleares de potencia.
- ❑ Reactores nucleares de producción e investigación.
- ❑ Conjuntos críticos.
- ❑ Instalaciones nucleares con potencial de criticidad.
- ❑ Aceleradores de partículas que operen con energías superiores a 1 MeV (excepto los aceleradores de uso médico).
- ❑ Plantas de irradiación fijas o móviles.
- ❑ Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
- ❑ Gestoradora de residuos radiactivos.
- ❑ Instalaciones minero fabriles que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.



Planta de Producción  
de Radioisótopos

## Etapas del licenciamiento de instalaciones Clase I

Las Instalaciones Clase I requieren, según las normas regulatorias vigentes, los siguientes tipos de documento para ser licenciadas:

- ▣ Licencia de Construcción
- ▣ Licencia de Puesta en Marcha
- ▣ Licencia de Operación
- ▣ Licencia de Retiro de Servicio

### Licencia de Construcción

La Licencia de Construcción es un documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable para que inicie la construcción de la instalación. La Licencia de Construcción se otorga cuando se consideran satisfechos las normas y requisitos aplicables al emplazamiento, al diseño básico, y al nivel esperado de seguridad en la operación de la instalación, lo cual se describe en un documento denominado Informe Preliminar de Seguridad (IPS). Dicho informe debe ser presentado por la Entidad Responsable y es uno de los requisitos para obtener la Licencia de Construcción.

Una vez otorgada la Licencia de Construcción y a partir del inicio de la construcción, la Autoridad Regulatoria verifica, además de lo señalado en el párrafo anterior, el cumplimiento de lo establecido en la Licencia de Construcción. En los casos de centrales nucleares, la Autoridad Regulatoria designa para cumplir estas tareas al menos a un inspector residente en el lugar de la construcción.

### Licencia de Puesta en Marcha

La Licencia de Puesta en Marcha se otorga una vez que se cumplieron los objetivos fijados para las tareas autorizadas por la Licencia de Construcción. Durante esta etapa, se evalúan los resultados de las pruebas preoperacionales realizadas para determinar en forma fehaciente que la instalación reúne las condiciones necesarias para una operación segura y que el funcionamiento de la instalación está de acuerdo con los criterios de diseño establecidos.

La puesta en marcha comienza al finalizar el montaje de los sistemas y componentes de la instalación. En el caso de las centrales nucleares, la puesta en marcha se inicia con la verificación de los componentes, equipos y sistemas para determinar si cumplen con lo establecido en las bases de diseño original. Se realiza en condiciones de carga progresivas (v. g. carga creciente de material radiactivo o nuclear) hasta alcanzar el modo normal de funcionamiento, llegando inclusive a simular incidentes operacionales para verificar la respuesta de los sistemas de seguridad correspondientes.



## Documentación Mandatoria

Durante el proceso de licenciamiento comprendido entre la solicitud de Licencia de Construcción y la solicitud de Licencia de Operación, la Entidad Responsable debe presentar a la Autoridad Regulatoria la totalidad de la Documentación Mandatoria que estipulan las normas. Los principales componentes de dicha documentación son:

- ▣ Manual de Operación
- ▣ Manual de Mantenimiento
- ▣ Código de Práctica
- ▣ Manual de Capacitación y Entrenamiento del Personal
- ▣ Informe de Seguridad
- ▣ Plan de Emergencias
- ▣ Manual de Garantía de Calidad en Operación

## Licencia de Operación

La Licencia de Operación es un documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable para que opere la instalación.

Esta licencia se otorga una vez que la documentación, los estudios de detalle y el resultado de las pruebas preoperacionales presentados por la Entidad Responsable han sido evaluados e inspeccionados satisfactoriamente verificándose el cumplimiento de las normas y requisitos específicos aplicables. Las evaluaciones previas al otorgamiento de la licencia de una instalación relevante incluyen, entre otros, aspectos de garantía de calidad, procedimientos constructivos, previsiones para inspecciones y eventuales reparaciones, procedimientos de operación y la presentación del plan de emergencia, el cual, de corresponder, deberá contener precisiones sobre la coordinación con los organismos nacionales y provinciales pertinentes.

## Licenciamiento de personal

En las Instalaciones Clase I se otorgan dos tipos de Documentos que implican certificaciones conceptualmente diferentes:

### Licencia Individual

Certificado de carácter permanente que reconoce la capacidad técnico-científica necesaria para una determinada función genérica dentro del organigrama de operación de un determinado tipo de instalación relevante.

## Autorización Específica

Certificado que reconoce la capacitación específica necesaria de una persona licenciada para desempeñar una función especificada en una Instalación Clase I determinada; es renovable y tiene una validez máxima de dos años.

Toda vez que la Entidad Responsable solicita una Autorización Específica para su personal, envía a la Autoridad Regulatoria la documentación necesaria. El Consejo Asesor para el Licenciamiento de Personal de Instalaciones Relevantes (CALPIR), asesora en la materia al Directorio, para lo cual evalúa los antecedentes de cada solicitante y, de considerarlo conveniente, recomienda el otorgamiento del certificado solicitado o acciones para que se satisfagan los requisitos necesarios de capacitación y entrenamiento.

Las personas que deseen obtener una Licencia Individual o una Autorización Específica o que deseen renovar una Autorización Específica, deben cumplir requisitos que se refieren a la capacitación, experiencia laboral, entrenamiento, re-entrenamiento y aptitud psicofísica, que dependerán de la instalación y del nivel de la función.

## Para obtener una Licencia Individual

### Capacitación

Formación básica	Estudios universitarios, técnicos o formación acorde con el nivel requerido para una función genérica.
Formación complementaria	Capacitación teórico-práctica complementaria de la formación básica, cuyo objeto es impartir conocimientos de carácter introductorio a la formación especializada.
Formación especializada	Estudios especializados (técnico-científico característicos de la actividad en el campo nuclear) acordes con el nivel requerido para una función genérica. La formación especializada responderá a programas que cuenten con la conformidad de la ARN y debe acreditarse mediante la aprobación de exámenes en los que tenga participación dicha Autoridad.

### Experiencia laboral

Experiencia laboral que pueda ser de relevancia para el correcto desempeño de la función.

## Para obtener o renovar una Autorización Específica

Licencia	Poseer una Licencia apropiada para la función genérica en el tipo de Instalación Clase I involucrada.
----------	---

<b>Capacitación específica</b>	Conocimientos de seguridad radiológica, de las características y funcionamientos de la instalación, de la responsabilidad del cargo a licenciar y de la Documentación Mandatoria, con la extensión y profundidad necesarias para que el desempeño del postulante contribuya a la operación segura de la instalación. La capacitación específica responderá a programas, que cuenten con la conformidad de la Autoridad Regulatoria y debe acreditarse mediante la aprobación de exámenes en los que tenga participación dicha Autoridad.
<b>Entrenamiento</b>	Desempeño transitorio de la función especificada para la cual se solicita autorización específica, bajo supervisión de responsabilidad de personal calificado.
<b>Re-entrenamiento</b>	Realización periódica de cursos y de tareas destinadas a adquirir experiencia y práctica con el objeto de mantener actualizados sus conocimientos y aptitudes para el eficaz desempeño de sus funciones, principalmente ante situaciones no rutinarias incluyendo las accidentales postuladas.
<b>Aptitud psicofísica</b>	Compatibilidad adecuada entre el perfil psicológico necesario para desempeñar correctamente una función especificada determinada y el conjunto de condiciones psicofísicas del postulante.  Para obtener una Autorización Específica se deben cumplir con formación básica, capacitación complementaria, formación especializada, capacitación específica, entrenamiento en el trabajo y aptitud psicofísica, y para obtener su renovación se debe contar con re-entrenamiento y aptitud psicofísica.

Nota: detalle de las Licencias y Autorizaciones emitidas en 2005, véase CD adjunto.

---

## **Instalaciones Clase II**

Las Instalaciones Clase II requieren una Licencia de Operación, la cual es otorgada por la ARN cuando la documentación presentada y las evaluaciones e inspecciones realizadas permiten concluir que se satisfacen las normas y requisitos mínimos aplicables, y que la instalación dispone del personal capacitado.

El Responsable y el personal de operación deben contar con un Permiso Individual emitido por la ARN.

Las Licencias de Operación y los Permisos Individuales son documentos regulatorios específicos en su naturaleza, y sólo pueden ser utilizados en el marco



**Gammagrafía de una tubería**

de los radionucleidos, actividades, formas físicas, energías, y demás condiciones particulares indicadas en ellos. El permiso específico individual certifica la idoneidad para el uso de materiales radiactivos o de radiaciones ionizantes, pero es de uso exclusivo institucional, es decir que una persona que haya obtenido permiso específico solamente puede hacer uso del mismo en una institución habilitada para el mismo propósito.

Las Licencias de Operación y los Permisos Individuales son otorgados con una validez de cinco años, con excepción de los usos en gammagrafía industrial, los cuales se otorgan con una validez de tres años.

El Consejo Asesor en Aplicaciones de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes (CAAR) asesora en la materia al Directorio de la ARN, para lo cual evalúa los antecedentes de cada caso y, de considerarlo conveniente, recomienda el otorgamiento del certificado solicitado o bien indica que requisitos deben satisfacerse para la obtención de Permisos Individuales.

Las Instalaciones Clase II abarcan las siguientes subclases:



**Producción de generadores de tecnecio 99m**

- ❑ Aceleradores de partículas que operen con energías inferiores a 1 MeV y aceleradores de uso médico.
- ❑ Instalaciones de telecobaltoterapia.
- ❑ Instalaciones de braquiterapia.
- ❑ Instalaciones de medicina nuclear.
- ❑ Irradiadores autoblandados.
- ❑ Gammagrafía industrial.
- ❑ Instalaciones minero fabriles que no incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.
- ❑ Instalaciones nucleares sin potencial de criticidad.
- ❑ Medidores industriales.
- ❑ Investigación y desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas.
- ❑ Importación, exportación y depósito de material radiactivo.
- ❑ Fraccionamiento y venta de material radiactivo.

### Instalaciones Clase III

Las Instalaciones Clase III, autorizadas a operar por medio de un documento regulatorio denominado Registro, comprenden las siguientes subclases:

- ❑ Diagnóstico in-vitro para seres humanos.
- ❑ Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.

- ▣ Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otras aplicaciones.

Las instalaciones que no estén comprendidas en las clases y subclases descritas serán evaluadas por la ARN y clasificadas de acuerdo al riesgo radiológico y a la complejidad tecnológica asociados.

## Control del transporte de materiales radiactivos

El transporte de materiales radiactivos está regulado con estrictos criterios de seguridad. Desde hace aproximadamente 50 años se transporta material radiactivo a través del mundo sin que debido a dicho transporte se hayan producido consecuencias radiológicas de importancia en los trabajadores y el público en general, ni efectos nocivos en los bienes o el medio ambiente.

En la Argentina, el transporte de materiales radiactivos debe efectuarse de acuerdo a lo estipulado en la Revisión 1 de la norma AR 10.16.1 "Transporte de materiales radiactivos" cuyo texto coincide con el del "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos" del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, Edición 1996). Existen, además, reglamentaciones nacionales e internacionales que regulan el transporte de materiales peligrosos por vía terrestre, aérea y acuática: en lo relativo a los materiales radiactivos, coinciden con el Reglamento del OIEA. Para el transporte por carretera y ferrocarril se aplican el "Reglamento Nacional de Tránsito y Transporte", Decreto 692/92, la Ley de Tránsito N° 24.449, reglamentada por el Decreto 779/95, la Resolución N° 195/97 sobre normas técnicas para el transporte de mercancías peligrosas por carretera y demás reglamentaciones establecidas por la Secretaría de Transporte de la Nación. Para el transporte marítimo, fluvial y aéreo, la República Argentina, al igual que la mayor parte de los países, ha adoptado las reglamentaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI), de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y de la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (en inglés, IATA), las que con distintos períodos de transición han adoptado, durante el año 2001, la Edición de 1996 (revisada) del "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos" del OIEA.

La Revisión 1 de la norma AR 10.16.1 mantiene el objetivo de proveer un adecuado nivel de seguridad a las personas, a los bienes y al medio ambiente durante el transporte normal de material radiactivo, así como en caso de eventuales accidentes. Contempla cinco tipos de bultos, que en orden creciente de capacidad resistente, se indican en el siguiente cuadro, junto con sus características principales.



**Acondicionamiento  
de material radiactivo en  
el vehículo de transporte**

## Tipos de bultos para el transporte de material radiactivo

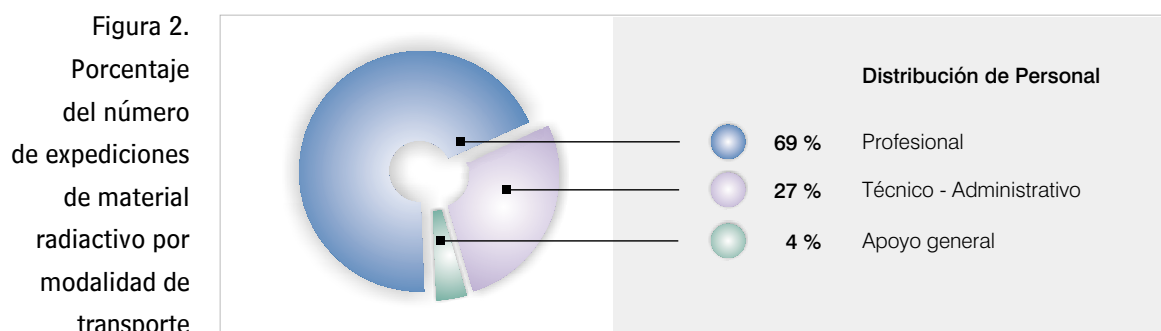
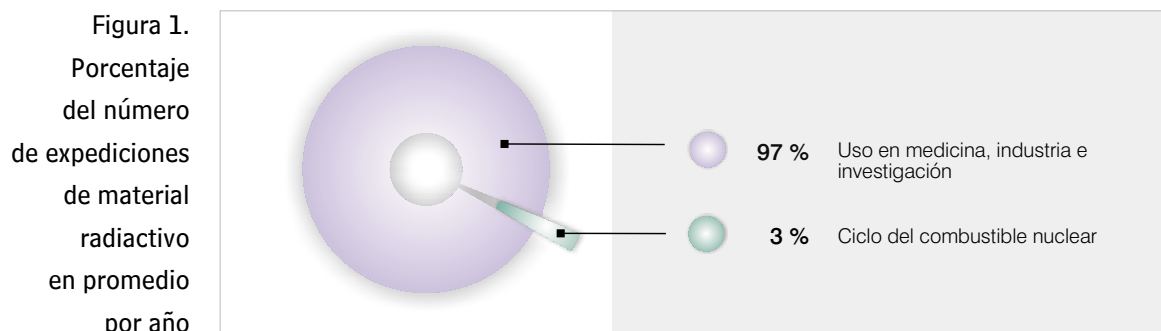
Tipo	Características
Exceptuado	El contenido radiactivo es muy limitado. Exento de la mayoría de los requisitos de diseño y uso de la norma AR 10.16.1., cumple los requisitos del buen arte de embalar.
Industrial del Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3	<p>Contiene materiales de baja actividad específica (BAE), y objetos contaminados en la superficie (OCS). El contenido es intrínsecamente seguro.</p> <p>Los requisitos están relacionados con el trato normal durante el transporte.</p> <p>En accidentes destructivos, debido a su contenido no se espera que de ellos deriven consecuencias radiológicas significativas.</p>
Tipo A	<p>Cantidad de actividad limitada.</p> <p>Requisitos y ensayos encaminados a demostrar que se mantengan íntegros cuando se los somete al tipo de maltrato considerado normal durante el transporte.</p> <p>En accidentes destructivos, no se espera que de ellos deriven consecuencias radiológicas significativas.</p>
Tipo B(U) y Tipo B(M)	<p>El contenido radiactivo es grande o muy grande (el que corresponda a la capacidad de cada modelo según su diseño, y de acuerdo a la Revisión 1 de la Norma AR 10.16.1, está limitado sólo para su transporte por vía aérea).</p> <p>Los requisitos están encaminados a demostrar el mantenimiento de su integridad luego de ser sometidos a ensayos que simulan accidentes durante el transporte.</p> <p>En accidentes severos, impactos e incendios, se garantiza un adecuado nivel de seguridad del bulto.</p>
Tipo C	<p>El contenido radiactivo es muy grande (el que corresponda a la capacidad de cada modelo, según su diseño, sin impedimentos de transporte por modo de transporte).</p> <p>Este tipo de bulto aparece en la Revisión 1 de la Norma AR 10.16.1 por primera vez, y los requisitos están encaminados a demostrar su integridad cuando se los somete a ensayos que simulan accidentes muy severos durante el transporte, inclusive los accidentes más probables que ocurren por vía aérea.</p> <p>En accidentes muy severos, impactos e incendios, que incluyen enterramiento, perforación y desgarramiento, se garantiza un adecuado nivel de seguridad del bulto.</p>

Se estima que hay un total de 20 000 expediciones anuales, en promedio, de materiales radiactivos en la Argentina, de las cuales alrededor de 500 están relacionadas con el ciclo de combustible nuclear y 19 500 corresponden a materiales radiactivos utilizados en investigación, industria y medicina. En el cuadro de la página siguiente se puede apreciar la magnitud y características principales de tales expediciones.



Expediciones de materiales	Material radiactivo	Tipo de bulto	Cantidad por bulto	Expediciones por año
Del ciclo de combustible nuclear	Concentrados de uranio natural	Industrial (tambores)	150 kg	75
	Polvo de UO <sub>2</sub>	Industrial (tambores)	200 kg	50
	Elementos combustibles nuevos para la CNA I	Industrial (cajas)	15 elementos combustibles con 2300 kg de uranio natural	45
	Elementos combustibles nuevos para la CNE	Industrial	36 elementos combustibles con 720 kg de uranio natural	30
	Residuos radiactivos de baja actividad	Industrial (tambores)	200 kg	250
	Óxidos de uranio enriquecido, UF <sub>6</sub> o elementos combustibles sin irradiar para reactores de investigación	Tipo A o B(U) para sustancias fisionables	Variable	50
Usados en medicina, industria e investigación	Radiofármacos	Tipo A	Orden de 10 <sup>-2</sup> TBq	16 500
	Cápsulas selladas de cobalto 60 e iridio 192	Tipo B(U)	Variable desde 4 a 4 10 <sup>3</sup> TBq	2 200
	Residuos radiactivos de baja actividad y aparatos con pequeñas fuentes	Exceptuado o Industrial	Variable	800

En la **Figura 1** se puede observar la distribución de expediciones de material radiactivo en promedio por año en el país, y en la **Figura 2**, la distribución de expediciones de material radiactivo por modalidad en Argentina.



La ARN verifica el cumplimiento de los requisitos de la norma AR 10.16.1 y aprueba los modelos de bultos del Tipo B(U), de bultos que transportan sustancias fisionables y de materiales radiactivos en forma especial, ciertas expediciones, y los transportes por arreglos especiales, mediante la emisión del correspondiente "Certificado de Aprobación de la Autoridad Competente".

### Aprobación de bultos de transporte



**Ensayo radiométrico a bulto antes de la primera expedición**

El proceso de verificación del cumplimiento y aprobación implica una interacción continua entre el solicitante y la ARN. El solicitante debe presentar el diseño, las técnicas analíticas utilizadas para el cálculo, los ensayos propuestos y los métodos para evaluar los criterios de aceptación de los resultados de dichos ensayos. La ARN, por su parte, lleva a cabo una evaluación independiente, realiza inspecciones durante el diseño y la fabricación, hace un seguimiento de los ensayos y también requiere un informe final de seguridad, un programa de fabricación, un programa de garantía de calidad, los procedimientos para las pruebas antes de la primera expedición, y finalmente la documentación necesaria para el uso seguro de cada bulto, consistente en: manual de operación, manual de inspección y mantenimiento, y procedimientos para casos de emergencia radiológica durante el transporte. En aquellos casos de elevada complejidad tecnológica, se suele recurrir a consultores externos de acreditada competencia técnica para que efectúen una verificación independiente del diseño.

Finalmente, sobre la base del resultado de las evaluaciones del diseño, de los ensayos, de la documentación presentada y de las pruebas antes de la primera expedición del bulto, la ARN emite, si corresponde, un Certificado de Aprobación.

### Otras autorizaciones de transporte

Cuando no se puede cumplir con todos los requerimientos establecidos por la norma AR 10.16.1, el transporte se efectúa en virtud de arreglos especiales. En esos casos, la ARN establece requisitos, principalmente de índole operativa, denominados medidas alternativas. Dichas medidas se determinan de manera que se garantice un grado global de seguridad durante el transporte y el almacenamiento en tránsito, equivalente -como mínimo al que se alcanzaría si se cumpliera con todos los requisitos reglamentarios.

Los casos que más frecuentemente obligan a recurrir a transportes por arreglos especiales son aquellos en los cuales el remitente debe transportar un determinado material radiactivo y no posee un modelo de bulto aprobado por autoridad competente, para ese material, o el certificado que lo ampara ha sido otorgado

en virtud de ediciones anteriores de la revisión vigente de la norma AR 10.16.1. Para esas ocasiones, se toman medidas alternativas que contemplan el aumento de la aptitud funcional del bulto (por ejemplo, transportándolo dentro de un segundo embalaje, dentro de un gran contenedor o en un vehículo cerrado) y se aplican medidas operativas para disminuir la probabilidad de accidentes, como por ejemplo, limitar la velocidad de circulación del vehículo o acompañar el transporte con un vehículo escolta.

Para los casos en que la norma AR 10.16.1 requiere aprobación multilateral (aprobación de las autoridades competentes de los países a través de los cuales o al cual se dirige una expedición de material radiactivo), la ARN reglamentó el otorgamiento de un Certificado de Validez del diseño de bulto. Este certificado se emite para aquellos modelos que cuentan con certificado de aprobación emitido en virtud de revisiones anteriores de la norma AR 10.16.1 (ediciones anteriores a la Edición de 1996 del Reglamento del OIEA).

### **Bultos de transporte que no requieren aprobación**

En aquellos casos en que no se requiere expresa aprobación de la Autoridad Regulatoria Nuclear, ésta verifica la observancia del cumplimiento con los requisitos aplicables (de diseño, operativos o administrativos) de la norma AR 10.16.1 mediante inspecciones regulatorias. Por ejemplo, en caso de bultos del Tipo A o Industriales que no transportan sustancias fisionables, la ARN está presente durante el desarrollo de los ensayos requeridos por la norma.

Nota: detalle de Certificados de Transporte emitidos en 2005, véase CD adjunto.

---

### **Seguridad en la gestión de residuos radiactivos**

Los residuos radiactivos son aquellos materiales para los que no se prevé un uso ulterior y que contienen sustancias radiactivas con valores de actividad que exceden las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear para su dispersión en el ambiente. Proviene de un amplio espectro de actividades, desde el uso de radionucleidos en hospitales para diagnóstico y tratamiento, en laboratorios de investigación, pasando por el uso de materiales radiactivos en procesos industriales, hasta la generación de energía nucleoelectrónica (y las actividades asociadas al ciclo de combustible nuclear).

El objetivo básico a cumplir en esta área de actividad regulatoria es el de evaluar la seguridad radiológica en prácticas y sistemas de gestión de residuos radiactivos en instalaciones nucleares y radiactivas en el país. En tal sentido, la ARN dispone de una amplia experiencia en el establecimiento de criterios de seguridad radiológica asociados a la gestión de residuos radiactivos y en la fiscalización

de los aspectos operativos de gestión. También cuenta con desarrollos propios en las metodologías de evaluación de seguridad de la disposición final de residuos radiactivos.

Para ello, se trabaja en:

- ▣ La evaluación de prácticas y sistemas de gestión de residuos radiactivos en diferentes instalaciones.
- ▣ La elaboración de propuestas de normas y criterios de seguridad radiológica asociados a la gestión de residuos radiactivos, en los niveles de aplicación que se requiera.
- ▣ El análisis y la evaluación de la seguridad radiológica asociada a la disposición final de residuos radiactivos.

### **Criterios de seguridad aplicados en la gestión de residuos radiactivos**

Los criterios de seguridad radiológica aplicados a la Gestión de Residuos Radiactivos, surgen de la Norma Básica de Seguridad Radiológica, AR 10.1.1 y su cumplimiento es fundamental para generadores y gestores de residuos radiactivos. Esta norma también provee criterios para la fase de aislación de los residuos y para las evaluaciones de seguridad de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos.

Por otra parte la norma AR 10.12.1. "Gestión de residuos radiactivos" establece los requisitos generales para que la gestión de los residuos radiactivos provenientes de todas las instalaciones y prácticas controladas por la Autoridad Regulatoria se realice con un nivel adecuado de protección radiológica de las personas y de preservación del ambiente, tanto en el caso de las generaciones actuales como de las futuras. En particular, determina que los residuos radiactivos deberán mantenerse aislados del ambiente accesible al hombre el tiempo necesario para que hayan decaído suficientemente utilizando barreras múltiples adecuadas, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

### **Evaluaciones de seguridad para la disposición final de residuos**

La ARN ha dado particular importancia al desarrollo de su capacidad para evaluar la seguridad de la disposición final de residuos y su utilización con fines regulatorios. Ha desarrollado criterios para evaluar la seguridad de estas instalaciones, utilizando herramientas computacionales que proveen los resultados necesarios en la toma de decisiones regulatorias asociadas. Tales códigos han participado con resultados satisfactorios en el ejercicio de intercomparación "*The Safety Assessment of Near-Surface Radioactive Waste Disposal Facilities*" (NSARS) del OIEA. En esta área de trabajo, la ARN ha participado de los programas de investigación coordinados por el OIEA deno-

minados “Mejora de las metodologías de evaluación de seguridad de instalaciones de eliminación de residuos radiactivos próximos a la superficie” (sigla en inglés, ISAM), y “Modelado biosférico y métodos de evaluación” (sigla en inglés, BIOMASS) y actualmente está tomando parte del programa de investigación coordinado por el OIEA “Aplicación de metodologías de evaluación de seguridad de instalaciones de disposición final de residuos en sistemas próximos a la superficie” (sigla en inglés, ASAM) y del proyecto internacional del OIEA “Evaluaciones de seguridad que conducen a soluciones en gestión de residuos radiactivos” (sigla en inglés, SADRWMS).

Por otra parte, especialistas de la ARN participan regularmente en comités y grupos de expertos relacionados con la seguridad de la eliminación de residuos radiactivos. Entre estos cabe destacar el Comité sobre Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos (sigla en inglés, WASSC), que tiene un rol fundamental en el proceso de elaboración y examen de las recomendaciones del OIEA en la materia.

La República Argentina es Parte Contratante de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, que entró en vigor el 18 de junio de 2001. Esta Convención en su artículo 32 establece la obligación de presentar a examen un informe de las medidas de seguridad establecidas en cada país firmante para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de la misma.

---

### **Régimen de tasas por licenciamiento e inspección**

---

El artículo 26 de la Ley Nacional de Actividad Nuclear N° 24.804 confiere a la ARN la responsabilidad de dictar un "régimen de tasas por licenciamiento e inspección" para aquellas personas físicas o jurídicas que soliciten el otorgamiento o sean titulares de licencias, autorizaciones de operación, autorizaciones específicas y permisos individuales, como así también aquéllas que soliciten el otorgamiento o sean titulares de certificados de aprobación del transporte de material radiactivo emitidos por la Autoridad Regulatoria Nuclear.

El régimen de Tasas por Licenciamiento e Inspección, aprobado por Resolución de Directorio de la ARN N° 23/99 se aplica a Instalaciones Clase I y II, y al transporte de material radiactivo.

En el cuadro siguiente se indican las licencias, autorizaciones y demás procedimientos sujetos a este régimen.

Instalación Clase I	Instalación Clase II	Transporte de material radiactivo
La emisión de la Licencia de Construcción.	La emisión o renovación de la Licencia de Operación.	La emisión o revisión del Certificado de Aprobación del Transporte de material radiactivo por Arreglo Especial.
La emisión de la Licencia de Operación.	La operación de la instalación.	La emisión o revisión del Certificado de Aprobación del Diseño de material radiactivo en Forma Especial.
La operación de la instalación.	La modificación de la Licencia de Operación.	La emisión o revisión del Certificado de Aprobación del Diseño de Bulto para transporte de material radiactivo.
La modificación de las Licencias de Construcción y de Operación.	La emisión o renovación del Permiso Individual.	La verificación del cumplimiento de la reglamentación de transporte de material radiactivo.
La emisión de la Licencia Individual.	La supervisión de trasvases de fuentes de radiación.	
La emisión de la Autorización Específica.		
La emisión de la Licencia de Retiro de Servicio.		

## Régimen de sanciones

El artículo 16 de la Ley N° 24.804 faculta a la Autoridad Regulatoria Nuclear para:

- ▣ Aplicar sanciones, las que deberán graduarse según la gravedad de la falta en: apercibimiento, multa que deberá ser aplicada en forma proporcional a la severidad de la infracción y en función de la potencialidad del daño, suspensión de una licencia, permiso o autorización o su revocación. Dichas sanciones serán apelables al solo efecto devolutivo por ante la Cámara Nacional de Apelaciones en lo Contencioso Administrativo Federal.
- ▣ Establecer los procedimientos para la aplicación de sanciones que correspondan por la violación de normas que dicte en ejercicio de su competencia, asegurando el principio del debido proceso.

Los regímenes de sanciones vigentes son:

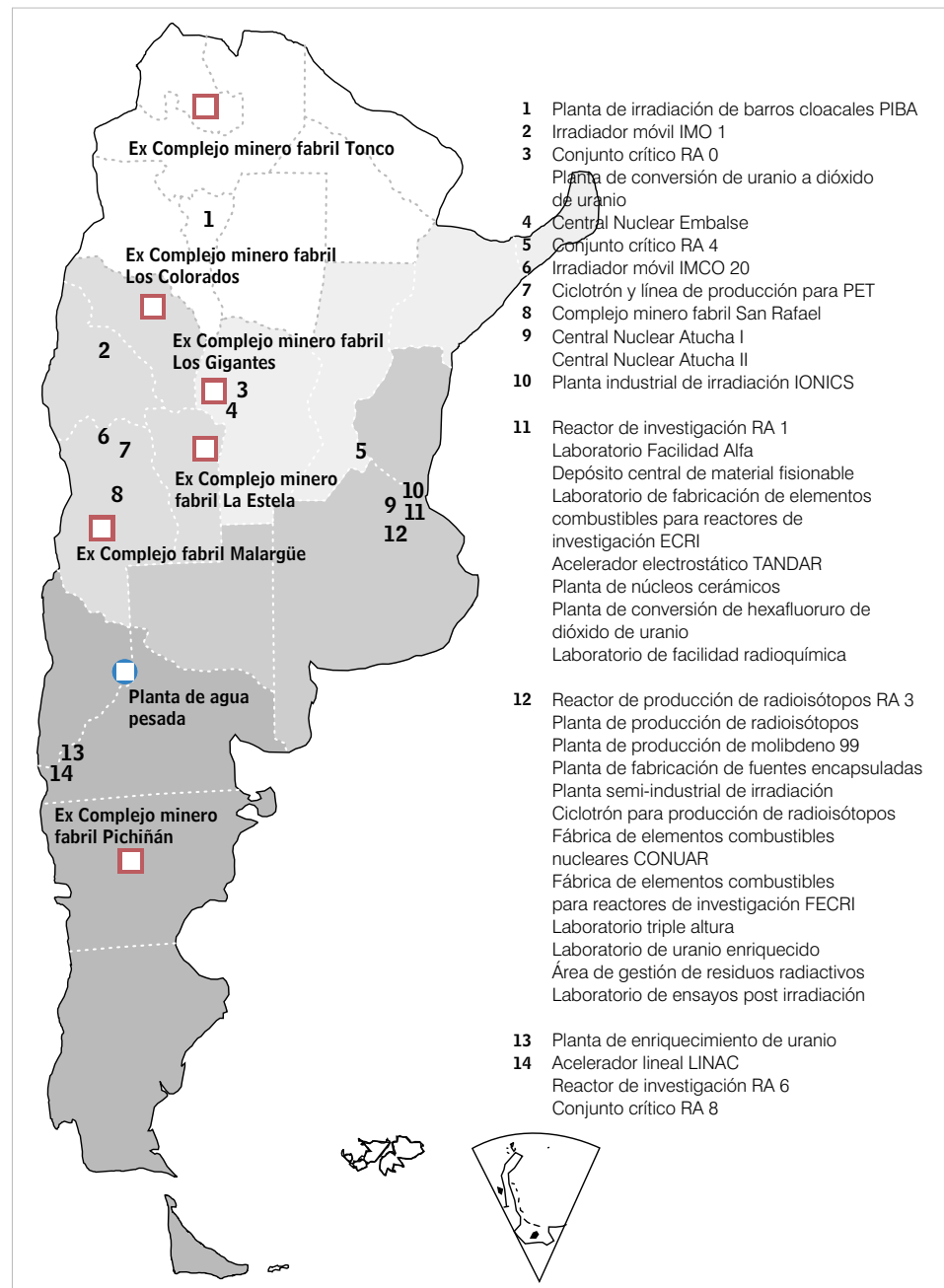
- ▣ El Régimen de Sanciones para Instalaciones Clase II y III, prácticas no rutinarias y transporte de material radiactivo ha sido establecido por Resolución del Directorio de la ARN N° 32/02.
- ▣ El Régimen de Sanciones para centrales nucleares ha sido aprobado por la Resolución del Directorio de la ARN N° 9/99.
- ▣ El Régimen de Sanciones aplicado a instalaciones radiactivas relevantes ha sido aprobado por Resolución N° 24/99 del Directorio de la ARN.



### Fiscalización de instalaciones y control radiológico ambiental

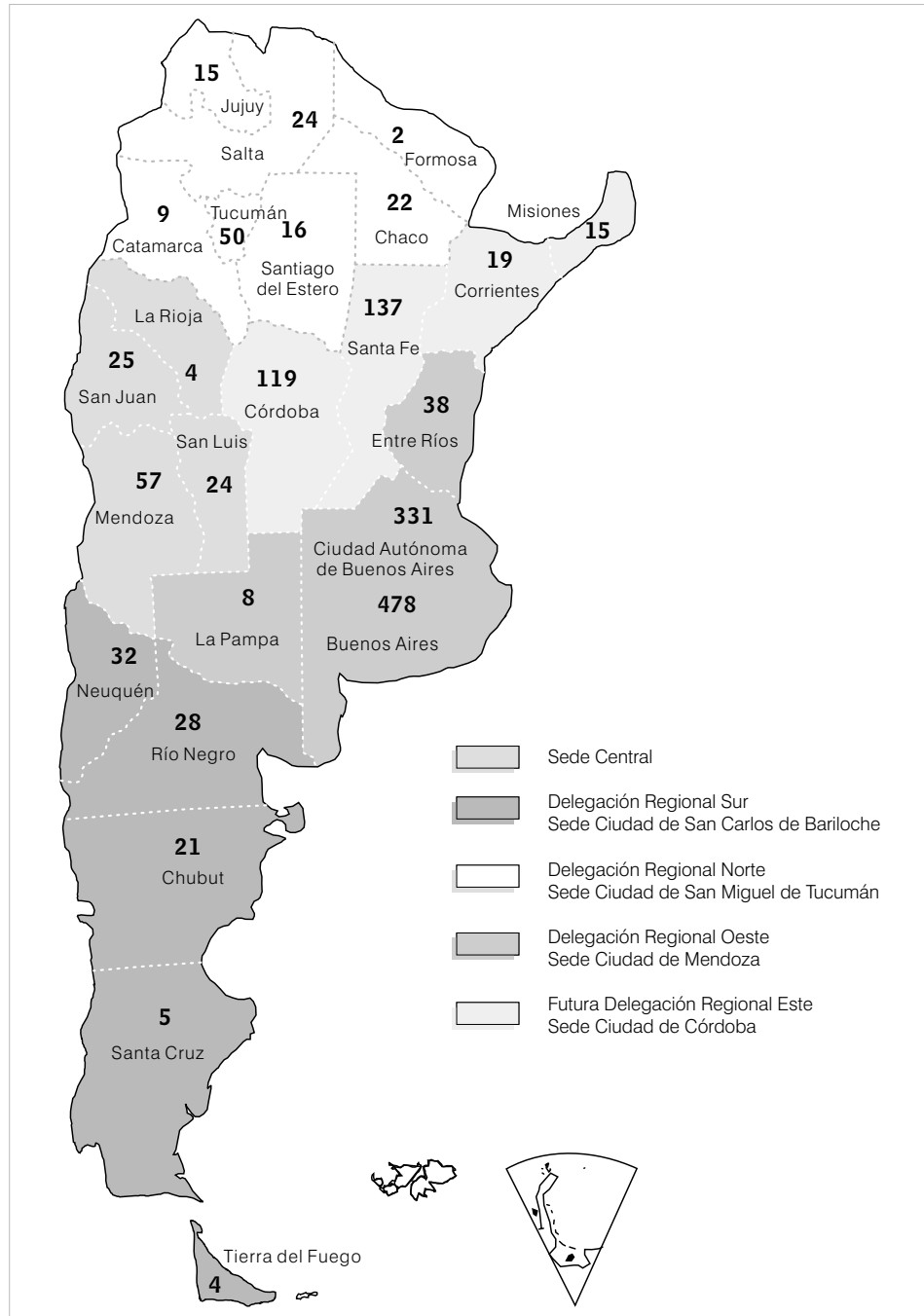
Las instalaciones fiscalizadas por la ARN tienen fines diversos tales como: la generación de electricidad, la fabricación de los elementos combustibles para reactores nucleares, la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, la esterilización de material médico y el uso y la aplicación de las radiaciones ionizantes en la medicina, en la industria y en la investigación básica y aplicada. La complejidad de las instalaciones y el inventario radiactivo involucrado abarcan un amplísimo rango y su distribución geográfica cubre todo el país como puede verse en los siguientes mapas.

**Figura 3.**  
**Distribución nacional de Instalaciones Clase I**



La distribución de Instalaciones Clase II y III correspondientes a propósitos médicos, industriales y de investigación y docencia a lo largo del territorio nacional puede observarse en la siguiente figura.

**Figura 4.**  
**Distribución**  
**nacional de**  
**la Instalaciones**  
**Clase II y III**



En la tabla siguiente puede observarse la variedad de dichas instalaciones controladas por la ARN agrupadas conforme al propósito que cumplen.

Instalaciones bajo control regulatorio	Número	Instalaciones bajo control regulatorio	Número
Centrales nucleares en operación	2	Complejos mineros fabriles de uranio	8
Central nuclear en construcción	1	Planta de enriquecimiento de uranio	1
Reactores de investigación	3	Laboratorios de la CNEA	22
Conjuntos críticos	3	Centros de cobaltoterapia	67
Máquinas aceleradoras de partículas	4	Aceleradores lineales de uso médico	48
Plantas de producción de radioisótopos o fuentes radiactivas	5	Centros de medicina nuclear	284
Plantas de irradiación con altas dosis	2	Centros de braquiterapia	71
Instalaciones pertenecientes al ciclo de combustible nuclear	13	Laboratorios de radioinmunoanálisis	338
Área de gestión de residuos radiactivos de la CNEA	1	Instalaciones de gammagrafía	58
Depósitos de material nuclear	3	Medidores industriales y aplicaciones petroleras	281
		Centros de investigación y docencia, y otras aplicaciones	336

Como puede observarse la ARN controla más de 1500 instalaciones a nivel nacional. Este control regulatorio se ejerce, como se ha dicho, en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física.

En las siguientes secciones se describe la metodología con que la ARN lleva a cabo ese control en cada una de las áreas señaladas.

## Seguridad radiológica y nuclear

La ARN en su función de verificar la seguridad radiológica y nuclear de diferentes prácticas e instalaciones radiactivas y nucleares realiza evaluaciones, inspecciones, auditorías y pruebas que permiten controlar el estado y el funcionamiento de las mismas. Esta tarea se desarrolla en forma sistemática durante las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio de las instalaciones. Para su ejecución cuenta con un grupo de inspectores y evaluadores que le permiten, en forma autónoma e independiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de seguridad radiológica y nuclear.

El cuerpo de inspectores y evaluadores, formado por profesionales y técnicos especializados, cuenta con instrumental y herramientas de cálculo que le permite realizar mediciones independientes para corroborar la información proporcionada por los responsables de la instalación o práctica. Se dispone, además, de laboratorios especializados y códigos de desarrollo propio o adquiridos con sus debidas validaciones.

Las tareas de inspección y evaluación pueden dar lugar a que la ARN emita requerimientos a los responsables de la instalación que imponen correcciones a los procedimientos de operación. Los requerimientos efectuados a una instalación pasan a complementar las autorizaciones o licencias de operación y son de cumplimiento obligatorio. Las acciones regulatorias que se toman sobre la base de esos resultados se reflejan en requerimientos (RQ), pedidos de información (PI) y recomendaciones (RC) a la Entidad Responsable de la instalación.

### **Control regulatorio de reactores nucleares**

El objetivo de la actividad regulatoria aplicada al control de los reactores nucleares es verificar mediante inspecciones y evaluaciones que poseen y mantienen un razonable grado de seguridad radiológica y nuclear, cumpliendo como mínimo las normas, licencias y requerimientos regulatorios asociados.

### **Programa de inspecciones**

El propósito de las inspecciones regulatorias es determinar, en forma independiente, el cumplimiento de los objetivos y requerimientos de seguridad; no eximen a la Entidad Responsable de su responsabilidad para llevar a cabo sus propias actividades de vigilancia para controlar la seguridad de una central nuclear. Las inspecciones regulatorias constituyen una base importante para la toma de decisiones por parte de la ARN. El programa de inspección abarca verificaciones, entrevistas, pruebas e inspecciones propiamente dichas como se describe a continuación.

<b>Verificación de procedimientos, registros y documentación</b>	La Entidad responsable debe documentar cuidadosamente sus actividades y esta documentación constituye una base esencial para el control regulatorio. Entre la documentación utilizada puede mencionarse: procedimientos de prueba, registros de garantía de calidad, resultados de pruebas, registros de operación y mantenimiento, y registros de deficiencias o eventos anormales. Esta verificación puede, en algún caso, ser un paso en la preparación de una visita de inspección.
<b>Vigilancia</b>	El programa de inspección prevé la vigilancia directa de ciertas estructuras, sistemas, componentes, pruebas o actividades, los cuales deben ser directamente observados por los inspectores.
<b>Entrevistas con el personal</b>	En algunos casos, es fundamental que el inspector se comunique directamente con el personal que supervisa o realiza determinada actividad. Especialmente, cuando ocurre un evento, esta comunicación es imprescindible para realizar la reconstrucción del mismo y evaluar la respuesta del personal.
<b>Pruebas y mediciones</b>	Esta técnica consiste en la obtención de datos o mediciones en forma independiente. Se aplica principalmente en el área de protección radiológica.

## Inspecciones

Las inspecciones regulatorias se llevan a cabo a través de inspecciones rutinarias y no rutinarias o especiales. Los resultados de las inspecciones, evaluaciones y auditorías se encuentran documentados en informes de inspección (IN), informes técnicos (IT) e informes de auditorías.

### Inspecciones rutinarias

Las inspecciones rutinarias están relacionadas con las actividades normales de la planta, el monitoreo de procesos y la verificación del cumplimiento de la documentación mandatoria. Las mismas son llevadas a cabo, básicamente, por los cuatro inspectores residentes que la ARN mantiene en las centrales nucleares los cuales, además de desarrollar una inspección continua, proveen un contacto directo con el personal de la instalación interactuando con los grupos de análisis y evaluación. Dichos inspectores residentes realizan inspecciones generales de todas las actividades de la planta que revisten interés regulatorio. Reportan los resultados de su actividad a través de informes mensuales de inspección.

Las áreas a ser cubiertas por las inspecciones rutinarias son: operación, ingeniería y protección radiológica.

- ❑ Las inspecciones rutinarias referidas a la operación de la central comprenden las siguientes actividades:
  - Verificaciones en la sala de control.
  - Inspección en planta.
  - Control de aspectos químicos.
  - Seguimiento de maniobras, operaciones y acciones ante incidentes.
- ❑ Las inspecciones rutinarias en el área de Ingeniería cubren los siguientes aspectos:
  - Seguimiento del plan de pruebas rutinarias.
  - Modificaciones de diseño.
  - Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- ❑ Las inspecciones rutinarias en el área de protección radiológica comprenden:
  - Control diario del libro de novedades de operación.
  - Fiscalización de las tareas ejecutadas en zona controlada.
  - Fiscalización de las tareas relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.
  - Control de las descargas líquidas y gaseosas.
  - Inspección de áreas de acceso para visitas.
  - Control dosimétrico del personal profesionalmente expuesto.
  - Verificación del transporte, manejo, almacenamiento y control de fuentes radiactivas.
  - Control del orden y limpieza.



**Reactor de  
investigación RA 6**

En el caso de una central en la etapa de construcción, las inspecciones rutinarias comprenden:

- ▣ Control de las condiciones de almacenamiento y conservación de componentes.
- ▣ Fiscalización de las tareas de montaje de equipos y componentes.
- ▣ Control de las tareas de mantenimiento y ejecución de pruebas de los equipos y sistemas instalados.

### Inspecciones no rutinarias

Las inspecciones no rutinarias o especiales se realizan ante situaciones específicas, tales como en el caso de salidas de servicio programadas y no programadas. Estas inspecciones, en las cuales intervienen especialistas en diversos temas de seguridad radiológica y nuclear, se detallan a continuación:

#### Seguridad nuclear

- Inspecciones de componentes o sistemas surgidos de modificaciones de diseño.
- Fiscalización de las pruebas de los sistemas de seguridad, previas a las puestas a crítico del reactor.
- Fiscalización de las inspecciones en servicio.
- Inspecciones de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos durante los períodos en que la central está fuera de servicio.

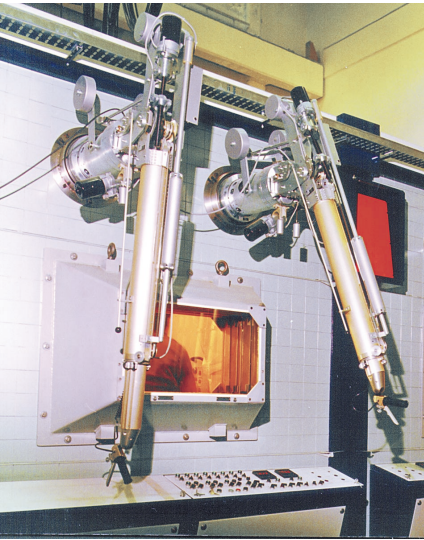
#### Protección radiológica

- Fiscalización de los ejercicios de aplicación del plan de emergencias.
- Control dosimétrico independiente.
- Control de emisiones de material radiactivo al ambiente.
- Evaluación de los procedimientos de protección radiológica.
- Control de la calibración de equipos de protección radiológica.
- Control de las zonas establecidas para la ejecución de tareas durante paradas programadas: mediciones de tasa de exposición y contaminación, control de barreras físicas.

### Control regulatorio de Instalaciones Radiactivas Clase I

La ARN controla un conjunto de 25 Instalaciones Clase I que utilizan material radiactivo (no fisionable) denominadas Instalaciones Radiactivas cuya distribución junto con los reactores nucleares se puede ver en la Figura 3. Se trata de





**Celdas de procesos en la Planta de Producción de Molibdeno 99 por Fisión**

instalaciones que, calificadas en esta categoría debido al riesgo radiológico asociado, tienen finalidades diversas tales como: la producción de radioisótopos, la producción de fuentes radiactivas, la esterilización de material médico, la fabricación de combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos.

La inspección en cada instalación es realizada por una comisión integrada, como mínimo, por dos profesionales responsables de llevar a cabo la tarea. Ésta comienza con una fase preparatoria donde se analiza el estado de la instalación, evaluándose la documentación existente tanto en los aspectos correspondientes al plantel de operación como los inherentes a la Documentación Mandatoria de la instalación. Asimismo se analizan posibles modificaciones que se hayan introducido en la instalación y las respuestas técnicas dadas a requerimientos anteriores efectuados por la ARN. Cumplida esta fase de evaluación previa, se planifica la inspección.

Los principales aspectos a controlar en una instalación de este tipo se describen en el siguiente cuadro:

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado y funcionamiento de los sistemas de seguridad radiológica en la instalación.</li> <li>- Registros de dosis ocupacionales.</li> <li>- Verificación de las descargas de efluentes líquidos y gaseosos de la instalación.</li> <li>- Almacenamiento de desechos líquidos y sólidos.</li> <li>- Verificación de los sistemas de detección de incendio y seguridad física.</li> <li>- Inventario radiactivo de la instalación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de contaminación en áreas de trabajo.</li> <li>- Tasas de exposición en los diferentes ambientes de trabajo.</li> <li>- Estanqueidad en cajas de guantes.</li> <li>- Estado de los sistemas de ventilación y de filtros en chimeneas de descarga.</li> <li>- Gestión de residuos radiactivos.</li> </ul>
--	---

En las Instalaciones Clase I la frecuencia de inspección varía entre 1 y 6 veces por año dependiendo del riesgo asociado y de factores tales como el estado general de la instalación, antecedentes, actividades desarrolladas en el año, etc.

Al cabo de una inspección rutinaria puede surgir la necesidad de efectuar mediciones o evaluaciones específicas. A título de ejemplo pueden mencionarse:

- ▣ Medición de la descarga de efluentes por chimenea.
- ▣ Determinaciones dosimétricas en campos mixtos de radiación.
- ▣ Pruebas en sistemas de seguridad.

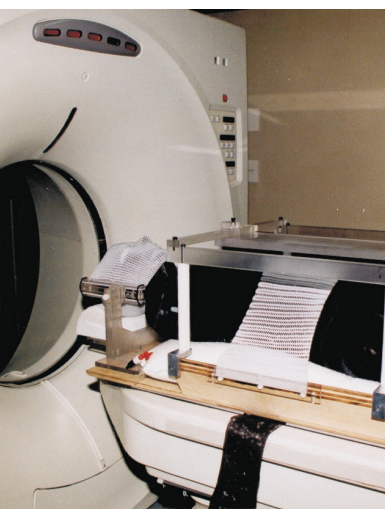
Como resultado de la inspección puede observarse el cumplimiento de las condiciones establecidas en la Licencia de Operación y en la normativa vigente o bien un apartamiento en dichas condiciones. En este último caso la ARN elabo-

ra, luego de la inspección, requerimientos con plazo de cumplimiento para modificar dicha situación.

## Control regulatorio de Instalaciones Clase II

### Centros de teleterapia y de braquiterapia

El control regulatorio sobre este tipo de instalaciones y equipamientos se ejerce en forma continua desde su instalación y puesta en marcha. En las inspecciones rutinarias, cuya frecuencia media es anual, los equipos e instalaciones se someten a una serie de verificaciones para garantizar su operación segura. Un listado simplificado de tales verificaciones incluye:



Simulación de estudio tomográfico con fines dosimétricos

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Teleterapia</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Sistemas de alineación y conformación del haz de radiación.</li> <li>❑ Sistemas de movimiento del cabezal y de la camilla de tratamiento.</li> <li>❑ Funcionamiento de los sistemas de interrupción de la irradiación.</li> <li>❑ Estado y funcionamiento de los equipos y sistemas complementarios del equipo de teleterapia.</li> <li>❑ Presencia de la dotación adecuada de personal de operación.</li> <li>❑ Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.</li> <li>❑ Las operaciones de carga/descarga de un cabezal de un equipo de cobaltoterapia, se llevan a cabo, en caso de ser necesario, en presencia de inspectores de la ARN.</li> </ul> |
| <b>Braquiterapia</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Inventario radiactivo e integridad de las fuentes.</li> <li>❑ Inspección del local de almacenamiento, del depósito y de la sala de internación.</li> <li>❑ Procedimientos de trabajo.</li> <li>❑ Registro del movimiento de fuentes.</li> <li>❑ Registros de dosimetría individual del personal ocupacionalmente expuesto.</li> <li>❑ Para braquiterapia remota: sistemas de interrupción de la irradiación y restantes sistemas de seguridad del equipo y de la instalación.</li> </ul>   |

### Centros de medicina nuclear

En este tipo de centros, durante las inspecciones, se verifican principalmente que se cumplan los siguientes aspectos:

- ❑ Los procedimientos operativos empleados incluyendo la adecuada gestión de los desechos radiactivos generados.
- ❑ El estado operativo de los equipos que posee el servicio.
- ❑ El correcto uso de los blindajes destinados a la guarda de los radionucleidos.
- ❑ Las tasas de exposición en las áreas de trabajo.
- ❑ Los niveles de contaminación superficial.
- ❑ Los registros de dosimetría individual del personal médico y técnico del servicio.
- ❑ Las medidas a adoptar o procedimientos en caso de incidentes o accidentes con el material radiactivo.

### Gammagrafía industrial

Durante las inspecciones de gammagrafía se controla el lugar de almacenamiento de los proyectores y contenedores (inspecciones de depósito) y la práctica propiamente dicha donde se efectúa la gammagrafía (inspecciones de campo). A continuación se describen los principales aspectos verificados durante las inspecciones de los depósitos:

- ❑ Correcta señalización del depósito.
- ❑ Medición de tasas de dosis en las inmediaciones del mismo.
- ❑ Mediciones de tasas de dosis en la superficie exterior de los proyectores y contenedores.
- ❑ Inspección del estado de conservación del proyector y contenedor verificando su identificación, existencia de la chapa identificatoria de la fuente que se aloja en su interior, verificación del número del portafuente.
- ❑ Accionamiento de la llave de cierre del proyector.
- ❑ Inspección del estado de los telemandos, tubos guía y demás accesorios.
- ❑ Verificación del instrumental de radioprotección.
- ❑ Estado de los registros “movimiento de fuentes y equipos” y “altas y bajas de fuentes”.

En las inspecciones de campo se efectúan algunos de los controles mencionados anteriormente y además se realiza:

- ❑ Verificación de la vigencia del Permiso Individual del operador y de la presencia del ayudante del operador.
- ❑ Verificación del instrumental de radioprotección.
- ❑ Verificación de la señalización de la zona de trabajo.
- ❑ Monitoreo de los vallados.

La frecuencia recomendable de inspección, teniendo en cuenta que los equipos poseen fuentes radiactivas de considerable actividad y móviles, es anual.



Medidor de  
gramaje de papel

### Medidores industriales

Las inspecciones a este tipo de equipamiento se realizan tanto a los medidores instalados y funcionando, como a los almacenados en depósitos de cada empresa. Durante la inspección se verifican principalmente los siguientes aspectos:

- ▣ Identificación del cabezal del medidor instalado.
- ▣ Señalización de la zona y tasas de dosis en contacto.
- ▣ Inventario radiactivo.

Con relación a los medidores almacenados se verifica que la empresa disponga de un depósito exclusivo para esta finalidad con acceso controlado.

### Uso de radioisótopos en la industria petrolera

Durante las inspecciones a este tipo de aplicaciones en la industria petrolera se verifican principalmente:

- ▣ El inventario radiactivo y la integridad de las fuentes.
- ▣ Las condiciones de los depósitos de las fuentes radiactivas y de los blindajes para su transporte.
- ▣ Las tasas de exposición en las áreas de trabajo.
- ▣ Los registros de dosimetría individual.

---

## Salvaguardias

La ARN, en su función de control y fiscalización referida a la no proliferación nuclear, ha establecido un conjunto de procedimientos y métodos de control, incluyendo un sistema de contabilidad de los materiales nucleares y otros elementos, que deben implementarse en las instalaciones que los contienen o procesan. El eje central de estos procedimientos es la verificación independiente por parte de la ARN de los materiales nucleares, materiales, equipos e instalaciones sometidos a salvaguardias a través de un sistema de inspecciones, el que se complementa con la utilización de métodos de contención y de vigilancia, tales como cámaras de vigilancia óptica, precintos y detectores de radiación.

La ARN efectúa mediciones no destructivas y destructivas con el objeto de realizar las verificaciones independientes de los inventarios declarados por los responsables de salvaguardias. Se dispone con el propósito de un laboratorio en el que los equipos de medición son calibrados y los resultados obtenidos de mediciones en campo son analizados.

El sistema de contabilidad y control requiere la declaración por parte de los responsables por salvaguardias de los inventarios de materiales nucleares, así también como información de diseño de las instalaciones y planes operativos, que permitan diseñar enfoques de salvaguardias acordes a cada tipo de instalación.

Los responsables deben establecer sus inventarios a partir de mediciones no destructivas o destructivas (por ejemplo, pesada, determinación de la concentración de uranio, de su enriquecimiento, etc.), que luego son verificadas por la ARN. Se trata de un balance de masas en un período que no sobrepasa los 14 meses, de modo que es posible conocer los inventarios exactos en una dada fecha, así también como los ingresos y egresos de materiales nucleares, ya sea que se trate de transferencias locales (envíos o recepciones) o internacionales (importaciones y exportaciones). Las masas asociadas siempre pueden ser verificadas por determinaciones físicas y químicas. Todos los métodos de verificación deben ser compatibles con los estándares internacionales.

Para salvaguardar una instalación es necesario diseñar un enfoque de salvaguardias, el que consiste en un conjunto de medidas aplicables de modo de asegurar con un grado razonable de certeza que los materiales nucleares no sean desviados hacia un uso no autorizado. Los enfoques de salvaguardias están estrechamente vinculados al tipo de instalación y al valor estratégico del material nuclear utilizado. De este estudio surgen los posibles escenarios de desvío, los que dan lugar al sistema de contabilidad y control aplicable para satisfacer el propósito principal de las salvaguardias. Todas las medidas aplicadas están asociadas a un costo razonable y a la mínima intromisión posible a las actividades de operación normal de cada instalación.

La aplicación del sistema de salvaguardias requiere definir en cada instalación áreas de balance de material. Éstas se seleccionan con el propósito de asegurar la adecuada determinación de los inventarios y el flujo de material nuclear. Se trata de un área, que puede o no coincidir con los límites físicos de una instalación, en la cual es posible determinar todos los ingresos y egresos de materiales nucleares y, al menos una vez por año, el inventario presente en la misma de acuerdo a procedimientos previamente especificados.

El Informe Cuestionario de Diseño de la instalación es el punto de partida para el desarrollo del enfoque de salvaguardias y constituye uno de los documentos mandatorios enumerados en la Licencia. La información de diseño debe ser presentada por el responsable de la instalación con antelación suficiente a la primera recepción de material nuclear. Esta información debe incluir en detalle los siguientes contenidos básicos:

- ❑ Características constructivas de la instalación: ubicación, vías de acceso, lugares de ingreso y egreso de materias primas y productos, áreas de proceso, áreas de almacenamiento, etc.
- ❑ Diagrama del proceso y características operativas (datos referentes al flujo de materiales, producción anual, capacidad máxima y nominal, descripción de materias primas, productos intermedios, producto final y en el caso de los reactores, datos de flujo neutrónico, potencia térmica, quemado promedio, etc.).



**Equipamiento de medición con fines de salvaguardias**

- ▣ Definición de las áreas de balance, diagrama de flujo del proceso y puntos claves de medición.
- ▣ Procedimientos de contabilidad y registros operacionales propuestos.
- ▣ Información técnica sobre el sistema de medición de los materiales nucleares y los errores asociados al mismo.
- ▣ Procedimiento para establecer el inventario físico del material nuclear.
- ▣ Detalle de las medidas de contención y vigilancia.
- ▣ Los procedimientos de ingreso y egreso del personal y equipos en oportunidad de las inspecciones.

El sistema de registros e informes permite a la ARN la actualización mensual de los inventarios de material nuclear en cada área de balance de materiales. La verificación de la documentación soporte junto con los registros e informes sirve para asegurar la consistencia y veracidad de los inventarios declarados por los responsables. La no consistencia de la información constituye la base para la identificación de discrepancias o anomalías que pudiesen indicar una pérdida o desvío del material nuclear bajo control hacia un uso no autorizado por las licencias o autorizaciones emitidas por la ARN y un incumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el país.

Los informes contables presentados por el responsable de cada área de balance de material nuclear deben estar basados en los registros contables y operacionales. Estas declaraciones son el punto de partida para las actividades que lleva a cabo la ARN en sus inspecciones. Para cada área de balance de material, los registros contables consisten en:

<b>Libro Principal</b>	En este Libro Principal se registran todos los cambios de inventario. Permite determinar en una fecha dada, el inventario contable, es decir, la cantidad de material que debe estar presente en esa fecha en la instalación. Existe un libro principal por cada categoría de material presente en la misma (uranio natural, uranio enriquecido, uranio depletado, uranio unificado, plutonio y torio). En algunos casos se llevan libros auxiliares, lo cual no es una condición necesaria del sistema de contabilidad. La conveniencia de su implementación está directamente relacionada con la complejidad interna del área de balance.
<b>Documentos Soporte</b>	Los Documentos Soporte constituyen la base para los asientos del libro principal y son confeccionados a partir de los registros operativos (ejemplos: registro de las pesadas del material nuclear, calibración de los equipos utilizados para medir el material nuclear, resultados del análisis de muestras analíticas, etc.).



Sobre la base del sistema de contabilidad y registros operativos el responsable de cada área de balance de material debe enviar a la ARN informes contables y en algunos casos operacionales, los que una vez verificados, se transmiten a la Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC) y al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estos informes se constituyen en declaraciones del gobierno argentino sobre el inventario de material nuclear bajo salvaguardias y sobre sus variaciones con respecto a informes anteriores así como sobre la operación de las instalaciones, según los programas operacionales anticipados.

El Acuerdo entre la República Argentina, la República Federativa del Brasil, la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica (Acuerdo Cuatripartito) ha establecido la obligación por parte de ambos Estados Partes de presentar los siguientes informes contables para cada área de balance de material nuclear bajo su jurisdicción:

- ❑ Informe de Cambio de Inventario, conocido como ICR.
- ❑ Informe Lista de Inventario Físico, denominado PIL.
- ❑ Informe Balance de Material Nuclear, denominado MBR.

<b>Informe de Cambio de Inventario</b>	En este informe las áreas de balance de material nuclear comunican todos los cambios de inventario que han ocurrido o han sido establecidos en el período que abarca el informe.
<b>Informe Lista de Inventario Físico</b>	Consiste en una lista de inventario físico y debe ser consistente con la lista de ítems presentada por el responsable del área de balance de material en oportunidad de la verificación del inventario físico y que refleja la medición por parte del responsable de todo el material nuclear presente en el área de balance de material a una fecha dada, al menos una vez por año calendario. Este informe se confecciona luego de una toma de inventario físico.
<b>Informe Balance de Material Nuclear</b>	Refleja el balance de masa para cada categoría de material, teniendo en cuenta todos los cambios de inventario ocurridos durante el período contable, sus ajustes y correcciones y el inventario de material nuclear resultante de la toma del inventario físico.
<b>Base de Datos de Materiales Nucleares</b>	La ARN opera un sistema informático desarrollado para el control del sistema de contabilidad de materiales nucleares. Este sistema contiene funciones de auto validación,

logrando una importante reducción de errores en los informes contables presentados por los operadores de las instalaciones que contienen material nuclear. Este sistema ha sido diseñado en concordancia con los requisitos establecidos en el Acuerdo de Salvaguardias Cuatripartito y en los procedimientos generales del Sistema Común de Contabilidad y Control de materiales nucleares.

El sistema requiere una actualización mensual de todos los cambios de inventario producidos, así como la presentación del balance de materiales y el listado de inventario físico una vez efectuada su verificación, luego de una toma de inventario físico.

### Programa de inspecciones de salvaguardias

Las inspecciones realizadas a las áreas de balance de material nuclear se clasifican de la siguiente manera:

#### Inspecciones rutinarias

Estas inspecciones pueden ser interinas o de verificación de inventario físico.

<b>Inspecciones Interinas</b>	Conceptualmente, el objetivo y la frecuencia de estas inspecciones se relacionan con la detección oportuna de desvío de material nuclear. La frecuencia de inspección se determina en función del tipo de material nuclear y el tiempo de conversión para asegurar con un grado razonable de certeza que no se ha producido el desvío de material nuclear hacia usos no autorizados según la Norma específica y los Acuerdos internacionales vigentes. El tiempo de conversión es el tiempo necesario para convertir diversos compuestos de uranio o plutonio a componentes metálicos de uso no autorizado.
-------------------------------	---

En estas inspecciones se realizan los siguientes controles:

- ▣ Verificación del sistema de contabilidad de las áreas de balance de materiales nucleares para determinar la consistencia entre los registros e informes.
- ▣ Seguimiento y evaluación de errores contables detectados en el sistema de registros de las áreas de balance de materiales nucleares.
- ▣ Realización de mediciones independientes para verificar la declaración del inventario efectuada por el responsable del área de balance de materiales.
- ▣ Aplicación de medidas de contención y vigilancia.

- ❑ Verificación de las importaciones, exportaciones o transferencias de material nuclear dentro del país.
- ❑ Verificación de la calibración de los equipos de medición pertenecientes a la instalación utilizados.
- ❑ Seguimiento de eventuales discrepancias o anomalías.

**Inspecciones de Verificación de Inventario Físico** Los responsables de cada instalación bajo salvaguardias deben observar el requerimiento regulatorio de determinar, como mínimo una vez por año, el inventario físico de material nuclear presente en el área de balance de material nuclear. Esta actividad se conoce como toma de inventario físico, actividad que debe ser realizada de conformidad con los estándares internacionales o equivalentes con ellos.

Con el objetivo de evaluar el balance de material nuclear y confirmar que no se ha producido desvío del mismo, la ARN efectúa inspecciones de verificación durante o a posteriori de la toma de inventario físico en todas las áreas de balance.

Para un período de balance, el punto de partida en la contabilidad es el valor del inventario físico verificado al cierre del último balance. Como resultado de la actividad operativa, se producen ingresos y egresos que se controlan durante las inspecciones interinas. Al término del período de balance, se efectúa la toma de un nuevo inventario físico de material nuclear y se determina el valor del material no contabilizado. El material no contabilizado debe estar dentro de ciertos límites de control que se determinan teniendo en cuenta los errores de medición, el material retenido en proceso, etc.

Los resultados de las inspecciones son evaluados a fin de llegar a conclusiones sobre el grado de cumplimiento de la Norma, de la licencia y de los compromisos internacionales asumidos por la Argentina en materia de no proliferación.

**Inspecciones de Verificación del Diseño** Este tipo de inspecciones tiene por objetivo analizar y verificar la información de diseño de una área de balance de material o los cambios significativos en la misma, a fin de definir o actualizar el enfoque de salvaguardias aplicable. La frecuencia de este tipo de inspecciones es de al menos una vez por año y los principales aspectos del diseño de una instalación que se analizan y verifican son:

- ❑ Datos de operación (procesos a los que es sometido el material nuclear, el sistema de medición previsto para la determinación de los inventarios de material nuclear, etc.).
- ❑ Las características de diseño constructivo que afecten el control ejercido sobre los materiales nucleares (medidas de contención y métodos o equi-

pos vigilancia, diagramas de flujo, localización de los puntos estratégicos de medición, métodos de medición, requisitos de ingreso, accesibilidad al material nuclear, etc.).

- ▣ El grado de avance en la construcción (cronograma de puesta en marcha).
- ▣ El programa anual de operación previsto.

Los cambios significativos en el diseño de una instalación deben ser comunicados a la ARN con suficiente antelación a su introducción, para que ésta pueda evaluar posibles modificaciones en los enfoques de salvaguardias, proceder a su verificación e informar dichos cambios a la ABACC y al OIEA en los plazos estipulados en los acuerdos internacionales asumidos por la República Argentina.

**Inspecciones de Fiscalización** El objeto de estas inspecciones es fiscalizar que las actividades de inspección de los organismos internacionales competentes en la materia (ABACC y OIEA) se efectúen de conformidad con los derechos y obligaciones establecidos en los tratados internacionales y acorde a los procedimientos de inspección de aplicación general establecidos.

Las principales tareas a realizar consisten en fiscalizar que las actividades se efectúen según lo acordado en la etapa de coordinación con la ARN, corroborar las mediciones efectuadas por dichos organismos, controlar la correcta aplicación de medidas de contención y de vigilancia, responder y clarificar los interrogantes surgidos de la revisión de los sistemas de vigilancia y las correcciones contables efectuadas en el período.

Esta fiscalización contribuye a asegurar el desarrollo exitoso de las inspecciones internacionales y se realiza en el marco de la cooperación con los organismos involucrados.

**Inspecciones Especiales** Estas inspecciones se realizan en aquellos casos en los que se verifique un incumplimiento grave a lo establecido en la Norma AR 10.14.1 "Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear", en los Acuerdos internacionales o en cualquier procedimiento emanado de estos.

---

## Protección física

La ARN desarrolla diversas actividades vinculadas a la configuración y aplicación de Sistemas de Protección Física, en el marco regulatorio vigente a partir de la norma AR 10.13.1. "Protección Física de Materiales e Instalaciones Nucleares".

El Informe de Protección Física de una instalación es el punto de partida para el estudio (y consecuente prevención) del camino de mayor probabilidad de intrusión; constituye un requisito previo para la emisión de la licencia. Esta información debe ser presentada a la ARN con antelación suficiente a la primera recepción del material nuclear. El informe debe incluir en detalle los siguientes contenidos básicos:

<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ La determinación de los objetivos de protección física, para lo que se requiere caracterizar a la planta acorde con el listado de materiales previsto para su operación rutinaria, la definición del tipo de amenaza al que puede estar sometida la instalación y la identificación de los objetivos susceptibles de acciones intencionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Un detalle del sistema de detección de intrusión, de las barreras implementadas, de la fuerza de respuesta (Gendarmería Nacional, Seguridad privada, Policía, etc.) y tiempo de respuesta previstos.</li> <li>❑ Los métodos utilizados para la evaluación del diseño del Sistema de Protección Física y sus resultados.</li> </ul>
--	---

El Sistema de Protección Física comprende:

<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Identificación de las zonas a proteger, su distribución en planta, vías de acceso a la misma y barreras de contención.</li> <li>❑ Disposición de equipos e instrumentos de protección física y procedimientos para el control periódico de los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Procedimientos de vigilancia habitual y extraordinaria.</li> <li>❑ Organización del personal encargado de protección física, incluyendo procedimientos de capacitación y entrenamiento.</li> <li>❑ Procedimientos y medios utilizados para el resguardo de la información.</li> </ul>
--	--

El objetivo de estas inspecciones es evaluar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la Licencia de Operación, verificar el funcionamiento de los elementos del Sistema de Protección Física de la instalación y evaluar la confiabilidad de los mismos.

Desde el punto de vista de la protección física, cada instalación se evalúa integralmente, identificando y relevando las áreas potencialmente más vulnerables a la intrusión. Se efectúan controles rutinarios para evaluar la confiabilidad de los elementos de protección física implementados para la detección oportuna, fuerza de respuesta y los cambios significativos en el diseño.

---

## Control radiológico ambiental

Véase Capítulo 6.

## Sistema de emergencias

Durante el desarrollo normal de una práctica, las exposiciones a radiaciones ionizantes producen dosis muy bajas que se reciben en forma planificada y controlada. Sin embargo, es posible que no todas las exposiciones se produzcan según lo previsto. Las fallas inesperadas de equipos, los errores de operación u otros eventos, que producen desviaciones de la operación y procedimientos normales, pueden llegar a generar exposiciones no planificadas ni controladas. Aunque no es posible pronosticarlos de forma detallada, algunos de estos sucesos son pre-visibility con una cierta probabilidad de ocurrencia. En estos casos se está frente a las denominadas exposiciones potenciales.

Una exposición potencial es toda exposición que no es esperada que ocurra con certeza, pero que puede darse en una situación accidental que involucre a fuentes de radiación, debido a un evento o secuencia de eventos de naturaleza probabilística, incluyendo fallas de equipos y errores de operación.

En ese sentido, la actividad de la ARN, en relación a las exposiciones potenciales, está basada en la prevención y en la preparación para la mitigación. La prevención se aplica desde la etapa de diseño y construcción de las instalaciones y luego continúa durante la operación normal. La actividad regulatoria relacionada con la mitigación se realiza contemplando la exigencia de sistemas tecnológicos (v. g., el sistema de contención que poseen las centrales nucleares) como así también la situación posterior al accidente (exigencia de un plan de emergencia).

Dado que eventos con baja probabilidad de suceder, lamentablemente pueden llegar a ocurrir, debe recurrirse, en esos casos, a la intervención para mitigar las consecuencias.

La intervención se puede definir como toda acción que se implemente para reducir o evitar exposiciones a fuentes radiactivas que no forman parte de prácticas controladas o que se encuentran fuera de control, recobrar el control de la situación anormal y adoptar las medidas necesarias para restablecer la normalidad. Ciertas acciones de intervención, denominadas contramedidas, se aplican para evitar los efectos agudos de la radiación y para minimizar la probabilidad de efectos estocásticos.

La intervención como respuesta a una emergencia tiene como objetivo:

- ▣ Conducir la situación provocada por el accidente.
- ▣ Estimar las consecuencias potenciales.
- ▣ Introducir las contramedidas necesarias para evitar o mitigar las consecuencias radiológicas, o derivadas de ellas, en los individuos y el ambiente.

- ❑ Tomar las acciones tendientes a restablecer la situación al estado previo al accidente.

Este detalle de acciones es de carácter general. Sin embargo, existen instalaciones donde a priori se sabe que las consecuencias de un accidente serán de poca importancia por lo que las acciones previstas para una situación accidental son sumamente sencillas. Las Instalaciones Clase II poseen reglas simples de intervención y, en general, las consecuencias de un accidente estarán circunscriptas al interior de las mismas.

En el caso de las Instalaciones Clase I debido a su mayor potencial impacto radiológico a los trabajadores y público, se confeccionan planes de emergencias que contemplan las acciones en el interior y exterior de la instalación.

---

## Plan de emergencia

Un plan de emergencia es un conjunto de procedimientos que se deben implementar en el caso de un accidente. El plan debe ser lo suficientemente flexible de manera de poder adaptarse a la situación real dado que ésta, en general, diferirá de una situación accidental de referencia.

El plan de emergencia es requerido por licencia a las Instalaciones Clase I. Para las Instalaciones Clase II se solicitan procedimientos de emergencia que tiendan a contrarrestar secuencias accidentales y sus consecuencias. Las Instalaciones Clase I deben tener un plan que contemple emergencias internas y, según el tamaño de la instalación y las consecuencias de las situaciones accidentales que puedan darse, también debe tener un plan que contemple emergencias con consecuencias en el exterior de esas instalaciones. Las Entidades Responsables de estas instalaciones deben elaborar, implementar y mantener actualizado el plan de emergencia y establecer distintos acuerdos con las autoridades públicas pertinentes.

## Planes de emergencia de las centrales nucleares

Las características mínimas que deben cumplir los planes de emergencia de las centrales nucleares relacionados con el rol de las organizaciones, los procedimientos, el equipamiento, los recursos y los ejercicios de aplicación del plan se detallan a continuación.

## Organizaciones y sus responsabilidades

- ❑ Detallar los acuerdos realizados con las autoridades públicas para la implementación de las contramedidas.
- ❑ Especificar cuáles son las organizaciones encargadas de la puesta en práctica de las distintas contramedidas, sus responsabilidades y sus relaciones funcionales.



- ▣ Establecer la composición, las responsabilidades y las funciones específicas del Comité interno de control de emergencias.

### Procedimientos

- ▣ Establecer las condiciones de la instalación en las que el responsable declarará la emergencia en sus distintos niveles. A saber: estado de alerta interno en la instalación, estado de alerta fuera del emplazamiento, emergencia interna en la instalación y emergencia fuera del emplazamiento.
- ▣ Especificar la correspondencia entre los distintos niveles de emergencia y los niveles de alarma de Defensa Civil.
- ▣ Incluir procedimientos para hacer frente a la situación de emergencia que contemplen: la pronta detección de la emergencia, la activación de la organización para hacer frente a la situación de emergencia, la evaluación de la situación, el inicio de la aplicación de las contramedidas, la finalización de la aplicación de las contramedidas y las acciones de recuperación del área afectada.
- ▣ Establecer los procedimientos y detallar los sistemas de comunicación necesarios para el manejo de la emergencia.
- ▣ Detallar las contramedidas a aplicar, de acuerdo con el tipo de accidente y su posible evolución.
- ▣ Detallar los procedimientos de comunicación de alertas, información e instrucciones a la población potencialmente afectada (radio, televisión, altoparlantes, etc.).
- ▣ Detallar los procedimientos para el control de las dosis recibidas por el personal actuante durante la emergencia, y las medidas que se tomarán en caso de que las previsiones excedan los límites de dosis correspondientes.

### Lugares físicos y equipamiento

- ▣ Establecer los lugares de puesta a cubierto.
- ▣ Detallar el equipamiento disponible y adecuado para realizar el monitoreo radiológico.
- ▣ Establecer los lugares para el funcionamiento del Comité interno de control de emergencias en el interior y en el exterior de la instalación adecuadamente equipados.

### Programas de entrenamiento y calibraciones

- ▣ Establecer un programa de entrenamiento permanente del personal de la instalación y de las organizaciones externas que participan en la emergencia.
- ▣ Establecer un programa de calibración y mantenimiento de los equipos y del instrumental destinados a la intervención en la emergencia.

## Ejercicios de aplicación del plan de emergencia

- ❑ Los ejercicios de aplicación del plan de emergencia deben ser programados y diseñados anualmente por la Entidad Responsable teniendo en cuenta los objetivos que establece la ARN, y con su acuerdo. Los mismos deben abarcar los aspectos internos y externos del plan, y en ellos deben intervenir todos los organismos involucrados.
- ❑ Se deben realizar de tal forma que permitan verificar la puesta en práctica de las contramedidas de aplicación automática y de aquellas que requieran de más tiempo para su implementación. Luego de los simulacros, se realizan reuniones entre todos los organismos participantes, para evaluar los resultados con el objeto de sacar conclusiones que permitan perfeccionar el plan de emergencia.

## Sistemas de intervención en emergencias de la ARN

La ARN fija criterios y evalúa los planes y procedimientos de emergencias radiológicas y nucleares que elaboran las instalaciones controladas para hacer frente a situaciones de accidente. El conjunto de acciones a implementar, quien las ejecuta y la forma de hacerlo, conforman, en esencia, el plan de emergencia en el que se basa la intervención. Este plan contiene el conjunto de procedimientos que se deben implementar en el caso de ocurrencia de un accidente y es requerido por licencia a las instalaciones relevantes, previo al inicio de su puesta en marcha. Para las Instalaciones Clase II se requieren procedimientos de emergencias para contrarrestar las consecuencias de posibles accidentes.

Para la intervención en las emergencias radiológicas en instalaciones distintas a las centrales nucleares la ARN cuenta con un Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER). Este sistema está concebido para:

- ❑ Intervenir en las situaciones de emergencia en aquellas instalaciones y prácticas menores donde se produzcan accidentes que no puedan ser controlados por los responsables de las mismas o que involucren a público, y en situaciones de emergencias radiológicas no previstas en áreas públicas.
- ❑ Asesorar a las autoridades públicas que intervienen en el control de emergencias radiológicas.

El SIER cuenta con un grupo de intervención primaria que realiza guardias en turnos semanales durante todo el año. Posee equipamiento específico y la estructura logística necesaria para la intervención rápida y eficiente en situaciones accidentales con posibles consecuencias radiológicas.

Por otra parte, la ARN ha establecido acuerdos y convenios de cooperación para actuar en situaciones de emergencia con otros organismos tales como Policía Federal, Gendarmería Nacional y Prefectura Naval.



**Medición durante el simulacro de accidente en la Central Nuclear Atucha**

Con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley N° 24.804 y su Decreto Reglamentario, la ARN ha creado el Sistema de Intervención en Emergencias Nucleares (SIEN), que complementa al preexistente SIER.

La organización del SIEN coincide con la creación del Sistema Federal de Emergencias (SIFEM) creado por Decreto N° 1.250/99. La ARN se integra al SIFEM como organismo de base a través del SIEN, cuya estructura puede observarse en el diagrama adjunto.

En caso de accidente de origen nuclear o radiológico de gran magnitud la ARN debe comunicar la situación y mantener informadas a las instancias gubernamentales que correspondan como así también a organismos internacionales y eventualmente países extranjeros afectados. En la ARN se elaboran los planes, programas y procedimientos relacionados con emergencias nucleares y se establecen lineamientos y criterios a ser aplicados en el ámbito nacional, provincial o municipal.

En el Centro de Control de Emergencias de la ARN actúan grupos de evaluación, de comunicación, de difusión y especialistas médicos.

En caso de accidente nuclear un funcionario designado por la ARN será el Jefe Operativo de la Emergencia, a quien deberán responder los representantes de la entidad explotadora de la central nuclear, las organizaciones civiles y las fuerzas de seguridad de la zona afectada, conforme a lo establecido en el artículo 16, inciso o de la Ley N° 24.804 y su Decreto Reglamentario.

En el cuadro siguiente se resumen las características principales de los sistemas de intervención en emergencias SIEN y SIER de la ARN:

Sistema	Objetivo
SIEN Sistema de Intervención en Emergencias Nucleares	Emergencias originadas por accidentes en centrales nucleares con consecuencias en el exterior de la instalación.  Interviene en las etapas de preparación, entrenamiento e intervención para emergencias.  Vínculo con el Sistema Federal de Emergencias SIFEM.
SIER Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas	Emergencias radiológicas en instalaciones y prácticas menores, o que involucren a la población.  Emergencias radiológicas no previstas en áreas públicas.  Asesoramiento a autoridades públicas y usuarios.

## Atención médica



**Traslado  
realizado por Prefectura  
Naval Argentina durante  
el simulacro**

En caso de ocurrir un accidente radiológico o nuclear, la ARN cuenta con un grupo de especialistas en la evaluación y manejo, desde el punto de vista médico, de las personas sobreexpuestas que puede ser requerido para intervención o asesoramiento sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Este grupo desarrolla un conjunto de tareas orientadas a la planificación y organización del accionar médico.

La organización de la respuesta médica para casos de accidentes contempla los niveles de organización detallados a continuación:

Nivel de organización	Servicios médicos	Tipo de asistencia
<b>Nivel 1</b>	Servicios médicos de las instalaciones relevantes	Asistencia "in situ". Triage, primeros auxilios, tratamiento inicial de la contaminación radiactiva.
<b>Nivel 2</b>	Hospitales generales regionales	Asistencia regional. Atención de lesiones convencionales con escaso o nulo componente radiológico.
<b>Nivel 3</b>	Centros de referencia de alta complejidad	Derivación a centros distantes.  Atención de casos severos: síndrome agudo de radiación, lesiones locales severas, contaminación interna masiva.

Para el nivel de organización 1, se promueve la interacción con los servicios médicos de las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse. Se llevan a cabo actividades de capacitación del personal (cursos de actualización) y se evalúan los requerimientos de infraestructura e insumos específicos y la designación de los posibles centros de derivación dentro del esquema de respuesta en emergencias.

Para el nivel de organización 2, y a través de la interacción con las centrales nucleares, se trabaja con los Hospitales Regionales designados como efectores primarios de este nivel.

En el nivel de organización 3, se trabaja en la implementación de los convenios firmados con el Hospital de Clínicas "José de San Martín", con el Hospital de Quemados y con el Hospital Naval "Pedro Mallo". En el marco de los acuerdos de cooperación, la ARN pone a disposición de los hospitales recursos humanos, equipamiento e insumos específicos y laboratorios especializados en el área de la dosimetría física, dosimetría biológica, evaluación de la contaminación interna y monitoreo ambiental.

Con el Hospital de Quemados se lleva a cabo la evaluación de la aplicabilidad de la termografía y otros exámenes complementarios para la evaluación de irradiaciones agudas localizadas con altas dosis. Además se estudia la cicatrización patológica. En colaboración con el Hospital Naval, se llevan a cabo estudios relacionados con indicadores biológicos de sobreexposición, tales como: comportamiento de subpoblaciones linfocitarias en sangre periférica de pacientes irradiados y modificaciones radioinducidas en el trazado electroencefalográfico.

En todos los niveles de organización descritos, la ARN trabaja en la conformación de un grupo de profesionales con conocimientos básicos sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en el hombre, familiarizados con las técnicas de evaluación y tratamiento de personas sobreexpuestas. A tal fin se organizan actividades destinadas a la capacitación del personal médico y paramédico afectado a la atención de pacientes.

La ARN fue designada como centro de enlace de la red internacional conocida como *Radiation Emergency Medical Preparedness Assistance Network (REMPAN)*.

En caso de una emergencia radiológica proceda de la siguiente forma:	1°	2°
	Llamar al teléfono <b>(011) 4597-9000</b> (Servicio Skytel)	Dejar un mensaje al código "MASTER PIN" 1110886.  Texto del mensaje: "ATENCIÓN ARN COMUNICARSE AL TELÉFONO ..." Indicar además el nombre de la persona que efectúa el llamado.
<b>De no recibir contestación en 10 minutos reiterar lo expresado en 1° y 2°.</b>		

## Laboratorios y Capacitación en la ARN

La ARN cuenta con laboratorios e instalaciones ubicadas en el Centro Atómico Ezeiza, partido de Ezeiza, Provincia de Buenos Aires y en su Sede Central que le permiten efectuar mediciones y determinaciones necesarias para cumplir con su función regulatoria. Las principales tareas llevadas a cabo en esta área son:

- ❑ Desarrollar sistemas de medición de dosis que permitan establecer el cumplimiento de niveles apropiados de protección de las personas.
- ❑ Determinar la presencia de radionucleidos en el ambiente, alimentos y otras matrices biológicas.
- ❑ Participar en la verificación del cumplimiento del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares.
- ❑ Realizar la vigilancia radiológica ambiental en los alrededores de instalaciones nucleares y radiactivas del país.

- ▣ Evaluar, a través de dosímetros físicos y biológicos, situaciones de sobreexposición accidental.
- ▣ Asesorar sobre la conducta médica a seguir en caso de accidente por radiación.
- ▣ Efectuar estudios sobre los efectos biológicos de las radiaciones.
- ▣ Realizar estudios sobre transferencia de radionucleidos en el ambiente para ser luego utilizados en modelos de evaluación de dosis en el público.
- ▣ Realizar desarrollos electrónicos en hardware y software como soporte a distintas tareas regulatorias.

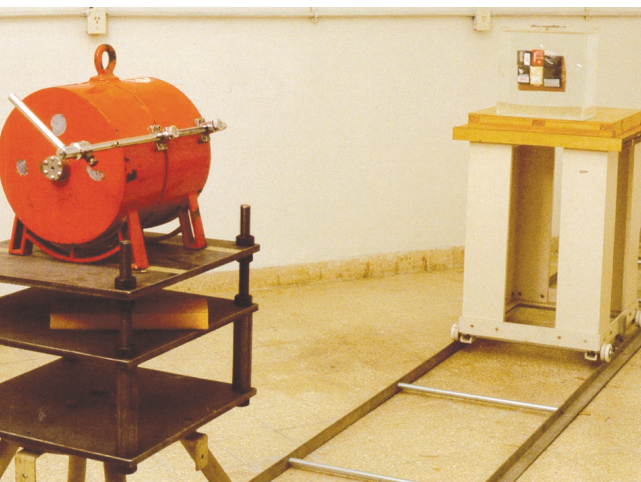
Para el desarrollo de estas tareas la ARN cuenta con:

- ▣ Laboratorio de dosimetría física compuesto por:
  - Laboratorio de dosimetría termoluminiscente.
  - Laboratorio de desarrollo de técnicas dosimétricas.
  - Sala de calibraciones.
- ▣ Laboratorios de radiopatología y dosimetría biológica formados por:
  - Sala de microscopía.
  - Laboratorio para técnicas de hibridación.
  - Salas de cultivos celulares.
  - Laboratorios de mediciones.
- ▣ Laboratorios de mediciones:
  - Contador de cuerpo entero.
  - Laboratorio de medición por espectrometría gamma.
  - Laboratorio de medición por espectrometría alfa y medición de actividad alfa y beta total.
  - Laboratorios de medición de actividad con bajo fondo de radiación.
- ▣ Laboratorios radioquímicos:
  - Laboratorio para el análisis de muestras con altas actividades.
  - Laboratorio para el análisis de muestras con bajas actividades.
  - Laboratorio para el análisis de muestras con actividades intermedias.
  - Laboratorio para medición de estroncio 90.
  - Laboratorio para medición de tritio.
  - Laboratorio para medición de uranio y radio.
- ▣ Laboratorio de detección de uranio con fines de salvaguardias.
- ▣ Laboratorio de detección de yodo 129.
- ▣ Laboratorio de medición de radón.
- ▣ Laboratorio de procesamiento de muestras ambientales.
- ▣ Laboratorio de evaluación de la contaminación interna.



A continuación se describen las principales tareas rutinarias y de desarrollo llevadas a cabo en los laboratorios de la ARN.

## Dosimetría física



**Irradiación de dosímetros personales**

La medición por medios físicos de las dosis recibidas por los trabajadores en las diferentes instalaciones y prácticas con radiaciones ionizantes permite realizar evaluaciones respecto de la seguridad radiológica de dichas instalaciones.

Los especialistas en dosimetría física tienen la función de prestar su asistencia técnica en evaluaciones dosimétricas específicas requeridas por los grupos involucrados en las inspecciones regulatorias. Para cumplir con esta función cuentan con laboratorios y equipamiento, además de técnicas y sistemas de medición, que deben mantener operativos con la precisión y la exactitud adecuadas. El desarrollo de nuevas técnicas y procedimientos hace posible una realización más eficiente de las tareas de apoyo regulatorio.

Las instalaciones con que cuenta el grupo de especialistas en dosimetría física son:

Las instalaciones con que cuenta el grupo de especialistas en dosimetría física son:

- ❑ Laboratorio de calibración de detectores sensibles a radiación gamma compuesto por:
  - Recinto para irradiación con sistema de visión remota.
  - Fuente de cesio 137 utilizada como patrón terciario.
  - Banco de calibración para detectores personales y de campo.
  - Maniqués para calibraciones en función de la dosis equivalente personal y dosis en extremidades.
  - Maniquí antropomorfo Rando-Alderson.
  - Maniquí para auditar la dosimetría en los haces de radiación en prácticas de teleterapia.
  
- ❑ Laboratorio de calibración de detectores de contaminación superficial beta-gamma y alfa-gamma compuesto por:
  - Banco de calibración.
  - Fuentes superficiales de calibración de: cloro 36, carbono 14, estroncio 90, itrio 90, americio 241 y cesio 137.
  
- ❑ Laboratorio de calibración de detectores sensibles a radiación de neutrones compuesto por:



- Banco de calibración
  - Fuentes calibradas de americio-berilio y californio 252.
  - Maniqués para calibraciones en función de la dosis equivalente personal.
  - Sistema multiesfera con detectores de helio y/o con dosímetros TLD de Li7 y Li6, rémetro y un sistema basado en detectores de helio para mediciones con fines de salvaguardias.
  - Dispositivo para estudiar efectos de retrodispersión.
- ▣ Laboratorio de dosimetría termoluminiscente (TLD) que cuenta con:
- Detectores para medir radiación gamma, neutrónica y beta.
  - Sistemas lectores de TLD asistidos por computadora.
  - Horno y mufla para tratamientos térmicos.
- ▣ Laboratorio de dosimetría por trazas nucleares compuesto por:
- Sistema de procesamiento de material sensible (CR-39).
  - Horno para revelado del material.

Los principales servicios y tareas de apoyo a los grupos regulatorios llevados a cabo por el grupo de dosimetría física están relacionados con los siguientes temas:

- Dosimetría personal y ambiental.
- Calibración de dispositivos de medición de neutrones.
- Verificación de equipos para detección de radiación.
- Dosimetría de accidentes.
- Organización del programa nacional de intercomparación de dosimetría personal.

---

## Dosimetría biológica

---

La Dosimetría Biológica tiene como objetivo la estimación de la dosis absorbida por individuos sobreexpuestos a las radiaciones ionizantes, tanto provenientes de fuentes naturales como de aquellas producidas por el hombre, utilizando muestras extraídas del mismo organismo y procesadas por distintas metodologías. Esta dosimetría complementa a las dosimetrías física y clínica y, en ciertos casos, por falta de registros físicos de la dosis o por imprecisa reconstrucción del escenario de sobreexposición, constituye la única evaluación posible.

El blanco primario de las radiaciones ionizantes es la macromolécula de ADN (ácido desoxirribonucleico) que constituye el material genético de todos los organismos vivos, contenido en el núcleo celular. El ADN está organizado en "pa-

quetos" discretos denominados cromosomas que pueden ser visualizados y estudiados sólo durante la división celular. El paso de una traza ionizante, a través del núcleo, induce rupturas cromosómicas cuya ilegítima reunión, mediante las enzimas de reparación celular, da origen a las llamadas aberraciones cromosómicas y sus derivados citoplasmáticos, los micronúcleos.

La Dosimetría Biológica, basada en la cuantificación de aberraciones cromosómicas inestables (dicéntricos y anillos) es el método de rutina más ampliamente utilizado, desde la década de 1960, en la evaluación dosimétrica de las sobreexposiciones accidentales. La experiencia de su aplicación en cientos de casos de presunta o confirmada sobreexposición, ha probado el valor de este método y también ha definido sus limitaciones.

La ISO (International Organization for Standardization) editó recientemente la norma 19238 "Criterio de desempeño para los laboratorios que realizan dosimetría biológica mediante técnicas citogenéticas" cuyo objetivo es proveer los criterios de garantía de calidad y control de calidad, evaluación del desempeño y la acreditación de la dosimetría biológica para los laboratorios de servicio de dosimetría citogenética. El laboratorio de dosimetría biológica de la ARN ha participado en la discusión y votación de esta norma.

El objetivo del laboratorio de dosimetría biológica de la ARN es asegurar la disponibilidad de dosímetros e indicadores biológicos confiables para la evaluación de distintos escenarios de sobreexposición: individuales y a gran escala, cuando la dosimetría es inmediata o retrospectiva, para diferentes calidades de radiación y diferentes volúmenes del cuerpo involucrados en la sobreexposición.

El hecho de que existan distintos escenarios de sobreexposición hace que se requiera la utilización de diferentes tipos de dosímetros citogenéticos. En todos los casos, las muestras biológicas obtenidas para efectuar la dosimetría son de sangre periférica. A partir de ellas se efectúan cultivos celulares a fin de obtener una población representativa de un tipo celular, los linfocitos, que expresan el daño cromosómico radioinducido durante la división celular. La estimación biológica de la dosis se basa en el recuento de aberraciones cromosómicas radioinducidas. La dosis media es determinada a partir de la frecuencia observada, utilizando curvas dosis-efecto realizadas para distintas calidades de radiación.

El Laboratorio de Dosimetría Biológica cuenta con la infraestructura necesaria para la aplicación de las distintas técnicas que conforman en la actualidad la dosimetría citogenética (técnica citogenética convencional, micronúcleos, bandedo-G y FISH-Hibridación in situ por fluorescencia), así como para realizar tareas de desarrollo de nuevos dosímetros basados en el daño radioinducido del material genético y estudios de investigación básica en el campo de la radiobio-

logía, tendientes a aportar datos acerca de los mecanismos de producción de dicho daño.

Con el fin de implementar nuevos dosímetros biológicos, mejorar la aplicación de aquellos corrientemente en uso y efectuar desarrollos tendientes a ampliar la capacidad de respuesta del laboratorio, se trabaja en:

- ▣ Dosimetría citogenética convencional.
- ▣ Dosimetría citogenética para evaluaciones retrospectivas.
- ▣ Evaluación de sobreexposiciones inhomogéneas.
- ▣ Estudios sobre eficiencia biológica relativa.
- ▣ Estudios de radiosensibilidad individual a las radiaciones ionizantes y su influencia en las estimaciones dosimétricas.
- ▣ Integración a los lineamientos del estándar internacional ISO 19238.

Para desarrollar sus tareas el Laboratorio de Dosimetría Biológica dispone de:

- ▣ Sala de cultivo equipada con flujo laminar donde se realiza la preparación de los cultivos celulares en condiciones estériles. Esta sala cuenta con estufa de cultivo gaseada, garantizando condiciones controladas de temperatura, humedad y gases.
- ▣ Sala de microscopía donde se hallan instalados cuatro microscopios ópticos, binoculares y con equipamiento fotográfico o cámaras para adquisición de imágenes por video.
- ▣ Laboratorio acondicionado para la realización de técnicas de hibridación, con temperatura controlada y limitación de radiación ultravioleta, equipado con microcentrífugas, baños termostatzados, cubas de electroforesis horizontal y microscopía de epifluorescencia.

---

## **Dosimetría de la contaminación interna**

---

La utilización de material radiactivo en actividades del ciclo de combustible nuclear, de la industria y la medicina, expone a los trabajadores y a las personas del público al riesgo de incorporación de radionucleidos, ya sea por inhalación, ingestión o a través de la piel sana o por heridas. La determinación de la cantidad incorporada de ese material radiactivo es parte esencial en la evaluación dosimétrica. Para la estimación de la contaminación interna, se analiza la actividad retenida y/o excretada para determinar la dosis recibida por los diferentes órganos y tejidos. La estimación dosimétrica se basa en mediciones directas

de todo el cuerpo, de órganos o de heridas o en el resultado de métodos indirectos, mediante los cuales se realiza la determinación de radionucleidos en excretas o en el ambiente de los lugares de trabajo.

Los especialistas en esta área asesoran a: a) Inspectores de la ARN; b) Médicos especialistas en radiopatología y c) Responsables de las áreas controladas por la ARN.

Se evalúan diferentes casos partiendo de un esquema que se sustenta en tres partes: la interpretación de las mediciones provenientes de los monitoreos, la selección de los modelos biocinéticos más adecuados para cada caso en particular y la aplicación de los softwares disponibles para el cálculo de la incorporación y de la dosis efectiva. Se cuenta con los siguientes códigos de cálculo: LUDEP (Lung Dose Evaluation Program), desarrollado por NRPB; CINDY (Code for Internal Dosimetry), de Canberra; IVBDOC (Intra-vascular brachiterapy dosimetry comparison); MIRDOSE para radiofármacos, estos últimos desarrollados en Oak Ridge.

Los diferentes casos de evaluación provienen de:

<b>Trabajadores</b>	Evaluación de dosis en los trabajadores de la industria nuclear y de la medicina nuclear.
<b>Miembros del público</b>	Evaluación de dosis en miembros del público debidas a actividades desarrolladas en distintas prácticas.
<b>Pacientes</b>	Se requiere la adaptación del modelo estándar de acuerdo a las alteraciones metabólicas que presente el paciente en cada caso.

## Radiopatología

La ARN debe dar respuesta a pedidos de asesoramiento médico en el ámbito de las exposiciones ocupacionales y a consultas relacionadas con evaluaciones individuales en trabajadores con antecedentes patológicos o enfermedades en curso que podrían modificar los riesgos asociados a la exposición a la radiación y estimación de la probabilidad de causación. Este tipo de asesoramiento, en general, es solicitado en el marco de pericias judiciales, con el objeto de determinar la posible asociación causal entre una determinada patología y el antecedente de exposición a las radiaciones ionizantes. Se responde a consultas sobre exposiciones médicas, realizando la evaluación clínica de pacientes que presentan lesiones presuntamente radioinducidas como secuelas de prácticas médicas, derivados por distintos servicios hospitalarios.



**Contador de todo el cuerpo para mediciones rutinarias**



**Cultivo de células nerviosas**

La ARN mantiene estrechos contactos con el Hospital Saint Louis, el Instituto Curie y el Instituto de Radioprotección y Seguridad (París, Francia) y promueve la interacción con grupos de América Latina con el objeto de mantener un sistema de cooperación regional en radiopatología que permita: a) mejorar la calidad de la atención de pacientes sobreexpuestos, b) lograr un consenso de criterios diagnósticos y terapéuticos y c) optimizar los recursos disponibles en función de los intereses de la región.

En el Laboratorio de Radiopatología de trabaja en efectos de la irradiación prenatal, indicadores en el estudio de subpoblación HLA-G:

### **Efectos de la irradiación prenatal**

Las irradiaciones prenatales constituyen el motivo más frecuente de consulta médica especializada, en el ámbito de la radiopatología. La incerteza acerca del conocimiento del estado de gravidez, así como la enorme importancia que revisten los métodos radiológicos de diagnóstico en la práctica médica, hacen que haya casos de irradiaciones intraútero, de los cuales sólo una minoría son comunicados. Entre los efectos generados por irradiaciones prenatales, los que conciernen al sistema nervioso central en desarrollo, pueden dar lugar a la generación de retraso mental severo, como consecuencia de ciertas dosis administradas en los momentos de máxima sensibilidad. El sistema nervioso central es particularmente vulnerable a la acción de las radiaciones durante la vida prenatal, con un momento de máxima radiosensibilidad entre las semanas 8 y 15 de edad gestacional.

Con el objeto de estudiar los mecanismos de producción de daño y su correlación con la dosis, se reproducen experimentalmente condiciones de irradiación accidental del sistema nervioso central en desarrollo. El objetivo es testear diferentes hipótesis relacionadas con los mecanismos de producción de daño, así como los umbrales de dosis asociados a los distintos efectos. Además, se ensayan fármacos radioprotectores que operan a distintos niveles, con el fin de revertir los efectos observados.

Se trabaja con un modelo animal de irradiación intrauterina realizándose:

- ▣ Cultivo de células precursoras del sistema nervioso central.
- ▣ Evaluación de especies activas del oxígeno y del hidrógeno.
- ▣ Estudio de los mecanismos involucrados en la apoptosis radioinducida.

También se estudia la expresión de genes involucrados en la apoptosis por una técnica de amplificación del ADN (PCR reversa). El objetivo es verificar si un grupo de genes asociados a la muerte cerebral programada se expresa a través de la producción del ácido ribonucleico mensajero.

## Indicadores diagnósticos y pronósticos

Frente a una situación accidental, en la que se presume la existencia de individuos sobreexpuestos a radiaciones ionizantes, la estimación temprana de las dosis involucradas constituye un paso esencial e indispensable, previo a la toma de decisiones relacionadas con la conducta terapéutica. Junto a la dosimetría física y a la evaluación clínica temprana, el desarrollo de indicadores biológicos constituye una prioridad para la estimación de la dosis absorbida y el establecimiento de criterios diagnósticos y pronósticos.

Con el objeto de disponer de dosímetros e indicadores biológicos que permitan la estimación temprana del rango de dosis absorbida, y la capacidad de los sistemas de responder al daño, se llevan a cabo:

- ▣ Estudio de los efectos radioinducidos en subpoblaciones linfocitarias.
- ▣ Evaluación de indicadores diagnósticos y pronósticos aplicables a irradiaciones localizadas.
- ▣ Determinación del índice de madurez reticulocitaria.

## Estudio de subpoblaciones HLA-G en condiciones de posirradiación

De acuerdo a un Convenio con el CEA (Comisión de Energía Atómica Francesa) se realizan estudios del comportamiento de células relacionadas con Antígenos Mayores de Histocompatibilidad de tipo G. Se testea la hipótesis de que las Radiaciones ionizantes pueden modular la expresión de estas moléculas especiales de histocompatibilidad en ciertas células hematopoyéticas, lo cual podría tener importancia en el comportamiento radionducido de tumores.

---

## Laboratorios radioquímicos



**Determinación de uranio en muestras ambientales**

En los laboratorios de análisis radioquímicos se procesan muestras provenientes de los monitorajes ambientales y muestras obtenidas durante las inspecciones, evaluaciones y auditorías llevadas a cabo por personal de la ARN en el desarrollo de su función regulatoria.

Se analizan muestras de distintos tipos, entre ellas: aguas, suelos, sedimentos, vegetales, filtros (muestras de aire y sweep-tests), muestras biológicas (orinas, heces y soplidos nasales) y alimentos de diferentes tipos constitutivos de la dieta. En dichas muestras, según los requerimientos, se determinan uranio natural, uranio enriquecido, plutonio, americio, curio, neptunio, radio, torio, tritio, fósforo 32, estroncio 90 y actividad alfa y beta total.

Dada la necesidad de analizar muestras de diversos orígenes, con actividades muy variables y requerimientos muy diferentes en sus procesamientos, fue ne-

cesario implementar laboratorios de análisis radioquímicos independientes, contando cada uno de ellos con su correspondiente equipamiento, servicios, materiales y reactivos. La función de cada uno de los laboratorios se describe a continuación.

- ❑ Laboratorio destinado al análisis de muestras con actividades elevadas, utilizado también para desarrollos radioquímicos. Este laboratorio cuenta con campanas de extracción y muflas para mineralización por vía seca.
- ❑ Laboratorio para el análisis de muestras con actividades intermedias y para el procesamiento de muestras provenientes de los monitores radio-lógicos ambientales en los alrededores de los complejos minero fabriles de uranio. Este laboratorio dispone de un equipo de fusión a 1100°C, para la determinación de uranio por fluorimetría, campanas de extracción y placas calefactoras para mineralización por vía húmeda.
- ❑ Laboratorio para el procesamiento de muestras ambientales con muy baja actividad donde, además, se procesan las muestras correspondientes a las intercalibraciones. Este laboratorio cuenta con campanas de extracción, columnas de separación utilizando resinas de intercambio iónico y sistemas para electrodepositar muestras.
- ❑ Laboratorio para el acondicionamiento y procesamiento de muestras provenientes del monitoreo radiológico ambiental. En este laboratorio también se procesan las muestras correspondientes al estudio de radionucleidos naturales en la dieta. Cuenta con muflas hasta 1300°C, equipos de molienda y homogeneizado de cenizas y una prensa mecánica para la fabricación de pastillas.
- ❑ Laboratorio para el análisis de tritio: cuenta con equipos de destilación y un sistema de concentración de tritio a través de electrólisis alcalina.
- ❑ Laboratorio para el análisis de estroncio 90: dispone de equipamiento para el procesamiento de muestras ambientales y para realizar técnicas extractivas.
- ❑ Laboratorio para el análisis de uranio y radio en muestras ambientales.

Las tareas llevadas a cabo en dichos laboratorios son:

- ❑ Determinación de uranio, plutonio y americio en muestras provenientes de instalaciones nucleares.
- ❑ Determinación de uranio y radio en aguas y sedimentos de origen ambiental.
- ❑ Determinación de tritio en muestras ambientales y de instalaciones nucleares.
- ❑ Determinación de emisores alfa y beta en efluentes líquidos y en residuos radiactivos.
- ❑ Determinación de tritio y carbono 14 en efluentes gaseosos.
- ❑ Determinación de estroncio 90 en muestras ambientales y de instalaciones nucleares.



- ▣ Desarrollo y optimización de técnicas radioquímicas.

Los laboratorios radioquímicos y de mediciones participan regularmente en intercomparaciones para la determinación de radionucleidos en muestras naturales organizadas por el Laboratorio de Mediciones Ambientales (EML) del Departamento de Energía de EE. UU. y por el OIEA.

### Laboratorios de mediciones de radiación

Para la medición de distintos tipos de exposiciones a la radiación, se dispone de las siguientes instalaciones y laboratorios:

#### Contador de todo el cuerpo



**Contador de todo el cuerpo para mediciones específicas**

Este laboratorio está destinado a la medición directa de la contaminación interna de emisores gamma. Dispone de los siguientes sistemas:

- ▣ Un recinto blindado con camilla articulada, equipado con dos detectores de INa(Tl), que se utiliza para mediciones rutinarias y no rutinarias de emisores gamma de energía superior a 100 keV.
- ▣ Un recinto blindado de bajo fondo con camilla articulada, equipado con:
  - a) Detector de INa(Tl) y un detector de germanio hiperpuro (GeHp) de 100% de eficiencia, que es utilizado en mediciones especiales donde se requiere alta resolución, alta eficiencia o medición sobre un órgano particular.
  - b) Cuatro detectores de germanio hiperpuro (Ge Hp) destinado a la medición de contaminación interna debida a uranio.
- ▣ Un sistema transportable parcialmente blindado, apto para mediciones en distintas instalaciones o situaciones accidentales, equipado con un detector de INa(Tl) blindado y un colimador.
- ▣ Un sistema para la medición de yodo 131 en tiroides equipado con un detector de INa(Tl).

#### Laboratorio de medición por espectrometría gamma

Para llevar a cabo las mediciones por espectrometría gamma se cuenta con las siguientes instalaciones:

- ▣ Un laboratorio equipado con dos sistemas de medición con detectores de GeHp, donde se analizan muestras recolectadas por los grupos operativos durante las inspecciones y muestras cuya actividad excede los niveles ambientales.

- ❑ Un laboratorio con cuatro sistemas de medición de bajo fondo, en el que se miden las muestras correspondientes al programa de monitoreo ambiental, las muestras del programa de intercalibración y otras, que por su nivel de actividad puedan ser medidas sin riesgo de contaminación de los detectores y blindajes.
- ❑ Un laboratorio con condiciones ambientales controladas, que cuenta con dos sistemas de bajo fondo para mediciones que requieren una alta eficiencia geométrica, contándose además con un detector planar para medición de radiación x y gamma de hasta 200 keV.

En este laboratorio se realizan mediciones en el marco de inspecciones, auditorías y estudios ambientales realizados por la ARN.

### Laboratorio de medición por espectrometría alfa y medición de actividad alfa y beta total



**Cámara de referencia  
para la calibración  
de detectores de radón  
en el aire**

Para la realización de estas tareas, el sector cuenta con:

- ❑ Un laboratorio equipado con:
  - Cuatro sistemas para medición por espectrometría alfa, con un total de 24 cámaras de vacío, para mediciones simultáneas.
  - Dos equipos de medición por centelleo líquido, contando ambos equipos con sistemas de discriminación alfa/beta por forma de pulso, para reducción del fondo en mediciones de muy baja actividad.
  - Un contador automático para mediciones de actividad alfa y beta total.
  - Un conjunto de 20 cámaras para mediciones de actividad alfa total por centelleo sólido.
- ❑ Un laboratorio con condiciones ambientales controladas para mediciones de muestras de muy baja actividad equipado con:
  - Un sistema de muy bajo fondo para medición de actividad beta total.
  - Un contador manual de bajo fondo para mediciones de actividades alfa y beta total.
  - Un sistema de 16 cámaras de vacío, para realizar espectrometría alfa de muy bajo fondo.

En estos laboratorios se realizan las mediciones de todas las muestras provenientes de los diferentes proyectos y actividades de la ARN.

---

## Laboratorio de ensayos de filtros

---

El laboratorio de ensayos de filtros cuenta con un túnel de viento y un banco de pruebas de filtros. El sistema es utilizado para la determinación de eficiencias de retención en filtros absolutos calidad HEPA, utilizados por las instalaciones, principalmente para retener sustancias radiactivas reduciendo su descarga al ambiente. También, se realiza la verificación de la retención de gases radiactivos (yodo 131 y xenón 133) en lechos de carbón activado. El conducto que tiene 10 metros de longitud y 35 cm de diámetro cuenta con un generador de aerosoles de testeo (DOP) para el cálculo de eficiencia. El sistema tiene control de humedad y temperatura a través de sensores adecuados y se puede variar el caudal para el ensayo de diferentes tipos de filtros. Además, la instalación cuenta con anemómetros, termómetros, caudalímetros y medidores de tamaños de aerosoles con tecnología láser. Se dispone de un taller para el desarrollo y armado de prototipos especiales.

Los especialistas en determinación de eficiencia de filtros actúan a demanda de los grupos de inspección, con el objeto de auditar el correcto funcionamiento de los filtros existentes en las diferentes instalaciones relevantes.

---

## Técnicas de detección de actividades nucleares no declaradas

---

Con el objeto de detectar actividades no declaradas, de enriquecimiento de uranio o reprocesamiento de elementos combustibles, se hallan operativas técnicas para la detección de radionucleidos contenidos en muestras ambientales tomadas en los alrededores de instalaciones nucleares.

### Técnica para la detección de uranio en muestras ambientales

Las técnicas para la determinación de la composición isotópica de uranio en muestras ambientales requieren un proceso sumamente minucioso debido a que, la presencia de uranio natural en el material de vidrio usado en laboratorio y la presencia del mismo en el ambiente, actúan como interferentes. Las muestras, luego de ser tratadas en el laboratorio, son medidas por espectrometría de masas.

Se realizan ejercicios para la determinación de la masa y de la composición isotópica de uranio en hojas de duraznero, participándose en ejercicios de intercomparación, organizado por la Comunidad Europea, para la determinación de la composición isotópica de uranio en muestras líquidas.

### Técnica para la determinación de yodo 129

El yodo 129 que se halla en la atmósfera tiene dos orígenes: natural, debido a la reacción del xenón con la radiación cósmica en las altas capas de la atmósfera

y artificial, producido por la fisión espontánea del uranio en reactores nucleares. Durante la operación normal de una central nuclear, se libera al medio ambiente yodo 129 y en mayor magnitud durante el reprocesamiento químico de los elementos combustibles irradiados, al ser cortados para la recuperación del uranio no quemado y el plutonio generado. La medición de yodo 129 en el ambiente, en áreas circundantes a instalaciones nucleares, permitiría detectar actividades no declaradas de reprocesamiento.

Con el propósito de alcanzar un grado de sensibilidad adecuado para la detección de yodo 129 en matrices ambientales, y teniendo en cuenta su baja actividad específica (6 Bq/mg) y además, la baja energía de emisión de fotones del yodo ( $E = 39,58$  keV), se utilizan técnicas de activación neutrónica.

---

### **Centro de Espectrometría de Masas con Acelerador**

---

El Centro de Espectrometría de Masas con Acelerador (CEMA) instalado en el Centro Atómico Ezeiza, permitirá la participación de la Argentina en la red internacional de apoyo científico-técnico que el Organismo Internacional de Energía Atómica ha creado para controlar el cumplimiento de las salvaguardias internacionales de no proliferación nuclear.

Durante 2005 se continuó con la puesta a punto del sistema, lográndose caracterizar algunos componentes de la línea de aceleración de alta energía, quedando pendiente el estudio de la estabilización de la tensión del terminal ubicado en el interior del tanque acelerador.

Para la optimización del transporte del haz de iones se efectuaron diferentes cambios: se acentuaron las fuentes de alta tensión que asisten a diversos componentes, se realizaron modificaciones internas al diseño de la fuente de iones, se instalaron bombas de vacío de tecnología moderna y se trabajó en sucesivas realineaciones de los componentes instalados mediante la utilización de nivel óptico y teodolito, como también se diseñaron mecanismos que permiten efectuar el diagnóstico del haz. Se evaluó la respuesta del imán inyector de  $90^\circ$  que se ubica en la línea de aceleración de baja energía, tarea que continuará a futuro en vistas a lograr una mejor performance del equipo.

---

### **Técnicas de medición de radón**

---

El gas radón y los radionucleidos resultantes de su desintegración, contribuyen con la mitad de la dosis efectiva recibida por el hombre debido a la totalidad de las fuentes naturales de radiación. Con el objeto de estimar dicha dosis, se llevan a cabo las mediciones rutinarias de la concentración de radón en viviendas y en los complejos minero fabriles de uranio.

## Determinación de radón en aire

Para la determinación de radón de aire, el laboratorio de medición de radón de la ARN cuenta con un sistema de calibración, contadores de radiación alfa, cámaras alfa y diferentes técnicas pasivas de medición y factor de equilibrio, y medidores continuos de radón y su progenie.

Para la calibración, el laboratorio cuenta con una cámara de referencia de 1 m<sup>3</sup> de volumen con cierres herméticos, que posee una antecámara a través de la cual se introducen los dispositivos a calibrar. Como fuente de emanación de radón, la cámara de referencia contiene mineral de uranio extraído del ex-complejo fabril Malargüe, Provincia de Mendoza. La cámara consta de equipamiento para control de temperatura y presión, y para variaciones de humedad (desde 10% hasta 95%), concentración de radón (desde 150 Bq/m<sup>3</sup> hasta 3500 Bq/m<sup>3</sup>) y de sus descendientes de período corto y de aerosoles, para la realización de pruebas en diferentes condiciones ambientales. Se dispone, además, de un recinto de experimentación que posee las dimensiones de una habitación estándar con posibilidad de variar la tasa de renovación de aire y la concentración de radón y sus descendientes.

Entre las técnicas pasivas para la determinación de radón en aire se dispone del método de trazas nucleares, sistema que integra la concentración de radón durante tres meses. Este método utiliza un policarbonato como detector. El límite de detección alcanzado con este sistema es de 16 Bq/m<sup>3</sup>. Se usa también de principio de este método para medir el factor de equilibrio entre el gas radón y su progenie.

Otro método pasivo desarrollado en el laboratorio, se basa en la adsorción en carbón activado y la posterior medición por centelleo líquido. Su límite de detección es de 2 Bq/m<sup>3</sup> y fue adoptado como método rutinario para la medición de radón en aire.

El método que utiliza detectores electrets es, también, un método pasivo para integrar la concentración de radón en distintos períodos de tiempo. El principio del detector se basa en la descarga electrostática del condensador y en relacionar esta disminución de voltaje con la concentración de radón en aire. El límite de detección es de 6 Bq/m<sup>3</sup>.

El laboratorio cuenta con equipamiento para realizar la determinación de concentración de energía alfa potencial en aire (Working level) mediante los métodos de Rolle y Kusnetz. También, es posible la determinación individual de cada uno de los descendientes del radón, mediante el método de Thomas. Los tres métodos son activos y se basan en la toma de una muestra de aire a través de un filtro y su posterior contaje en un detector de radiación alfa.

El laboratorio cuenta con equipos para medir la concentración de radón y los niveles de la progenie en aire, ambos, en forma continua.

## Determinación de radón en agua

La determinación de la concentración de radón en agua resulta de importancia para conocer, junto con las determinaciones de radio 226 y uranio natural, los niveles de concentración de radionucleidos naturales en aguas de consumo.

El laboratorio cuenta con diferentes métodos para realizar dicha medición. La medición de la concentración de radón en agua mediante detectores electrets, posee un límite de detección de, aproximadamente, 100 Bq/m<sup>3</sup>; mientras que el límite de detección, para la determinación de radón en agua mediante la técnica que utiliza las celdas de Lucas, fue estimado en 140 Bq/m<sup>3</sup>.

También se dispone de un método directo para la determinación de radón en agua mediante una medición por centelleo líquido con discriminación por forma de pulso, con el que se puede alcanzar un límite de detección de 70 Bq/m<sup>3</sup>.

Se realizan tareas de calibraciones periódicas de las distintas técnicas de medición, optimización de métodos y se participa cada dos años en ejercicios internacionales de intercomparación de técnicas pasivas de medición de radón en aire organizadas por instituciones internacionales de reconocido nivel.

Las principales tareas que se realizan en los laboratorios de medición de radón son:

- ▣ Como parte del programa de determinación de la concentración de radón en viviendas de la República Argentina, se mide dicha concentración en viviendas de la ciudad de Buenos Aires, del Gran Buenos Aires y del interior del país. Las determinaciones se realizan preferentemente mediante el método de trazas nucleares y, en algunas ciudades, mediante electrets y detectores de carbón activado.
- ▣ Como parte del programa de monitoreo radiológico ambiental se mide la concentración y la tasa de emanación de radón en los alrededores de los complejos minero fabriles de uranio.

---

## Capacitación en la ARN

Véase Capítulo 8.

## Relaciones institucionales y no proliferación

En el cumplimiento de su función regulatoria, la ARN mantiene una intensa y variada interacción con una serie de instituciones nacionales y extranjeras, gubernamentales y no gubernamentales, así como con organismos de índole internacional. Tal interacción consiste en:





**Curso Regional  
de Capacitación sobre  
Protección Física  
de Fuentes  
Radiactivas**

(12 al 21 de abril de 2005)

Asimismo, la ARN interviene activamente en la negociación de instrumentos internacionales relativos al accionar regulatorio nuclear, así como en su posterior implementación, y participa en la definición de las políticas que el país mantiene en materia regulatoria en distintos foros internacionales. Esta actividad permite a la Argentina participar desde su inicio en la discusión y establecimiento de guías y regulaciones internacionales en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física, contribuyendo así a mantener el alto nivel de excelencia y prestigio que el país ha logrado en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.

- ❑ El intercambio de experiencia e información, y la participación en la elaboración de recomendaciones internacionales vinculadas a la seguridad radiológica y nuclear, las garantías de no proliferación nuclear y la protección física.
- ❑ El establecimiento y desarrollo de acuerdos de cooperación técnica, con el objetivo de intercambiar conocimiento, experiencia y participar en desarrollos científico-técnicos conjuntos en las áreas de competencia de la ARN.

## Convenios

Una de las tareas más importantes en el ámbito de las relaciones institucionales es la negociación de convenios nacionales e internacionales. La ARN mantiene convenios vigentes con universidades nacionales y extranjeras, con hospitales públicos, con la Policía Federal, la Prefectura Naval y la Gendarmería Nacional y con autoridades regulatorias de EE. UU., Canadá, España, Suiza, entre otros países.

### Convenios y acuerdo nacionales

Universidades	Fuerzas de Seguridad
Universidad Nacional de Buenos Aires Universidad Tecnológica Nacional Universidad Nacional de Cuyo Universidad Nacional de San Juan Instituto de Enseñanza Superior del Ejército	Policía Federal Argentina Gendarmería Nacional Argentina Prefectura Naval Argentina
Hospitales	Otros organismos y asociaciones
Hospital de Clínicas Hospital de Quemados Hospital Naval	Comisión Nacional de Energía Atómica Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Instituto Nacional de Prevención Sísmica Sociedad Argentina de Radioprotección Municipalidad de Neuquén Ministerio de Medio Ambiente de Mendoza Subsecretaría de la Función Pública Asociación de Trabajadores del Estado



## Convenios internacionales

Países e instituciones				
Suiza	HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen	ABACC	Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control
Reino Unido	NRPB	National Radiological Protection Board	DOE NRC	Departamento de Energía de EE. UU. Comisión Regulatoria Nuclear de EE. UU.
Sudáfrica	CNS	Council for Nuclear Safety	EPRI	Electric Power Research Institute de EE. UU.
Canadá	AECB	Atomic Energy Control Board	IPSN	Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire de Francia
EE. UU.	NRC	Nuclear Regulatory Commission	-	Universidad Mc. Master - Canadá
Francia	CEA	Commisariat à l'Energie Atomique	-	Universidad de Pisa - Italia
España	CSN	Consejo de Seguridad Nuclear	-	Dirección General de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica de Francia
Egipto	NCNSRC	National Centre for Nuclear Safety and Radiation Control	DGSNR	
Alemania	GRS	Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit		
Italia	ANPA	Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente de Italia		
Australia	ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency		

La ARN ha concretado varios convenios y acuerdos con diversas instituciones extranjeras constituyéndose así un excelente marco de cooperación mutua; ello contribuye significativamente a la búsqueda constante del mejoramiento de su accionar regulatorio.

## Actividades con el OIEA

- Asistencia a las reuniones periódicas de los llamados “órganos rectores” del Organismo, esto es la Junta de Gobernadores y la Conferencia General.

Durante el año, funcionarios de la ARN participan activamente en las reuniones de la Junta de Gobernadores de marzo, junio y setiembre, así como en la reunión ordinaria de la Conferencia General (setiembre). En dichas reuniones los estados miembros del OIEA pasan revista a diversas cuestiones de relevancia vinculadas con las áreas de competencia de la ARN. La actividad de la ARN comprende una permanente interacción con el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto.

- Participación en grupos de expertos de alto nivel, que asesoran al Director General del OIEA sobre cuestiones de protección radiológica, seguridad nuclear y salvaguardias.

Argentina es uno de los pocos países que está representado en los cuatro comités técnicos que funcionan en el marco del proceso de preparación y examen de normas de seguridad establecido en la Secretaría del OIEA. Estos son:

- Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica (RASSC).
- Comité sobre Normas de Seguridad Nuclear (NUSSC).

- Comité sobre Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos (WASSC).
  - Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte (TRANSSC).
- ▣ Provisión de expertos para actuar en misiones de asistencia técnica a diversos países y en la elaboración de publicaciones especializadas en seguridad, así como la capacitación de becarios extranjeros.

Funcionarios de la ARN integran otros importantes comités, en particular el Grupo Asesor Permanente en Aplicación de Salvaguardias (SAGSI) y la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS).

Expertos de la ARN participan en reuniones técnicas de elaboración y revisión de recomendaciones internacionales sobre distintos aspectos del accionar regulatorio. Pueden mencionarse temas tales como la redacción de guías de seguridad, la evaluación de intercomparaciones de dosimetría personal, el análisis de documentos técnicos referidos a la operación de reactores de investigación, la definición de criterios para la exención y exclusión de prácticas sujetas a regulación.

Por otra parte, la seguridad y protección de materiales radiactivos y fuentes de radiación sigue siendo objeto de especial atención por parte de la comunidad internacional, dado que en algunos países se han registrado incidentes con fuentes de radiación a las que se conoce como “huérfanas”, por encontrarse fuera del sistema de registro y control de las correspondientes autoridades regulatorias. Al respecto, y en línea con lo requerido por la Conferencia General del OIEA, la ARN participa a través de sus expertos en la elaboración e implementación de un Plan de Acción internacional para hacer frente a este desafío.

En materia de salvaguardias, la Argentina a través de especialistas de la ARN participa en distintas reuniones de consultores organizadas por la Secretaría del OIEA. Estas reuniones tienen como objetivo brindar asesoramiento y dirección respecto del fortalecimiento de las salvaguardias y de la integración de las nuevas medidas al sistema de verificación actual. En cuanto a la protección física, participa en la reunión de grupo de expertos organizada por el OIEA para elaborar un proyecto de enmienda de la “Convención de Protección Física de Materiales Nucleares”.

---

## Convenciones de seguridad

### Convención de Seguridad Nuclear

La Argentina es Parte de la Convención sobre Seguridad Nuclear que, adoptada por una Conferencia Diplomática en Viena, Austria, en junio de 1994, entró en vigor el 24 de octubre de 1996. El 4 de febrero de 1997, el Congreso de la Nación sancionó la Ley N° 24.776 aprobando la Convención. El objetivo establecido de la Convención es obtener y mantener un alto nivel de seguridad nuclear

en el mundo entero, a través del mejoramiento de las medidas a nivel nacional y de la cooperación internacional.

Según lo establecido en el Artículo 5º de la Convención, cada Parte Contratante debe presentar a examen un Informe de Seguridad Nuclear sobre las medidas adoptadas para dar cumplimiento a las obligaciones pertinentes. Las reuniones de examen que prevé el Artículo 20 constituyen una de las herramientas más importantes de la Convención para cumplir su objetivo de promover un alto grado de seguridad nuclear en todo el mundo.

El primer Informe Nacional de la Convención sobre Seguridad Nuclear compuesto de 14 capítulos y 10 anexos, fue presentado en la reunión de examen de las Partes de la Convención sobre Seguridad Nuclear, celebrada en la ciudad de Viena -República de Austria entre los días 12 y 23 de abril de 1999.

Dicho Informe describe las acciones que la Argentina viene realizando desde el inicio de sus actividades nucleares, de manera tal que se puede verificar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la Convención, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 4º de la misma. Se elaboró siguiendo las Directrices Relativas a los Informes Nacionales prescritos por la Convención sobre Seguridad Nuclear, aprobadas en la Reunión Preparatoria de las Partes Contratantes celebrada en Viena en abril de 1997. En esa primera reunión se examinaron los informes de los Estados sobre las medidas por ellos adoptadas para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de la Convención.

La segunda reunión de examen de las Partes de la Convención tuvo lugar en la ciudad de Viena -República de Austria- entre los días 15 y 26 de abril de 2002. El segundo Informe se refiere a las acciones llevadas a cabo desde inicios de 1999 hasta marzo de 2001, y contempla las observaciones y discusiones mantenidas durante la primera reunión de examen. Como conclusión, puede destacarse que el país está cumpliendo satisfactoriamente con las obligaciones impuestas por la Convención de Seguridad Nuclear. La tercera reunión tendrá lugar en Viena en abril de 2005 y especialistas de la Autoridad Regulatoria Nuclear, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, de la Comisión Nacional de Energía Atómica y de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. se preparan activamente para cumplir con los requisitos y obligaciones asociados.

### **Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos**

La Argentina firmó el 19 de diciembre de 1997 la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, ratificándola el 31 de julio de 2000 mediante la promulgación de la Ley N° 25.279. El objeto de esta Convención es lograr y mantener un alto grado de seguridad en el manejo del combustible gastado y

de los desechos radiactivos, de manera de asegurar que en todas las etapas de la gestión de los mismos haya medidas eficaces contra los riesgos radiológicos potenciales. La Convención Conjunta entró en vigor el 18 de junio de 2001, tras el depósito del instrumento de ratificación, aprobación o aceptación del 25° país (Parte Contratante), entre los cuales, al menos 15 tienen una o más centrales nucleares de potencia en operación. La Convención Conjunta, a fines de 2004, tiene 33 Partes Contratantes.

El Artículo 30 de la Convención Conjunta requiere que las Partes Contratantes mantengan reuniones de revisión con el propósito de examinar los informes relativos a las medidas que cada Estado toma para la aplicación de la Convención. La primer reunión de examen se celebró en la ciudad de Viena -República de Austria- entre los días 3 y 14 de noviembre de 2003.

La elaboración del primer Informe Nacional de esta Convención fue coordinada por la Comisión Nacional de Energía Atómica, como Autoridad de Aplicación de la Ley N° 25.018, "Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos", con el aporte relevante de la Autoridad Regulatoria Nuclear y de Nucleoeléctrica Argentina SA, en los aspectos que corresponden a sus áreas de incumbencia. El Informe presenta las medidas que ha adoptado la Argentina desde el inicio de las actividades nucleares en lo que respecta a aspectos legales y regulatorios, políticas y prácticas de gestión de desechos radiactivos y de combustible gastado, provisiones generales y específicas de seguridad en ambas áreas, y ha planteado las áreas de mejora que requieren implementación, de manera tal que se verifica el cumplimiento de las obligaciones derivadas de la Convención, en total acuerdo a lo establecido en el Artículo 32 de la misma.

La próxima reunión de examen será en el mes de mayo de 2006 y se deberán presentar los avances que surgen de la implementación de los tópicos identificados para la mejora.

---

### **Actividades de cooperación**

---

Constituye una política de la ARN la vinculación con las autoridades regulatorias, con otros organismos relevantes de los países con actividad nuclear significativa en el mundo, y con organismos internacionales dedicados a las aplicaciones de la energía nuclear. Estos contactos, así como la interacción y cooperación que se realizan en el marco de los convenios anteriormente señalados, contribuyen para mantener a la ARN a la vanguardia de los avances científico-técnicos que se producen en materia regulatoria.

Algunas de las instituciones y organismos con las cuales la ARN mantiene actividades de cooperación son:

Organismos	
ARCAL	Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe.
CEA	Commisariat à l'Energie Atomique, Francia.
EURATOM	Comunidad Europea de la Energía Atómica.
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica, con sede en Austria.
NRC	Comisión Regulatoria Nuclear, Estados Unidos.
DOE	Departamento de Energía, Estados Unidos.
CNEN	Comisión Nacional de Energía Nuclear, Brasil.

## Asistencia técnica

### Convenio entre la ARN y la Dirección Nacional de Tecnología Nuclear de Uruguay

El mejoramiento constante de la seguridad radiológica y nuclear de la región forma parte de los principios básicos de la ARN, tal como lo indica su extensa labor de capacitación a personal de las autoridades regulatorias de los países de Latinoamérica. En este sentido cabe destacar la asistencia que se presta a la Dirección Nacional de Tecnología del Uruguay con la cual se firmó, durante 2002, un convenio de asistencia en temas de regulación de la actividades nucleares que contempla el entrenamiento y la capacitación de su personal a lo largo de un quinquenio (2003-2008).

### Misiones de Asistencia Técnica

Por otra parte, como se dijo anteriormente, especialistas de la ARN son permanentemente requeridos a través del OIEA, para integrar misiones de asistencia técnica en seguridad radiológica y nuclear en el continente.

## No proliferación nuclear

### Aspectos generales

Atento al carácter estratégico y sensitivo de la tecnología nuclear, cada Estado fija su sistema de regulación y fiscalización estatal y su política internacional de no proliferación nuclear, participando activamente en los foros internacionales en el desarrollo y formulación de políticas y regímenes de verificación. En el plano nacional se establecen legislación y acciones de control y regulación con el fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos nacionales y las obligaciones que surgen de los compromisos internacionales que un Estado haya asumido.

Forman parte del régimen de no proliferación nuclear: las salvaguardias internacionales, el control de exportaciones de materiales y tecnologías sensitivos, la protección física, las medidas que se han adoptado en materia de prevención del tráfico ilícito de materiales nucleares y otros esquemas de verificación inter-

nacional. Más recientemente, se han identificado medidas de “seguridad física”, complementarias a las de protección radiológica de los materiales radiactivos distintos de los nucleares, con el objetivo de mejorar su protección de posibles acciones malevolentes.

Las salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) son consideradas uno de los pilares del régimen de no proliferación nuclear. Además, el caso de nuestro país y Brasil, reviste suma importancia el establecimiento del “Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares” (SCCC) que aplica y administra la Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC), mecanismos establecidos por ambos países para la verificación de su compromiso de uso exclusivamente pacífico de la energía nuclear contenido en un Acuerdo firmado por ellos en Guadalajara en 1991 (Acuerdo Bilateral).

En lo que concierne a las salvaguardias del OIEA, en la década de los '90, éstas han sido objeto de crítica revisión con vistas a su fortalecimiento. Uno de los hitos de esta revisión que merece especial mención es la aprobación de un Modelo de Protocolo Adicional a los acuerdos de salvaguardias. Este instrumento otorga al OIEA amplias facultades de verificación de la actividad nuclear.

### Aspectos particulares

Como se mencionó anteriormente, el carácter estratégico y sensitivo de la tecnología nuclear amerita el establecimiento de un sistema de regulación y fiscalización estatal eficaz. Entre los fines para los que la ARN debe desarrollar las funciones de fiscalización y control que le atribuye la Ley N° 24.804, se encuentra el de “asegurar que las actividades nucleares no sean realizadas con fines no autorizados por los compromisos internacionales y las políticas de no proliferación nuclear, asumidas por la República Argentina” (Artículo 8°, inciso c). Las funciones de la ARN comprenden la contribución a la formulación e implementación de las políticas que fija el Estado Nacional y el control y la fiscalización del cumplimiento de la Ley Nacional de la Actividad Nuclear, de las normas regulatorias relativas a esta temática, de los acuerdos y otros compromisos internacionales de aquellos que llevan a cabo actividades nucleares.

En lo atinente a los compromisos internacionales asumidos por nuestro país, la Ley Nacional de la Actividad Nuclear dispone en su artículo 1° que “en la ejecución de la política nuclear se observarán estrictamente las obligaciones asumidas por la República Argentina en virtud del Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y el Caribe (Tratado de Tlatelolco); el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares; el Acuerdo entre la República Argentina, la República Federativa del Brasil, la Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias, así como también los compromisos asumidos en virtud de la pertenencia al Grupo de Países Proveedores Nucleares y el Régimen Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas (Decreto N° 603/92).”

Elementos substantivos del sistema de regulación y fiscalización de la actividad nuclear en lo relativo a la protección física y salvaguardias, son entre otros, las normas ARN designadas AR.10.13.1 “Norma Básica de Protección Física de Materiales e Instalaciones Nucleares” y la AR.10.14.1 “Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear”, así como las licencias y autorizaciones que emite la Autoridad Regulatoria, las inspecciones y evaluaciones.

La protección física tiene como objetivo prevenir, con un grado razonable de certeza, el robo, hurto, sustracción o dispersión indebida del material protegido; o bien, el sabotaje o intrusión de personas ajenas en una instalación donde, en razón de su inventario radiactivo, sea posible generar accidentes con consecuencias radiológicas severas. En materia de protección física, la ARN fiscaliza la actividad nuclear recogiendo en su normativa las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Convención de Protección Física, de la cual la Argentina es parte desde 1987.

Las salvaguardias nacionales (Sistema de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares) tienen por objetivo asegurar, con un grado razonable de certeza, que los materiales nucleares que se encuentran bajo jurisdicción de la República Argentina, no sean desviados de los usos autorizados en las respectivas licencias o autorizaciones emitidas por la ARN y que se observan los compromisos internacionales sobre el uso exclusivamente pacífico de la energía nuclear asumidos por la Argentina, parte de los cuales están recogidos en el Artículo 1º de la Ley Nº 24.804.

Con respecto a los compromisos internacionales en la materia, caben mencionar los siguientes acuerdos vinculados a las salvaguardias:

Acuerdo Bilateral	Acuerdo Cuatripartito
<p>El Acuerdo entre la República Argentina y la República Federativa del Brasil para el Uso Exclusivamente Pacífico de la Energía Nuclear, firmado en Guadalajara en 1991 (Acuerdo Bilateral). Este Acuerdo establece el “Sistema Común de Contabilidad y Control de los Materiales Nucleares” (SCCC) con la finalidad de verificar que los materiales nucleares en todas las actividades nucleares de la Argentina y Brasil no sean desviados hacia armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos. Asimismo, establece un organismo de carácter internacional denominado Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC), cuya misión consiste en aplicar el SCCC. Ambos países se comprometen a cooperar y facilitar la aplicación del citado Sistema Común y a apoyar a la ABACC para el cumplimiento de su misión. En el caso de nuestro país, es la ARN el organismo técnico competente al respecto.</p>	<p>El Acuerdo entre la República Argentina, la República Federativa del Brasil, la Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la aplicación de salvaguardias (Acuerdo Cuatripartito) que también se firmó en 1991. Por este acuerdo, el OIEA se compromete a aplicar salvaguardias en todas las actividades nucleares de Argentina y Brasil, tomando como base al Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares. Esto quiere decir que ambos organismos internacionales deben coordinar sus actividades y evitar tanto como sea posible la duplicación innecesaria de esfuerzos, sin perjuicio de que deben arribar a conclusiones independientes sobre la no desviación de cantidades significativas de materiales nucleares.</p>



---

## Actividades con organismos internacionales

---

A continuación se describen sucintamente las actividades realizadas por la ARN con organismos internacionales así como con diversas instituciones de regulación nuclear, en lo atinente a la no proliferación nuclear.

### Agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC)

La Comisión de la ABACC (órgano rector) está formada por miembros de los órganos reguladores de la actividad nuclear y representantes de los Ministerios de Relaciones Exteriores de Argentina y Brasil. Por Decreto N° 2215/94, el Poder Ejecutivo Nacional designó al Presidente de la ARN como Delegado argentino en la Comisión de la ABACC. Se realizan reuniones anuales ordinarias a fin de aprobar el plan de trabajo y presupuesto de la Secretaría y adoptar las decisiones de política requeridas para la aplicación del Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y la coordinación de las actividades de la ABACC con el OIEA y otros organismos.

El análisis de distintos aspectos relacionados con la implementación del Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares y la interacción frecuente con la Secretaría de la ABACC son actividades de importancia para asegurar su adecuada implementación. Esta actividad se traduce en la reunión periódica de las Autoridades Nacionales de Salvaguardias (en nuestro país la ARN) y la Secretaría de la ABACC.

En el marco de la cooperación con la ABACC para asegurar la eficaz aplicación del Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares, la Argentina ha puesto a disposición de la ABACC un cuerpo de inspectores y participa con sus expertos en distintos grupos, cuyos trabajos de asesoramiento o estudios científicos son coordinados por la ABACC y la ARN.

### Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

La ARN participa de distintas actividades promovidas por el OIEA en lo relativo a la no proliferación nuclear y las salvaguardias internacionales.

La ARN realiza una actividad permanente en lo concerniente a la aplicación de las salvaguardias establecidas en el Acuerdo Cuatripartito, incluida la supervisión de que éstas se apliquen de conformidad con los derechos y obligaciones del OIEA y de la ABACC allí establecidos, y la cooperación con ambos organismos en el desarrollo de métodos y técnicas de salvaguardias para su mejora en términos de eficiencia y efectividad.

El citado Acuerdo prevé la negociación y puesta en vigor de documentos técnicos para cada instalación sometida a control. Estos documentos describen con

cierto grado de detalle los procedimientos y medidas de salvaguardias atendiendo a las características y procesos de cada instalación. En el caso del Sistema Común de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares estos documentos se denominan Manuales de Aplicación y en el caso de las salvaguardias del OIEA se designan Documentos Adjuntos. La ARN realiza el análisis de estos documentos, la interacción con los operadores de las instalaciones y la negociación con la ABACC y el OIEA de tales documentos para las instalaciones argentinas sometidas a salvaguardias.

También en el marco del Acuerdo Cuatripartito se prevé la supervisión y evaluación de la implementación de las medidas de salvaguardias allí contempladas. Esta supervisión se cristaliza a través del Comité de Enlace y su Sub-Comité Técnico constituidos por representantes de las cuatro partes del Acuerdo. El primero de ellos, considerado de alto nivel, discute asimismo aspectos relacionados con las políticas de salvaguardias y del régimen de no proliferación nuclear.

Por otra parte, la ARN participa en el Grupo Asesor Permanente en Aplicación de Salvaguardias (SAGSI). Este grupo está constituido por expertos en salvaguardias de diecinueve países y tiene por objetivo asesorar al Director General del OIEA en todos los aspectos relevantes de las salvaguardias internacionales y, más recientemente, a distintas iniciativas en el área de desarme (en particular, someter a la verificación del OIEA materiales nucleares excedentes del programa de armas).

La ARN participa en reuniones internacionales de expertos convocadas por el OIEA para el establecimiento o mejora de procedimientos y criterios de salvaguardias. Las actividades de la ARN en el marco del Programa de Apoyo a las Salvaguardias del OIEA, del cual la Argentina es miembro, merecen especial mención. La ARN participa en el citado Programa, en particular en el área de integración de salvaguardias al ciclo de combustible nuclear de la Argentina, en el desarrollo conceptual del sistema integrado de salvaguardias del OIEA y en la definición de metodologías para su evaluación. La implementación del Protocolo Adicional y la integración de las salvaguardias constituyen los dos grandes desafíos a ser resueltos, pues las nuevas medidas -de naturaleza más cualitativa- contribuyen a la efectividad y eficiencia de las existentes, de tal suerte que el sistema resultante no debe reducirse a la suma sino a su óptima combinación.

### **Otros organismos e instituciones**

Los acuerdos de cooperación nuclear entre la Argentina y terceros países contemplan compromisos de uso pacífico de la energía nuclear y mecanismos de consulta bilateral sobre temas de interés común vinculados a la no proliferación. En algunos casos, también contienen arreglos o procedimientos de control bilateral de los elementos suministrados en el marco del acuerdo.

En cuanto a la cooperación técnica con organismos regulatorios nucleares de otros países en materia de salvaguardias nacionales e internacionales y protección física, en el marco de la Reunión anual del Grupo de Coordinación Permanente del Convenio de Cooperación entre el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) y la ARN, se revisa el estado de los diversos proyectos de cooperación en curso y se identifican nuevas áreas de cooperación. Las Acciones de Trabajo acordadas se refieren fundamentalmente a: muestreo ambiental con fines de salvaguardias, protección física, sistemas de transmisión remota de información relevante de modo seguro y técnicas de ensayos no destructivos de materiales nucleares.

---

### **Control de exportaciones sensitivas**

---

Entre los fines para los que la ARN debe desarrollar las funciones de fiscalización y control que le atribuye la Ley N° 24.804, se encuentra el de “asegurar que las actividades nucleares no sean realizadas con fines no autorizados por los compromisos internacionales y las políticas de no proliferación nuclear, asumidas por la República Argentina” (Artículo 8°, inc. c). Una de las facetas significativas que derivan de esta responsabilidad consiste en su participación en la Comisión Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas y Material Bélico (CONCESYMB) en los casos relativos a transferencias (exportaciones e importaciones) nucleares.

La tarea de la ARN dentro del proceso de emisión (o no) de una licencia de exportación individual tiene dos aspectos fundamentales: a) examinar las “credenciales” que en materia de no proliferación tiene el país de destino, en función de la política argentina en la materia; b) evaluar la consistencia de la eventual provisión con las características y grado de avance de las actividades nucleares en tal país.

A partir de fines de 1994, la ARN ha participado regularmente de las reuniones periódicas celebradas por la Comisión habiendo preparado y emitido dictamen, hasta diciembre de 2005, sobre más de 100 solicitudes presentadas, firmando las licencias de exportación y certificados de importación correspondientes.

---

### **Prohibición de ensayos nucleares**

---

El Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBT, sigla en inglés), adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en setiembre de 1996, fue aprobado por el Honorable Congreso de la Nación Argentina en setiembre de 1998 (Ley N° 25.022). Los Estados Parte en el mismo se comprometen a no realizar en su jurisdicción ninguna explosión de ensayo de armas nucleares o cualquier otra explosión nuclear, ni alentar o participar de cualquier modo en explosiones de esa naturaleza.

Distintos sectores de la ARN trabajan en relación con las actividades de verificación del Tratado. En efecto, a los fines de verificar el cumplimiento de la obligación básica del Tratado se establece un Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) que prevé el uso intensivo de diversas técnicas de detección; en el caso de las técnicas de radionucleidos y de infrasonido, es la ARN el organismo argentino responsable.

El establecimiento de un Sistema Internacional de Vigilancia que permita detectar la ocurrencia de explosiones nucleares superiores a 1 kilotón y, en caso de que estas ocurran, permitir su identificación, caracterización y ubicación en forma precisa es uno de los objetivos del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBT).

El Sistema emplea cuatro tecnologías de detección: sísmica, hidroacústica, de radionucleidos e infrasónica. Estas técnicas combinadas con inspecciones en el lugar y mediciones asociadas permiten cubrir todos los escenarios posibles (explosiones subterráneas, en la atmósfera, subacuáticas o en la superficie de la tierra o del agua).

## El Sistema Internacional de Vigilancia

El Sistema Internacional de Vigilancia prevé:

- ▣ **Para la red de detección de radionucleidos:** 80 estaciones para el monitoreo de aerosoles radiactivos en el aire, 40 de las cuales deberán tener también capacidad para la detección de gases nobles. En la Argentina, se ubicarán 3 estaciones para la detección de aerosoles en la Ciudad de Buenos Aires, San Carlos de Bariloche y Salta. Las dos primeras se encuentran operativas y enviando datos al Centro Internacional de Datos.
- ▣ **Para la red sísmológica:** 50 estaciones primarias y 120 auxiliares. En la Argentina, se encuentran ubicadas una estación primaria en Paso Flores (Provincia de Río Negro) y dos secundarias en Ushuaia y Coronel Fontana (Provincia de San Juan). Estas estaciones, por decisión del Ministerio de Relaciones Exteriores, están a cargo del Instituto de Prevención Sísmica (INPRES) sito en la Provincia de San Juan.
- ▣ **Para la red de infrasonido:** 60 estaciones. En Argentina, serán ubicadas dos estaciones, una en Ushuaia y otra en Villa Triful.

En el marco del establecimiento del SIV, la ARN negocia distintos contratos con la Secretaría Técnica Provisional de la Comisión Preparatoria de la Organización del Tratado (CTBTO) para realizar tareas en estaciones integrantes del Sistema. Cabe destacar que la vinculación de nuestro país con la Secretaría Técnica Provisional implica la necesidad de una estrecha coordinación de las tareas de la ARN tanto con el Instituto Nacional de Prevención Sísmica, con sede en San Juan (la sísmica es otra de las tecnologías de detección previstas), como con el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Cul-

to, y otros organismos oficiales. Cabe destacar que el 30 de setiembre de 2002, la estación monitora de radionucleidos RN01 Buenos Aires fue certificada por el CTBT; de esta forma, alcanzó un status solo compartido por otras diez estaciones similares en el mundo, siendo la primera estación de radionucleidos certificada en este continente. Durante 2004 prestó el mejor índice de disponibilidad de datos en la red internacional.

---

## Tráfico ilícito

---

Desde hace algunos años se ha registrado en ciertos países el movimiento transfronterizo no autorizado de materiales nucleares. Estos eventos son tratados por la comunidad internacional bajo la denominación de "tráfico ilícito". Si bien hasta el momento no se han producido eventos significativos, la comunidad internacional ha iniciado acciones tendientes a prevenir y detectar estos movimientos. La ARN no ha sido ajena a este proceso y continúa participando activamente en distintos foros relacionados con esta cuestión.

Asimismo, la ARN a través del denominado punto de contacto, interacciona con la base de datos establecida por el OIEA con la que periódicamente recibe información relacionada con incidentes (pérdidas, robos, sustracción) tanto de material nuclear como de fuentes radiactivas en el mundo.

En consonancia con las actividades e iniciativas del OIEA con relación al tráfico ilícito, la ARN coordina el intercambio de información con funcionarios especializados de las fuerzas de seguridad y de control de fronteras en lo concerniente a las medidas de prevención y control del tráfico ilícito de materiales nucleares. Asimismo, participa activamente en el ámbito del Grupo Especializado de Trabajo sobre "Tráfico ilícito de material nuclear y/o radiactivo" de la Comisión de Seguridad del MERCOSUR, Bolivia y Chile.

Nota: Los restantes anexos del presente informe se presentan sólo en versión digital (véase CD adjunto).