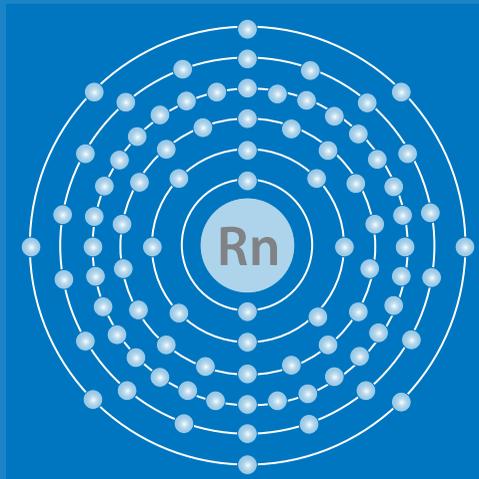


# APCNEAN

Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear



### SECRETARIADO NACIONAL

#### Secretario General

**Agustín Arbor González**

(ARN – Sede Central)

#### Secretario Adjunto

Jorge Luis Alvarez (CNEA - CAC)

#### Secretario Gremial

Carlos Alberto Granero (CNEA – Reg. Centro)

#### Secretario de Hacienda

Alberto Boccassini (NASA - Arribeños)

#### Secretario de Prensa

Damián Cardozo (CNEA – Casa Guayra)

#### Vocales Titulares

Elsa Hogert (CNEA - CAC)

Julio Alberto Salvarredi (Delegación Cuyo)

Olga Vera (NASA - Arribeños)

Rubén O. Fernández (CNEA - CAB)

#### Vocales Suplentes

Fabián Cánepa (ARN Sede Central)

María Fernanda Ruíz Gale (CNEA - CAC)

Hebe Durán (CNEA - CAC)

### SECRETARIADO SECCIONAL CÓRDOBA

#### Secretario General

Carlos Alberto Granero (CNEA – Reg. Centro)

#### Vocales Titulares

Juan Carlos Quer (Secretario Gremial)

(CNEA – Reg. Centro)

Juan Oscar Alvarez (Secretario de Hacienda)

(CNEA – Reg. Centro)

#### Vocales Suplentes

Alberto Gentili (DIOXITEK – Reg. Centro)

Alberto Fuente (CNEA – Trelew)

### SECRETARIADO SECCIONAL PATAGONIA

#### Secretario General

Rubén O. Fernández (CNEA - CAB)

#### Vocales Titulares

Alberto Caneiro (Sec. Gremial) (CNEA - CAB)

Horacio Salva (Sec. de Hacienda) (CNEA - CAB)

Patricia Mateos (CNEA - CAB)

#### Vocales Suplentes

Javier Luzuriaga (CNEA – CAB)

Alejandro Fainstein (CNEA – CAB)

### SECRETARIADO SECCIONAL BUENOS AIRES

#### Secretario General

Elsa Hogert (CNEA - CAC)

#### Vocales Titulares

Rubén Fernández (Secretario Gremial) (CNEA CAC)

Carmelo Rocco (Secretario de Hacienda) (CNEA – CAE)

Marta Granovsky (Secretaria de Prensa) (CNEA – CAC)

Nancy Capadona (ARN – Sede Central)

#### Vocales Suplentes

Daniel Bianchi (CNEA – CAE)

Ana G. Leyva (CNEA – CAC)

Luis Giuliadori (CNEA – CAE)

### SECRETARIADO SECCIONAL NASA

#### Secretario General

Olga Vera (NASA – Arribeños)

#### Vocales Titulares

Manuel Alvarez Suarez (Secretario Gremial)

(NASA – Arribeños)

Gerardo Gerardini (Secretario de Hacienda)

(NASA - Arribeños)

Mario Tredi (NASA - CNE)

Natalio Markovic (NASA - Arribeños)

Damián Fornero (NASA - CNE)

#### Vocales Suplentes

Guillermo Sala (NASA - Arribeños)

Jorge Bastistic (NASA - CNE)

Diego Malanij (NASA - Arribeños)

### SECRETARIADO SECCIONAL CUYO-NOROESTE

#### Secretario General

Julio Alberto Salvarredi (Regional Cuyo)

#### Vocales Titulares

Hugo Roberto Manduca (Secretario Gremial)

(Regional Cuyo)

Zarko Sturm (Secretario de Hacienda)

(Regional Cuyo)

Juan Guillermo Díaz (CMFSR)

#### Vocales Suplentes

Norma Beatriz Acosta (FUESMEN)

Enrique Ramón Noya (FUESMEN)

*El uranio argentino es un recurso limitado y por su valor estratégico no puede quedar ceñido a los avatares del mercado*

## Proyecto de reforma al título XI del Código de Minería

*Por el conocimiento geológico del territorio argentino, se considera que el nuestro es “un país con uranio, no un país uranífero”. Por ello, al ser el uranio un recurso de enorme valor estratégico y del que disponemos en cantidades limitadas, debemos cuidarlo y administrarlo correctamente. Sin embargo, este interés, que debería ser un principio fundamental si deseamos resguardar nuestra independencia energética en el área nuclear, no se encuentra protegido por la legislación minera vigente. En respuesta a esa situación, nuestra Asociación ha elaborado un Proyecto de reforma al título XI del Código de Minería, que esperamos pueda ser tratado por nuestros legisladores, en el próximo periodo de sesiones ordinarias.*

### FUNDAMENTOS

La energía es un bien social y su libre disponibilidad un derecho humano. El mundo actual se caracteriza por una creciente demanda de recursos energéticos, reservas limitadas de petróleo y gas y un escaso desarrollo de energías complementarias. Las evidencias de un cambio climático provocado por la emisión de gases de efecto invernadero producto del quemado de combustibles fósiles y el cumplimiento de los acuerdos internacionales firmados en Kyoto, obligan a cambiar la estrategia energética. En este contexto la generación de energía nucleoelectrónica asoma como la solución posible en las próximas décadas.

Argentina no escapa a esta realidad, inmersa ya en una crisis energética y viéndose necesitada en el corto y mediano plazo a incrementar y diversificar sus recursos.

Nuestro país tiene la opción de acrecentar la participación nucleoelectrónica en su matriz energética en porcentajes altamente importantes, porque es propietario de un sólido conocimiento científico y técnico adquirido a lo largo de más de 50 años de inversiones y experiencia a través de la CNEA

que avalan esta pretensión para el bien de todos sus habitantes.

Sin embargo, estos proyectos plantean un importante requerimiento de abastecimiento de materia prima nuclear, como combustible, para el funcionamiento de las centrales nucleares. En función del conocimiento geológico del territorio, se considera que el nuestro “es un país con uranio, no un país uranífero”. Esto significa que a nuestros recursos debemos cuidarlos y administrarlos correctamente previendo para nuestro futuro y para el de las generaciones que nos sucederán.

Si bien en el campo científico y técnico, como dijimos, estamos en condiciones de avanzar, el actual aspecto legal en lo que respecta al Código de Minería en su Título XI, no resguarda esta visión después de su modificación en el año 1994 la que anuló el Decreto ley N° 22.477/56 y sus modificatorios (que fuera ratificado por Ley 14.467/58) (Régimen legal de los Minerales Nucleares) que fue la base para el desarrollo nuclear argentino. Decimos que el actual Código de Minería no resguarda esta visión debido a que:

» No garantiza la preservación de un recurso energético natural

- y no renovable como son los minerales de interés nuclear.
- » Permite avanzar sobre el patrimonio del Estado Nacional.
  - » Induce a que el país compre sus propios recursos, a un precio de mercado, que siempre estará ligado al precio internacional y que no sabemos actualmente qué incidencia podrá alcanzar en el mercado en el futuro inmediato, en función del agotamiento de la principal fuente energética actual: El petróleo.
  - » A esto se agrega, la complejidad que generan vaivenes que van desde conflictos armados hasta conflictos políticos regionales, de los que nuestro país tradicionalmente no participa.
  - » Permite, como ya ha sucedido, que empresas se hayan radicado en el país, solicitando permisos de exploración y cateo, perdiendo el país la administración estratégica de los recursos.
  - » No le permite al país incidir con éxito, en la voluntad del ritmo de las inversiones y concreción de proyectos, ya que la misma depende no solo de las necesidades internas, sino de criterios económicos y no económicos internacionales, poniendo en riesgo toda asistencia de materia prima nuclear a los planes nacionales.
  - » Permite un sinnúmero de producciones mineras simultáneas las que obligan al país a decidir entre la compra de todo lo producido con una importante erogación de dinero para satisfacer el pago de la producción del recurso mineral, o permitir la comercialización de exportación, con la correspondiente pérdida del recurso.
  - » Obliga a realizar acopios innecesarios y desmedidos con el propósito de evitar la exportación, obviando lo que aconsejan las normas mineras básicas sobre reservas, que sugieren extraer sólo en el momento en que sea necesario, contribuyendo además así, a no producir impactos ambientales innecesarios.
  - » Permite el riesgo de que políticos irresponsables e irracionales, de turno, induzcan a la pérdida del recurso por manejos inadecuados o simplemente por permitir la exportación.
- Se propone:** que el Estado Nacional administre y dosifique toda manipulación de los minerales de uranio, teniendo en cuenta que son recursos naturales energéticos no renovables y que a futuro inmediato se posicionan como estratégicos, en función de los intereses de la sociedad.
- Si bien el actual gobierno ha expresado la voluntad de darle un carácter estratégico, resulta imperioso darle una precisión y acotarlo a dicho término, ya que el actual articulado del Código de Minería en su Título XI no respalda el criterio expuesto, y sólo acciones de interpretaciones individuales podrían, temporalmente, evitar esto, con el consiguiente riesgo irreparable de la pérdida de un recurso, que en la legislación de muchos países es estratégico. Por lo tanto, cualquier modificación al Código de Minería debería contener un articulado que:
1. Contemple dentro de una Política Energética de Estado y a partir de la experiencia nacional e internacional, que las fuentes energéticas deben ser controladas por el Estado dada su importancia estratégica en lo relativo al desarrollo económico independiente del país.
  2. Contemple como potestad única e indelegable del Estado Nacional, todo manejo y toda decisión de uso de los minerales de interés nuclear.
  3. Contemple concentrar el desarrollo de las actividades de prospección, exploración, explotación, procesamiento y comercialización, en el marco de resguardar a los minerales de interés nuclear como bienes privados de la Nación y sin enajenación alguna de sus áreas de interés minero, otorgando esta atribución a su Ente Controlador específico que es la CNEA.

4. Garantice la no pérdida de un recurso natural no renovable y estratégico respetando el derecho a la energía de las presentes y futuras generaciones.

5. Contemple una eventual exportación de los minerales de interés nuclear y sus derivados, a partir de una decisión del PEN, y a través de la CNEA, sólo cuando se satisfagan los horizontes de reservas para atender la provisión durante toda la vida útil de las centrales nucleares argentinas en operación, en construcción, proyectadas y planificadas, y que se prevean planificar, en función de futuros requerimientos energéticos y respetando el derecho de las futuras generaciones.

6. Contemple la participación de particulares en dichas actividades, con absolutos mecanismos de regulación y control a través de la CNEA.

7. Contemple debidamente a través de las regalías y otros convenios los intereses de las provincias de cuyo subsuelo se extraen minerales nucleares con absolutos mecanismos de regulación y control a través de la CNEA.

#### **POR LO TANTO Y CONSIDERANDO:**

Que el desarrollo de nuestro país está actualmente limitado a causa de su gran déficit de energía;

Que el desarrollo industrial requiere energía abundante, confiable y a precios estables, hechos estos que harán posibles las inversiones genuinas que contribuirán a más y mejores empleos, sustentando las aspiraciones de superación del conjunto de la sociedad;

Que las reservas mundiales de los denominados combustibles hidrocarburíferos se encuentran en situación cierta de no poder satisfacer las demandas inmediatas de energía en los próximos años;

Que las energías renovables y complementarias, no están desarrolladas como para cumplir con los requerimientos que exigen los sistemas energéticos actuales de alta exigencia;

Que por consiguiente, el porvenir inmediato depende de la posibilidad de explotar, además de las usuales, otras fuentes de energía, como lo es la energía nuclear, que puede extraerse de elementos químicos denominados genéricamente “combustibles nucleares”;

Que el costo de la energía producida mediante combustibles nucleares disminuye sucesivamente con los perfeccionamientos técnicos y la incorporación de nuevas centrales núcleo-eléctricas, logrando competir con otras fuentes disponibles;

Que la energía nuclear no contamina la atmósfera con gases de efecto invernadero;

Que las centrales nucleares en sus diversos tipos y potencias pueden instalarse donde se considere conveniente y contribuir con su producción regular a la estabilidad de los sistemas energéticos;

Que es por tanto conveniente intensificar el conocimiento y la tecnología sobre la información de los recursos uraníferos potenciales, con el objeto de sustentar la estrategia de su aprovechamiento racional;

Que los peligros que presenta la manipulación de los minerales nucleares y la necesidad de su conservación, custodia y cuidado, obligan a crear respecto de los minerales nucleares, un régimen legal distinto del que para las demás sustancias estatuye el Código de Minería y un régimen de comercialización diferente al que se aplica a los combustibles químicos;

**Por ello, el Congreso de la Nación Argentina, resuelve con fuerza de Ley:**

#### **Art. 1**

Los yacimientos u otros depósitos, desmontes, relaves y escoriales que contengan minerales nucleares, son bienes privados de la Nación, o de las Provincias según el lugar donde se encuentren. Solo pueden ser enajenados o transferi-

dos al Estado Nacional, el que a su vez no podrá enajenarlos.

Las actividades de exploración, explotación, procesamiento y comercialización de minerales nucleares, son actividades estratégicas y de utilidad pública en un orden superior al de cualquier otra exploración o explotación mineral. Se registrarán por las disposiciones de la presente ley, y todo aquello que no se encuentre en la misma, se registrarán por las disposiciones del Código de Minería en lo referente a las minas de primera o segunda categoría según corresponda.

#### **Art. 2**

Decláranse minerales nucleares el uranio y el torio y se atribuye potestad indelegable del estado, todo manejo y decisión de su uso a través del organismo designado en el art 3.

#### **Art. 3**

La CNEA, y la ARN según corresponda, son los organismos designados por el Estado Nacional para interpretar, representar y ejecutar, todo lo concerniente a las disposiciones de esta ley.

#### **Art. 4**

El PEN a través del organismo designado, tendrá como objetivo principal satisfacer las necesidades de combustible en función de mantener un horizonte de reservas para atender la provisión durante toda la vida útil de las centrales nucleares argentinas en operación, en construcción, proyectadas y

planificadas, y que se prevean planificar, en función de futuros requerimientos energéticos.

#### **Art. 5**

La acción de la CNEA constituirá el elemento fundamental en el logro de los objetivos fijados anteriormente y ejerciendo para ello jurisdicción en todo el territorio nacional.

### **Relación con las Provincias**

#### **Art. 6**

La Comisión Nacional de Energía Atómica, será el único organismo del Estado nacional y provincial autorizado a realizar prospección, exploración, explotación, procesamiento y comercialización de minerales nucleares. En casos de minas ya denunciadas, registradas ó concedidas, se registrarán por lo estipulado en los art. 11 – 12 y 13 de este mismo título.

#### **Art. 7**

La Autoridad Minera Provincial está obligada a brindar a la CNEA, en forma inmediata, la información de todo posible descubrimiento de yacimientos de minerales nucleares.

#### **Art. 8**

La relación con las Provincias se regirá a través de las regalías que por legislación se establezca.

La CNEA además, podrá celebrar con las Provincias convenios, de colaboración y coordinación respecto de las actividades de

prospección, exploración, explotación y procesamiento de minerales nucleares que se realicen en cada territorio provincial.

### **Relación de comercialización**

#### **Art. 9**

La exportación de minerales nucleares es exclusividad de CNEA, previa autorización del Poder Ejecutivo Nacional y solo podrá realizarse una vez cumplimentado lo establecido en el Art. 4.

El beneficio de toda exportación, ingresará al patrimonio de CNEA

#### **Art. 10**

La Comisión Nacional de Energía Atómica queda facultada a importar minerales o materiales nucleares cuando las condiciones lo requieran.

En caso de importaciones por parte de terceros, deberán ser autorizados y fiscalizados por la CNEA.

### **Relaciones con los privados de exploración y producción**

#### **Art. 11**

Los titulares de minas que contengan minerales nucleares deberán celebrar contratos con la CNEA, para fijar las condiciones de explotación, de comercialización del mineral y restitución ambiental.

Los titulares de minas, con carácter de declaración jurada, y

verificación correspondiente por medio de la Autoridad competente, están obligados a suministrar información relativa a reservas de manera tal de fijar, por parte de la Comisión Nacional de Energía Atómica los módulos de producción que satisfagan las necesidades internas del País.

El precio y las condiciones de venta del producto serán fijados de común acuerdo entre las partes, teniendo en cuenta los costos de producción, la restitución ambiental y el precio de mercado.

#### **Art. 12**

Quienes exploten minas que contengan minerales nucleares quedan obligados a efectuar a su cargo, la restauración del espacio natural afectado por los residuos mineros y a neutralizar, conservar o preservar los relaves o colas líquidas o sólidas y otros productos de procesamiento que posean elementos radioactivos o ácidos, cumpliendo las normas aplicables según la legislación vigente a través del organismo designado por ley y con la autoridad minera correspondiente.

Los productos referidos anteriormente no podrán ser reutilizados ni concedidos para otros fines sin la previa autorización del organismo referido y de la autoridad minera. CNEA acordará y exigirá desde el inicio de cualquier actividad de exploración y/o explotación, un tratamiento, adecuado y simultáneo a la producción, de todo pasivo ambiental, desde el inicio hasta la finalización de la actividad.

El incumplimiento de lo dispuesto en los párrafos precedentes, será sancionado según los casos, con la clausura temporal o definitiva del establecimiento, la caducidad de la concesión o autorización obtenida y/o la imposición de multas progresivas que podrán alcanzar hasta un máximo de CINCO MIL (5.000) veces el valor del canon anual correspondiente a una pertenencia ordinaria de sustancias de la primera categoría, además de la responsabilidad integral por los daños y perjuicios que por su incumplimiento se hubieren originado y/o por los costos que fuera necesario afrontar para prevenir o reparar tales daños, conforme a la reglamentación que dicte el PODER EJECUTIVO NACIONAL, sin perjuicio de las sanciones que pudieren establecer las normas de protección del medio ambiente aplicables y las disposiciones penales.

#### **Art. 13**

Facúltase a la CNEA a celebrar, a través de licitaciones públicas, contratos con particulares destinados a efectuar tareas de prospección, exploración, explotación y procesamiento de minerales nucleares en áreas que la CNEA determine para esos fines.

Las empresas contratistas no adquirirán derecho minero alguno sobre los yacimientos que se descubran en el área del contrato, ni en consecuencia el dominio de los minerales extraídos.

#### **Art. 14**

Cuando una concesión de explotación incluya la existencia de minerales nucleares la CNEA determinará el procedimiento a seguir, que podrá ser:

- a. La continuación de la explotación de la mina por el concesionario, con la obligación de comercializar los minerales nucleares según lo establecido en el Art. 11.
- a. La extracción y/o beneficio por la CNEA de las porciones y/o gangas que contengan minerales nucleares, en las condiciones más convenientes para no perturbar innecesariamente la explotación en curso.

#### **Art. 15**

La Comisión Nacional de Energía Atómica queda facultada a decidir el estado de toda manifestación de minerales de interés nuclear en las siguientes categorías: en explotación, paralizado, en reserva, histórico en estudio o liberados.

#### **Art.: 16**

Derógase el Título undécimo de la Ley 24.498 en sus Art. 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211 y 212.

**Secretariado Nacional  
APCNEAN**

## Felicitaciones al Doctor Carlos Balseiro

*"Nuestro país tiene que hacer un esfuerzo por poner más recursos propios en el desarrollo de la ciencia si realmente quiere convertirse en una sociedad tecnológica más avanzada".*

*Dr. Carlos. A. Balseiro*

La Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear de todo el país felicita a su afiliado, Doctor Carlos Balseiro, por su reciente designación como Miembro Honorario de la Academia Nacional de Ciencias.

El Dr. Balseiro se graduó en 1973 como Licenciado en Física y en 1978 obtuvo su doctorado. Luego, viajó a Estados Unidos, donde trabajó junto con el Prof. Leo Falicov, en la Universidad de Berkeley, como investigador de las propiedades electrónicas de los sistemas de baja dimen-

sión, el magnetismo y la superconductividad.

La intensa y productiva actividad científica desplegada convirtieron a Balseiro en un referente internacional en el área de Materia Condensada. Esta reconocida cualidad, junto a su extraordinaria capacidad como expositor y profesor, ha sido puesta al servicio de la divulgación del conocimiento.

El estudio de fenómenos donde la física cuántica se pone de manifiesto a través de la coherencia macroscópica, es una de las contribuciones más importantes y de mayor impacto conseguida por

Balseiro y colaboradores. Su trabajo en la interpretación fenomenológica de la superconductividad de alta temperatura, los fenómenos de coherencia macroscópica en anillos metálicos y su evidente liderazgo en la investigación reciente en la nanociencia, muestran su versatilidad y profundidad en el estudio de problemas de alto interés e impacto.

Actualmente el Dr. Carlos Balseiro es Profesor Titular en la Universidad Nacional de Cuyo y reviste en la categoría de Investigador Principal en la Carrera del Investigador del CONICET.

## La APCNEAN y la Sociedad Española de Protección Radiológica acuerdan traducir conjuntamente las nuevas Recomendaciones de ICRP

La APCNEAN ha establecido un acuerdo de colaboración con la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) para trabajar conjuntamente en la traducción al castellano de las Nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

La APCNEAN tendrá a su cargo la traducción del texto principal del Informe, mientras que la SEPR hará lo propio con los

Anexos. A fin de asegurar la coherencia a lo largo de toda la traducción, la Sociedad española realizará la revisión del texto principal y consensuará con los interlocutores argentinos los aspectos terminológicos y de interpretación que pudieran divergir.

La SEPR será la responsable de editar e imprimir la publicación, a la que se le incluirá un "Prólogo a la edición española", en el que se dejará constancia de la colaboración prestada por la APCNEAN y

agrupados como "Comité Editorial" figurarán con nombre y apellido los profesionales argentinos que hayan trabajado en la preparación, revisión y/o corrección de la traducción del texto principal de la Recomendaciones.

Si bien la SEPR prevé poner a la venta la publicación, quedó acordado que en compensación por la tarea de traducción la APCNEAN recibirá sin cargo, de la SEPR, 100 ejemplares.

## Construir desde los cimientos:

# Educación y Entrenamiento en Protección Radiológica desde la Argentina para Latinoamérica y el Caribe

Autores: **A. Arbor González\***; **R. Bozzo\***; **A. Larcher\***; **C. Menossi\***; **P. Sajaroff\***; **C. Terrado\***

\* *Autoridad Regulatoria Nuclear Argentina*

*aarbor@sede.arn.gov.ar – rbozzo@sede.arn.gov.ar – alarcher@sede.arn.gov.ar*

*cmenossi@sede.arn.gov.ar – psajaroff@sede.arn.gov.ar – cterrado@sede.arn.gov.ar*

## Resumen

Disfrutar de los beneficios que brinda el desarrollo nuclear y el uso seguro de las radiaciones ionizantes en sus diversas aplicaciones, implica invertir recursos, experiencia y dedicación en la capacitación de los individuos implicados en la tarea.

La Argentina tiene extensos antecedentes en educación y entrenamiento en protección radiológica. Desde el comienzo de la actividad nuclear en el país, se dio preponderancia a los aspectos relacionados con la capacitación del personal involucrado en el empleo de radiaciones. Esta labor educativa se ha venido desarrollando por más de 50 años.

Sobre esta sólida base la Argentina comenzó, en el año 2006 a llevar adelante las acciones necesarias para constituirse en Centro Regional de Educación y Entrenamiento para Latinoamérica y el Caribe, aprovechando además la importante experiencia obtenida en más de 25 años de impartir cursos de post-gradado en protección radiológica y seguridad nuclear con carácter interregional y regional.

Con esa finalidad, y con miras a la mejora continua, se llevó a cabo un proceso de auto evaluación (*self - appraisal*) de la infraestructura en materia de educación y entrenamiento en protección radiológica, siguiendo los lineamientos establecidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en el documento “*Education and Training Appraisal in Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources*” (EduTa).

Este proceso incluyó la invitación a una misión internacional que visitó el país para observar la organización y capacidades de formación y entrenamiento en protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación y culminó con el anuncio, en ocasión de la visita al país del Secretario General del OIEA, Mohamed El Baradei, de la inminente firma de un acuerdo de largo plazo con el organismo internacional, a fin de asegurar la continuidad de las políticas en materia de capacitación.

Haber finalizado con éxito este significativo esfuerzo, permitirá aprovechar eficientemente los recursos para difundir en forma sistemática y eficiente los conocimientos y experiencia en protección ra-

diológica, en el más alto nivel y en lengua española, a toda la región de Latinoamérica y el Caribe.

## Antecedentes

La actividad nuclear se inició en el país en el año 1950 y su organismo rector ha sido la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), creada por Decreto 10 936/50 del Poder Ejecutivo Nacional el 31 de mayo de 1950.

La estructura legal de la CNEA fue definida por el Decreto-Ley N° 22 498/56 de 1956 que establecía en su artículo 2° la competencia del nuevo organismo en “*la fiscalización de las aplicaciones científicas e industriales de las transmutaciones y reacciones nucleares en cuanto fuere necesario por razones de utilidad pública o para prevenir los perjuicios que pudieran causar*”.

Dicha competencia quedó plasmada en el “Reglamento para el Uso de los Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes” aprobado por el Directorio de la CNEA y puesto en vigencia el 24 de enero de 1958 por el Decreto 842/58 del Poder Ejecutivo Nacional.

En su artículo 19, dicho decreto establecía que toda persona in-

teresada en el uso de radioisótopos debía:

- » *Haber adquirido, en un centro especializado del país o del extranjero, los conocimientos y experiencia debidamente documentados que lo capaciten para el uso de los radioisótopos que desee aplicar, con una dedicación no menor de un año, o en su defecto:*
- › *Haber asistido en el país o en el extranjero a un curso teórico-práctico sobre uso de radioisótopos que sea suficiente para capacitarlo en el empleo específico de los radioisótopos de que se trata, y haber aprobado los exámenes correspondientes. Dicho curso deberá contener los conocimientos directamente vinculados con física de las radiaciones, radiactividad, radioquímica, instrumental de mediciones, física radiológica sanitaria y protección. Su duración no será inferior a 50 horas-clase teóricas y prácticas;*
- › *Haber realizado práctica profesional en un centro autorizado para el uso de los radioisótopos que el solicitante desee aplicar, de acuerdo a normas que para cada utilización fijará la Comisión Nacional de Energía Atómica.*

Es decir que 5 meses antes de que el United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR, en inglés) aprobara su primer informe (13 de junio de 1958), casi un año antes de la *Publicación 1 de la International Commission on Radio-*

*logical Protection* (ICRP, en inglés) (fines de 1958) y cuando el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) recién comenzaba a organizarse (el OIEA celebró su primera Asamblea preparatoria en 1957), la Argentina contaba ya con un Reglamento emanado de una autoridad competente que contemplaba de manera taxativa las necesidades de capacitación en protección radiológica.

Había sin embargo un elemento significativo faltante en el esquema de control de las exposiciones médicas en el país, puesto que las restricciones implícitas en las atribuciones de la CNEA habían dejado fuera de su esfera de acción a los equipos destinados a generar específicamente rayos x. Esto llevó a un grupo de funcionarios de la propia CNEA a promover una ley especialmente dirigida al control del uso de dichas fuentes de radiación dentro de la jurisdicción del Ministerio de Salud del Gobierno Nacional y de los Ministerios o Secretarías de Salud de las provincias.

### **Marco legal y regulatorio para el uso de las radiaciones ionizantes en Argentina**

Esta iniciativa dio lugar a la promulgación de la Ley N° 17 557/67, conocida como *Ley de Rayos x*, a partir de la cual y en fecha temprana (10 años antes de la Publicación 26 de la ICRP), quedaba establecido en la Argentina el **esquema regulatorio complementario** en el ámbi-

to de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes que se mantiene vigente hasta hoy.

En la década del 90 se produce otro hecho importante encaminado a robustecer el esquema de control sobre los usos de las radiaciones ionizantes en el país:

En 1994 el decreto presidencial 1540/94 desmembra la CNEA y separa de ella el organismo de control que en una primera etapa toma el nombre de Ente Nacional Regulador Nuclear y finalmente en 1997, con la sanción de la Ley 24 804/97 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear y su Decreto Reglamentario (1390/98 del 13/11/1998), pasa a llamarse Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). Aunque la ARN como tal es un organismo joven, su grado de desarrollo institucional (sustentado en los casi 50 años de experiencia de la CNEA y de su rama reguladora desde 1958 hasta 1994) la sitúa próxima a lo que es una fase III (nivel máximo de desarrollo), según los estándares del OIEA.

En la actualidad en la República Argentina, la ARN tiene como misión proteger a las personas de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes derivadas de actividades nucleares (inter alia establecida, tal como se mencionó, por la Ley Nacional de la Actividad Nuclear N° 24 804/97), en tanto que el Ministerio de Salud de la Nación (MS) tiene entre sus funciones la protección radiosanitaria de la población a través del control de los equipos generadores de

rayos x (mediante la ya citada Ley de Rayos x N° 17 557/67)

Ambas instituciones se complementan en el desempeño de funciones regulatorias en el campo del uso de radiaciones ionizantes. La ARN las ejerce a nivel nacional y en el caso del MSA su competencia tiene carácter federal.

En el ámbito del MS, los requisitos para la autorización de personas para el uso de equipos destinados a generar específicamente rayos x están plasmados en la Ley de Rayos x, en su Decreto Reglamentario 6320/68 y en el decreto modificatorio del anterior que lleva el número 1648/70. Dichos instrumentos legales datan de la década del 60.

## Educación y entrenamiento en protección radiológica

### *Construcción de competencias para el uso seguro de las radiaciones ionizantes*

En la Argentina existe en los hechos un programa nacional de capacitación y entrenamiento en protección radiológica y seguridad. El mismo se estructura a través de un conjunto de cursos y carreras que brinda la formación teórica correspondiente, y una vasta red de centros e instituciones en los que se lleva a cabo el entrenamiento en el trabajo. Todo este sistema está liderado por la ARN y el MS.

Si bien ambas instituciones, como autoridades de regulación y control, abordan individualmente los temas específicos que son de su competencia, entre los cuales se

encuentran la capacitación y entrenamiento de recursos humanos, existen mecanismos de coordinación y trabajo conjunto en aquellos temas que así lo requieran.

El MS se ocupa de establecer los estándares para la formación de recursos humanos en el uso de rayos x en todas sus aplicaciones. La ARN cubre los aspectos de formación teórica y entrenamiento en las prácticas vinculadas al uso de radiaciones ionizantes de origen nuclear.

Los requisitos mínimos de formación teórica y entrenamiento en el trabajo que se deben cumplir para llevar a cabo de manera segura distintas prácticas en las que se utilizan radiaciones ionizantes se detallan en las leyes, decretos y normas correspondientes.

Los cursos específicos de protección radiológica exigidos por la legislación a los usuarios de equipos de rayos x, son dictados en su totalidad por personal del Ministerio de Salud nacional y por las autoridades radiosanitarias de las provincias, por mandato de la Ley de Rayos x.

En el ámbito de la ARN, el proceso de autorización de las personas para el uso de radiaciones ionizantes en distintas actividades tiene mayor complejidad y se vincula directamente al sistema de categorización de instalaciones en función de los riesgos asociados, definido en la Norma Básica de Seguridad Radiológica (AR 10.1.1) dictada por la ARN.

Para una mejor comprensión, se resume el esquema de capacita-

ción y entrenamiento exigido por la ARN.

## El compromiso de educar de la ARN

### *Categorización de instalaciones*

La Autoridad Regulatoria Nuclear ha dividido las instalaciones bajo su control, en tres clases, que en orden decreciente de riesgo son:

- » **Instalación Clase I:** *Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.*
- » **Instalación Clase II:** *Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.*
- » **Instalación Clase III:** *Instalación o práctica que sólo requiere registro.*

Las INSTALACIONES CLASE I, llamadas también *Instalaciones Relevantes*, comprenden las siguientes subclases:

1. Reactores Nucleares de Potencia
2. Reactores Nucleares de Producción e Investigación.
3. Conjuntos Críticos.
4. Instalaciones nucleares con potencial de criticidad.
5. Aceleradores de Partículas con  $E > 1$  MeV (excepto los aceleradores de uso médico).
6. Plantas de irradiación fijas o móviles.
7. Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
8. Gestionadora de Residuos Radiactivos.
9. Instalaciones Minero Fabriles que incluyen el sitio de disposi-

ción final de los residuos radiactivos generados en su operación.

Las INSTALACIONES CLASE II comprenden las siguientes subclases:

1. Aceleradores de Partículas con  $E \leq 1\text{MeV}$  y aceleradores lineales de uso médico.
2. Instalaciones de Telecobaltoterapia.
3. Instalaciones de Braquiterapia.
4. Instalaciones de Medicina Nuclear.
5. Irradiadores Auto blindados.
6. Gammagrafía Industrial.
7. Instalaciones Minero Fabriles que no incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.
8. Instalaciones nucleares sin potencial de criticidad.
9. Medidores Industriales.
10. Investigación y Desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas.
11. Importación, Exportación y Depósito de material radiactivo.
12. Fraccionamiento y Venta de material radiactivo.

Las INSTALACIONES CLASE III comprenden las siguientes subclases:

1. Diagnóstico in Vitro para seres humanos.
2. Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.
3. Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otro tipo de aplicaciones.

## Cómo se estructura la capacitación

En la capacitación de recursos humanos, la ARN distingue como mínimo tres niveles de formación además de períodos de actualización y/o reentrenamiento:

- » **Formación básica:** Corresponde a la formación académica requerida como requisito mínimo para el puesto.
- » **Formación Específica:** Es la obtenida mediante la aprobación de los cursos o carreras de especialización requeridas para la práctica correspondiente.
- » **Entrenamiento en el trabajo:** consiste en la realización de un período mínimo de entrenamiento en la actividad (*on the job training*), bajo la supervisión de un entrenador experto (preceptor).

## Capacitación de personal de instalaciones clase I (normas AR 0.11.1 y AR 0.11.3 de la ARN)

- a. Para obtener una **Licencia Individual**, el postulante debe poseer una **Formación Básica**, realizar una **Capacitación Complementaria**, y acreditar una **Formación Especializada**.

La **Formación Básica** comprende los estudios universitarios o técnicos acordes con el nivel requerido para desempeñar una función genérica<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Tipo de función que se realiza en una instalación clase I para la que se requiere licencia individual.

La **Capacitación Complementaria** contempla una capacitación teórico-práctica complementaria de la formación básica, de carácter introductorio a la formación especializada. Estos dos niveles de capacitación deben estar certificados por organismos educativos competentes reconocidos por la ARN. La **Formación Especializada** tiene en cuenta los estudios especializados acordes con el nivel requerido para una función genérica. Esta formación especializada debe ajustarse a los programas correspondientes, oportunamente presentados por la Entidad Responsable (o Titular de Licencia) a la ARN y debe acreditarse mediante la aprobación de un examen ante ésta.

- b. Para obtener una **Autorización Específica**, el postulante debe poseer **Licencia Individual** apropiada para la función genérica en el tipo de instalación clase I de que se trate, haber acreditado y realizado respectivamente la **Capacitación Específica** y el **Entrenamiento en el Trabajo** adecuados para desempeñar la función especificada y poseer certificado de **Aptitud Psicofísica** correspondiente a la función especificada.

La **Capacitación Específica** tiene en cuenta los conocimientos y experiencia necesarios para el desempeño adecuado de una función especificada en una instalación clase I determinada. Esta capacitación debe ajustarse a los programas correspondientes oportunamente presentados

por la Entidad Responsable (o el Titular de Licencia) a la ARN y debe acreditarse mediante la aprobación de un examen ante ésta.

El **Entrenamiento en el Trabajo** consiste en el desempeño transitorio en la función especificada para la cual se solicita autorización específica, bajo la supervisión y responsabilidad de personal autorizado. Este desempeño transitorio podrá llevarse a cabo en la misma instalación clase I donde luego se ejercerá permanentemente la función especificada, o en otra instalación similar. Asimismo, una vez finalizado dicho entrenamiento, debe ser certificado por el personal calificado bajo cuya supervisión se haya efectuado y debe ser refrendado por la Entidad Responsable (Titular de Licencia) de la instalación donde se realizó dicho entrenamiento.

La **Aptitud Psicofísica** es la compatibilidad entre el conjunto de cualidades y condiciones psicofísicas del postulante evaluada por un médico laboral reconocido por la ARN, y el profesiograma psicofísico<sup>2</sup> de una función especificada.

La **Licencia Individual** tiene carácter **permanente** mientras que la **Autorización Específica** tiene un **plazo de vencimiento** generalmente acotado por la vigencia de la aptitud psicofísica, pudiendo ser renovada si se cumplen los requerimientos aplicables.

.....  
<sup>2</sup> *Conjunto de cualidades y condiciones psicofísicas mínimas necesarias para desempeñar, en forma adecuada, una función especificada.*

c. Para **renovar una Autorización Específica**, el postulante debe haber **desempeñado efectivamente la función** durante el período de validez de la Autorización Específica, haber cumplido y aprobado el **Reentrenamiento Anual** correspondiente y poseer certificado de **Aptitud Psicofísica** correspondiente a la función especificada.

El **Reentrenamiento Anual** consiste en la realización periódica de cursos y prácticas por parte del personal que desempeña funciones especificadas en una instalación clase I determinada, con el objeto de mantener actualizados sus conocimientos y aptitudes para el eficaz desempeño de sus funciones, principalmente ante situaciones no rutinarias incluyendo accidentes postulados.

### **Capacitación de personal de instalaciones clase II y III**

**Formación correspondiente a médicos y especialistas físicos (normas AR 8.11.1, AR 8.11.1 y AR 8.11.3 de la ARN)**

En este caso la formación básica y especializada recae principalmente en instituciones académicas y en centros médicos especializados en los cuales los profesionales realizan su práctica clínica. La certificación de dicha formación reside mayormente en sociedades profesionales.

La ARN exige además, como formación teórica para la ob-

tención de permisos, la aprobación de cursos específicos (ver Tablas I y II) que garanticen como mínimo ciertos contenidos y carga horaria referidos a temas de protección radiológica y seguridad. También exige la realización de entrenamientos clínicos específicos bajo la tutela de un preceptor o entrenador, cuyos programas deben ser autorizados por la ARN.

### **Formación de técnicos en el área médica**

**(normas AR 8.2.4 y AR 8.11.3 de la ARN)**

La formación básica la desarrollan y cumplen instituciones académicas, mientras que la ARN interviene en la elaboración del temario de contenidos mínimos de protección radiológica y seguridad de los cursos de formación especializada.

Se contemplan también períodos de entrenamiento en el trabajo supervisados por preceptores o entrenadores siguiendo programas de entrenamiento, e incluso reentrenamiento, aceptados por la ARN.

### **Formación de operadores en el área industrial y en prácticas menores (de bajo riesgo radiológico)**

**(normas AR 7.11.1 y AR 7.11.2, y Guía GR 5 de la ARN)**

Para el caso de la gammagrafía industrial, el esquema es similar al planteado en 2.1.2.2, es decir incluye formación espe-

cífica y entrenamiento supervisado. Los temarios de formación específica constan en la citada norma AR 7.11.1. En prácticas sindicadas como menores o de bajo riesgo radiológico, tal como el uso de medidores industriales o correspondientes a instalaciones clase III, no se requiere un período de práctica bajo supervisión sino que la formación específica se adquiere mediante cursos teórico-prácticos con contenidos mínimos definidos por la ARN.

### Cómo se llevan a la práctica los criterios sobre capacitación

La ARN, además de participar activamente en el dictado de cursos específicos, permite y alienta la posibilidad de que los cursos o carreras exigidas para la formación mínima de futuros permisionarios sean dictadas por sociedades profesionales o científicas o instituciones académicas según los casos.

Ha sido política permanente de la ARN tomar el liderazgo en

la organización, dictado y evaluación de aquellos cursos destinados a capacitar y entrenar formadores para lograr un efecto multiplicador del esfuerzo de capacitación.

Las Tablas I y II muestran los cursos que la ARN y el MSA dictan y aquellos que han sido reconocidos por la ARN, respectivamente, para la formación de recursos humanos para la utilización de radiaciones ionizantes en distintas prácticas.

**Tabla I: Cursos que dictan la Autoridad Regulatoria Nuclear y el Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación**

CURSO	DIRIGIDO A	CANTIDAD DE PARTICIPANTES AÑO 2005
Postgrado en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación	Oficiales de radioprotección de instalaciones radiactivas y nucleares (Operadores); Reguladores	22
Postgrado en Seguridad Nuclear	Oficiales de radioprotección de instalaciones radiactivas y nucleares (Operadores); Reguladores	12
Protección Radiológica - Nivel Técnico	Oficiales de radioprotección de instalaciones radiactivas y nucleares (Operadores)	27
Regional de Capacitación sobre Protección Física de Instalaciones y Materiales Nucleares	Operadores de instalaciones nucleares	24
Regional de Capacitación sobre Transporte Seguro de Material Radiactivo	Organismos Nacionales de Regulación y Operadores	30 (2000)
Regional de Capacitación en Procedimientos para Respuesta Médica Durante Emergencias Radiológicas	Médicos y oficiales de radioprotección de la región	25 (2003)
Efectos Biológicos de la Radiación y Respuesta Médica Durante Emergencias	Personal de la Central Nuclear Atucha I	30
Regional sobre Prevención del Tráfico Ilícito de Materiales Nucleares y Radiactivos	Fuerzas de Seguridad; Funcionarios de Inteligencia; Agentes de Aduana; Administración Federal de Ingresos Públicos; Control Fiscal y Aduanero; Comercio Exterior (Carrera de Grado)	1500 (2001 a 2004)
Radiofísica Sanitaria (Protección radiológica en prácticas con rayos x)	Médicos (cirujanos; hematólogos; odontólogos); Ingenieros; Técnicos; Personal de Aduana y Fuerzas de Seguridad	550
Radiofísica (Protección radiológica en prácticas con rayos x)	Médicos (radiólogos; odontólogos); Veterinarios; Ingenieros; Físicos; Técnicos operadores y de mantenimiento; y Fuerzas de Seguridad	525
Radiofísica (Protección radiológica en prácticas con rayos x)	Personal de Aduana y Fuerzas de Seguridad	170

**Tabla II: Cursos y carreras reconocidos por la ARN para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes en distintas prácticas**

PARA ACREDITAR	CURSOS/CARRERAS	INSTITUCIÓN QUE LOS DICTA	PARTICIPANTES AÑO 2005
Capacitación teórica y práctica clínica activa para usos médicos en Medicina Nuclear	"Carrera de Médico Especialista en Medicina Nuclear"	Universidad de Buenos Aires - Facultad de Medicina y CNEA	3
Capacitación teórica para usos médicos en Medicina Nuclear	"Metodología y Aplicación de Radionucleidos"	Instituto de Estudios Nucleares (IDEN) - CNEA	26
Capacitación teórica para Técnicos en Medicina Nuclear	"Técnicos en Medicina Nuclear"	IDEN - CNEA	13
Capacitación teórica para Técnicos en Medicina Nuclear	"Formación de Técnicos en Medicina Nuclear"	Hospital Juan A. Fernández - Unidad de Medicina Nuclear	12
Capacitación teórico-práctica para Técnicos en Medicina Nuclear	"Tecnatura Universitaria en Diagnóstico por Imágenes"	Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)	13
Capacitación teórica para usos médicos en Radioterapia	"Dosimetría en Radioterapia"	IDEN - CNEA	22
Capacitación teórica para Especialistas en Física de la Radioterapia	"Física de la Radioterapia"	IDEN - CNEA	6
Capacitación teórica para Especialistas en Física de la Radioterapia	"Licenciatura en Física Médica"	UNSAM	2
Capacitación teórica para Especialistas en Física de la Radioterapia	"Ingeniería en Física Médica"	Universidad Favaloro	14
Capacitación teórica para Especialistas en Física de la Radioterapia	"Maestría en Física Médica"	Instituto Balseiro - Fundación Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza (FUESMEN)	7
Capacitación teórica para Investigación y Docencia	"Radioquímica y Química Nuclear"	INGEIS - CONICET	3
Capacitación teórico-práctica para medidores industriales	"Seguridad Radiológica de Fuentes Selladas de Radiaciones Ionizantes de Uso Industrial"	Universidad Nacional del Sur - Laboratorio de Radioisótopos	2
Capacitación teórico-práctica para Medidores Industriales	"Uso de Medidores Industriales"	Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)	74
Capacitación teórica para permisos de Gammagrafía Industrial	"Permisos para Gammagrafía Industrial"	Centro Argentino de Ensayos no Destructivos de Materiales (CAEND)	47
Capacitación teórica para la renovación de permisos de Gammagrafía Industrial	"Actualización para renovación de permisos"	CAEND	63
Capacitación teórica para la renovación de permisos de Gammagrafía Industrial	"Actualización para Operadores de Equipos de Gammagrafía Industrial"	Universidad Tecnológica Nacional (Regional Mendoza) - Instituto Tecnológico Regional de Ensayos	8 (2002)
Capacitación teórica para la renovación de permisos de Gammagrafía Industrial	"Actualización para Operadores de Equipos de Gammagrafía Industrial"	SAR	-
Capacitación teórico-práctica para Radioinmunoanálisis	"Metodología de Radioisótopos"	Universidad de Buenos Aires - Facultad de Farmacia y Bioquímica	16
Capacitación teórico-práctica para Radioinmunoanálisis	"Radioinmunoanálisis y otras Técnicas Inmunoanalíticas"	Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME) - CONICET	13 (2004)
Capacitación teórico-práctica para perfilaje de pozos petrolíferos	"Seguridad Radiológica Orientada a la Aplicación de Radioisótopos en la Industria del Petróleo"	NOLDOR S.R.L.	-
Capacitación teórico-práctica para radiotrazadores en aplicaciones petroleras y perfilaje de pozos petrolíferos	"Uso de Radiotrazadores en Aplicaciones Petroleras" o "para Perfilaje de Pozos Petrolíferos"	SAR	8
Capacitación teórico-práctica para la solicitud de licencias. (reconocimiento en trámite)	"Bases de Protección Radiológica"	CNEA, Centro Atómico Bariloche	15
Capacitación teórico-práctica para usos múltiples de fuentes de baja actividad	"Importación, Exportación y Venta de Material Radiactivo", "Cromatografía Gaseosa" u otros propósitos para el uso de fuentes selladas de baja actividad para la calibración de equipos	SAR	112

Así como el programa nacional reseñado contempla estándares mínimos de capacitación y entrenamiento para cada práctica, incluye también los mecanismos para la verificación de su cumplimiento.

En el caso del MS el cumplimiento de los estándares de capacitación queda garantizado por el hecho de ser el propio Ministerio el encargado de dictar los cursos específicos y llevar a cabo las correspondientes evaluaciones, y por las políticas de calidad propias de la Institución.

La ARN dispone de mecanismos de acreditación (reconocimiento) y auditoría (verificación) de cursos o carreras y centros de entrenamiento a fin de certificar que los mismos cumplen con las exigencias de la normativa vigente y el estado del arte del conocimiento en la materia.

Para completar el panorama general del programa nacional de capacitación y entrenamiento en protección radiológica y seguridad, se presentan ejemplos de algunos cursos y carreras, listados en la Tabla III, en los cuales la protección radiológica y seguridad están incluidas en la currícula sin ser necesariamente una exigencia de la ARN.

### **Auto evaluación de la infraestructura para educación y entrenamiento en protección radiológica y seguridad en la Argentina**

#### *Lineamientos del Documento EduTA del OIEA*

Argentina llevó a cabo un proceso de auto evaluación (*self appraisal*), siguiendo los line-

mientos establecidos por el OIEA en el documento “*Education and Training Appraisal in Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources*” (EduTa). Este proceso incluyó la invitación a una misión internacional a visitar el país para observar la organización y capacidades de entrenamiento en protección radiológica y seguridad de las fuentes de irradiación.

El documento EduTA proporciona los lineamientos para evaluar la infraestructura para educación y entrenamiento a nivel nacional. Cubre todas las instituciones, organizaciones, instalaciones, facilidades, equipos, personal y documentación que estén total o parcialmente relacionados con la educación y entrenamiento en protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación.

**Tabla III: Carreras y cursos que contienen protección radiológica y seguridad en la currícula**

CARRERAS / CURSOS	INSTITUCIÓN QUE LOS DICTA
Ingeniería Nuclear	Instituto Balseiro Universidad Nacional de Cuyo
Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear	CNEA Universidad Nacional de Cuyo (Instituto Balseiro) Universidad de Buenos Aires (Facultad de Ingeniería)
Maestría en Reactores Nucleares	CNEA - IDEN - Unidad de Actividad Reactores y Centrales Nucleares (UARN) Universidad Tecnológica Nacional
Maestría en Radioquímica	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires
Medicina	Facultad de Medicina de la Universidad de Mendoza
Licenciatura en Producción de Bioimágenes	Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Marina Mercante
Especialista en Ingeniería Clínica	Universidad Favaloro Universidad Tecnológica Nacional - San Nicolás
Curso de Especialización en Técnicas Nucleares	CNEA Centro Atómico Bariloche

El mencionado documento tiene por finalidad proporcionar la metodología para:

- » Llevar adelante una evaluación detallada del estado de la educación y entrenamiento que se brinda en protección radiológica y seguridad de las fuentes de irradiación, incluyendo la identificación de las necesidades futuras.
- » Identificar las áreas en educación y entrenamiento en las cuales debería incrementarse la actividad para:
  - i. cubrir las necesidades nacionales de educación y entrenamiento;
  - i. cumplir con estándares internacionales de seguridad;
  - i. alcanzar las mejores prácticas.
- » Hacer recomendaciones referidas a acciones a ejecutar para cumplir con los requerimientos de educación y entrenamiento establecidos en la Guía de Seguridad “*Building competence in radiation Protection and the safe use of radiation sources*” y el Informe de Seguridad “*Training in radiation Protection and the safe use of radiation sources*” y priorizar su implementación.

Adicionalmente, para los países donde es aplicable, este documento proporciona una metodología para la evaluación de los Cursos de Postgrado en Protección Radiológica y Seguridad de

las Fuentes de Radiación (PGEC) y del curso para Oficiales de Radioprotección (RPO).

La evaluación indicada en el documento es aplicable, entre otros, a los Estados Miembros del OIEA que poseen el potencial de impartir cursos regionales de entrenamiento y/o cursos de postgrado auspiciados por el OIEA.

El EduTA está diseñado para ser aplicado en dos formas:

- » Evaluación por un equipo experto de la OIEA, o
- » Auto-evaluación a cargo del Estado Miembro.

El proceso de evaluación indicado en el EduTA consta de dos etapas principales:

- » El pre-appraisal
- » El appraisal

Argentina cumplió con las dos etapas. En primer lugar llevó adelante un proceso de auto-evaluación, encarado por el propio país, cuyos resultados fueron luego puestos a consideración de una misión de expertos internacionales coordinada por el OIEA.

### **Resultados del proceso de auto-evaluación**

La **primera etapa**, denominada *pre-appraisal* (pre-evaluación), tuvo lugar durante los últimos meses del año 2005 y fue llevada a cabo por un equipo de profesionales de la ARN y del MS.

El trabajo demandó la realización de un relevamiento de las actividades directa o indirectamente relacionadas con la capacitación en protección radiológica en todo el país.

En noviembre de 2005 se expusieron los resultados y conclusiones de esta evaluación preliminar ante una misión del OIEA y en febrero de 2006 se finalizó con éxito esa etapa.

Los resultados finales del pre-appraisal se encuentran en el documento editado por la ARN “*Education and Training in Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources. Pre-Appraisal Information*” Nuclear Regulatory Authority, March 2006.

La **segunda etapa**, denominada *appraisal* (evaluación), se llevó a cabo desde la finalización de la anterior hasta mediados de 2006. La misma fue desarrollada por los mismos equipos de profesionales que trabajaron anteriormente. Sobre la base de los resultados obtenidos para la pre-evaluación se profundizaron algunos temas específicos y se agregaron otros.

Los temas principales abordados fueron:

- » Evaluación de la infraestructura regulatoria para educación y entrenamiento
- » Evaluación de la estrategia nacional para establecer competencias en educación y entrenamiento

- » La evaluación de las necesidades nacionales en educación y entrenamiento
- » Evaluación de la infraestructura de educación y entrenamiento
- » Evaluación de los cursos de postgrado organizados con el auspicio del OIEA
- » Evaluación del curso de entrenamiento para oficiales de radio protección.

En mayo de 2006 se finalizó con el *appraisal*.

Los resultados y conclusiones obtenidas fueron presentados ante una misión de expertos de distintos países coordinada por el OIEA, que visitó Argentina en la semana del 26 al 30 de junio de 2006, y como resultado del proceso de evaluación, constató que Argentina cumple satisfactoriamente con la casi totalidad de los requisitos fijados en el documento EduTA por el OIEA.

Tan sólo se recomendó al país el cumplimiento de los siguientes aspectos considerados faltantes para alcanzar el más alto grado de satisfacción del estándar fijado por el OIEA:

- » Formalización, mediante la firma de algún memorando de entendimiento, de la colaboración entre la ARN y el MS, en materia de capacitación.
- » Búsqueda de una mayor consistencia entre el temario del Curso de Postgrado en Protección Radiológica y Seguridad de Fuentes que dicta la ARN y el

Syllabus propuesto por el OIEA para ese tipo de cursos

- » Desarrollo de mecanismos formales para la evaluación de la efectividad de la estrategia de capacitación y empleo de sistemas de gestión de la calidad para las actividades de educación y entrenamiento.

Todos los puntos arriba mencionados fueron cumplimentados a lo largo del año 2007

El 2 de agosto de 2006 se firmó un convenio amplio de colaboración entre el MS y la ARN, suscrito al más alto nivel por el entonces Ministro de Salud de la Nación, Dr. Ginés González García y el Presidente de la ARN Dr. Raúl Oscar Racana, donde se dio un lugar destacado a los temas de capacitación.

Y el 20 de marzo de 2007, los Cursos de Postgrado en Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación y el de Seguridad Nuclear dictados por la ARN, certificaron ISO 9001: 2000.

### **Compromiso de largo plazo Argentina – OIEA**

A partir de la aprobación de los resultados del proceso de evaluación (*appraisal*) el país buscó ser oficialmente reconocido por el OIEA como Centro Regional de Entrenamiento en Protección Radiológica para América Latina y el Caribe, y alcanzar un acuerdo de largo plazo con dicho

organismo que permitiera dar continuidad y sustentabilidad al programa trazado.

La firma de estos acuerdos forma parte del plan estratégico fijado por el Organismo para el período 2001-2010 según las resoluciones de la Conferencia General GC(44)/RES/13 de 2000, GC(45)/RES/10C de 2001 y GC(49)/RES/43, que incluyen el establecimiento de compromisos de este tipo entre el OIEA y los Centros Regionales de Entrenamiento. Su objetivo es contar con previsiones de mediano y largo plazo que den continuidad a las políticas en materia de educación y entrenamiento en las distintas regiones.

En ocasión de la visita al país, entre los días 27 y 28 de noviembre, del Secretario General del Organismo Internacional de Energía Atómica, Mohamed El Baradei, tuvo lugar el anuncio formal de la firma del acuerdo de largo plazo.

Con este anuncio se puso un destacado punto final a la labor llevada a cabo por la Argentina para la construcción de conocimientos en materia de usos seguros de las radiaciones ionizantes. El desafío por delante es mantener y mejorar el status alcanzado. ♦

## Tecnología nuclear desde el sector privado

*El carcinoma de próstata es una de las principales causas de muerte en el hombre entre los 55 y 75 años de edad. Hace 15 años, los carcinomas de próstata se diagnosticaban cuando ya estaban en un estado avanzado o presentaban metástasis en otros órganos. Actualmente, la tomografía axial computada (TAC), la ecografía transrectal (ETR) y la determinación in vitro del Antígeno Prostático Específico (APE) han aumentado la posibilidad de detectar precozmente el cáncer de próstata, con lo cual se ha comprobado que aplicando el tratamiento más adecuado se incrementa la posibilidad de una curación completa de esta enfermedad.*

### Semillas de I-125 para tratamientos de braquiterapia

Autores:

**G. B. Baró, J. C. Kiefer, H. R. Gutierrez, R. Ughetti y J. O. Nicolini**  
Laboratorios Bacon S.A.I.C., Buenos Aires, Argentina

Para el tratamiento de los estadios tempranos del cáncer de próstata existen, entre otras, tres opciones principales:

- » La cirugía radical de la próstata
- » La radioterapia externa
- » El implante de semillas radiactivas

La **cirugía radical** consiste en la extirpación de la próstata y de las vesículas seminales. Esta técnica ha mejorado notablemente en los últimos 20 años. Es una operación de cirugía mayor y requiere la internación del paciente, pudiendo tener complicaciones tales como la impotencia y la no retención de orina.

La **radioterapia de fuente externa** utiliza fotones de alta energía producidos por aceleradores lineales de electrones. El tratamiento consiste en la irradiación del paciente durante varias sesiones hasta alcanzar dosis de 70 Gray. Se usa también lo que se conoce como la *Radioterapia Tridimensional Conformada*, ya que la planificación del tratamiento se realiza por programas de computación que crean imágenes anatómicas

y curvas de isodosis tridimensionales que se adaptan a la forma de la próstata y que permiten la irradiación selectiva en el lugar del tumor. Presenta también algunas complicaciones parecidas a la cirugía radical y la radiación afecta en cierto grado a los tejidos y órganos vecinos a la próstata.

El **implante de fuentes radiactivas** cerca o dentro del tumor es una técnica llamada **braquiterapia**. Estas fuentes radiactivas se conocen como *semillas*, debido a su tamaño y aspecto. Las más utilizadas son las semillas de I-125 y de Pd-103. En el caso del cáncer de próstata, las semillas son introducidas a través del periné bajo guía ecográfica o de tomografía axial computada.

Esta técnica es un procedimiento no cruento. La preparación previa y la colocación de las semillas se realiza teniendo en cuenta las tres dimensiones del espacio y conformado por las curvas de isodosis y debe en lo posible seguir las formas de la próstata.

Si bien los tres tratamientos muestran resultados parecidos en lo que se refiere a supervivencia, la braquiterapia muestra menor

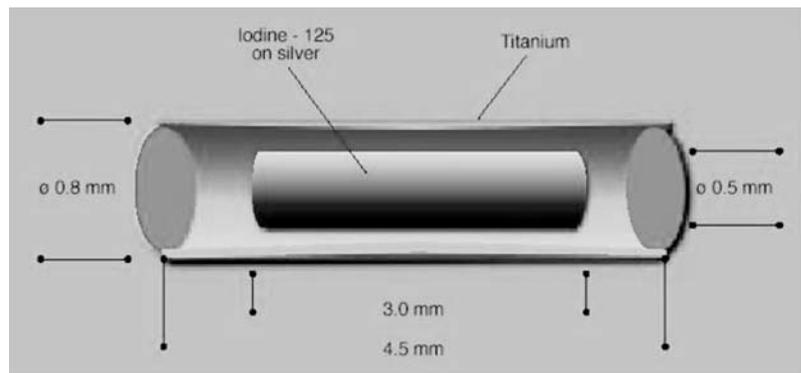
aparición de complicaciones, no es necesaria la hospitalización prolongada, el procedimiento del implante se realiza en alrededor de una hora y el paciente puede retirarse a su casa dentro de las 24 horas de aplicado el implante. En los Estados Unidos, la braquiterapia con semillas radiactivas ha desplazado a la prostatectomía radical y esta tendencia irá aumentando en casi todos los países con el tiempo.

En la Argentina, hasta el año 2002, las semillas de I-125 eran importadas, pero debido a la crisis del año 2001, sus precios resultaron muy altos para la mayoría de la gente. Esto indujo al Laboratorio Bacon a desarrollar una tecnología para producir estas semillas localmente a precios más accesibles.

## Materiales y métodos

De las muchas clases de semillas que existen en el mercado se eligió desarrollar una semilla similar a la semilla 6711 de Amersham, por ser ésta una de las más utilizadas en nuestro país y para permitir al cuerpo médico usar las técnicas e instrumental ya disponibles. Esta semilla ha sido registrada con la marca BRAQUIBAC®.

Las semillas de I-125 son fabricadas y controladas según normas ISO 2919, norma 9978 y las normas GMP, que rigen el ejercicio de la producción farmacéutica. Esta semilla se encuadra dentro de la categorización de Fuente Radiactiva y se califica como una fuente



para Braquiterapia. La fuente es una cápsula de titanio de grado médico, de acuerdo a la norma ASTM 67/95, que contiene en su interior un pequeño alambre de plata que sirve como soporte del I-125 y como indicador de los rayos x.

Las semillas de I-125 se fabrican y se controlan siguiendo las siguientes normas:

- » ISO 2919, que califica la fuente radiactiva
- » ISO 9978 para el control de fugas
- » Buenas Prácticas de Manufactura, normalmente utilizadas en las preparaciones Farmacéuticas. GMP
- » Normas Internas de Laboratorios Bacon

Todo el material es controlado de acuerdo a regulaciones internacionales. Toda la producción se realiza en celdas calientes aisladas con flujos independientes de presión y ventilación. El aire de las celdas es pasado a través de un sistema de filtros, en concordancia

con normas de la Autoridad Regulatoria Nuclear de la República Argentina.

Una vez finalizada la producción, las semillas se someten a varios procedimientos de control:

**1. Aspecto Microscópico.** Este análisis se realiza en una celda caliente mediante una lupa. Se examinan las soldaduras en ambos extremos de la semilla, las que no deben presentar rugosidad alguna, ni puntos negros y/o deformaciones. Su brillo debe ser uniforme sin deformaciones ni manchas en su superficie.

**1. Control Dimensional.** Las dimensiones de cada semilla se determinan mediante un calibre pasa-nopasa, verificándose el diámetro externo y la longitud. La tolerancia aceptada es menor del 5 por ciento.

**1. Control de fugas.** Este ensayo se realiza de acuerdo con las normas ISO 9978. La semilla se sumerge en agua en ebullición durante 10 minutos, se deja enfriar y luego la semilla se enjuaga

ga en un lote fresco agua. Esta operación se repite dos veces. La semilla se retira y la actividad del agua remanente se determina en un espectrómetro gamma calibrado. El límite superior de este ensayo es de 185 Bq.

**1. Determinación de la actividad individual:** La actividad de cada semilla se determina usando una cámara de ionización calibrada en Standard Imaging Inc., Middletown, Wisconsin, Estados Unidos de Norte América. La desviación estándar de la actividad de las semillas de I-125 de cada lote no debe superar el 5 por ciento.

Las curvas de isodosis de las semillas de I-125 de Braquibac y de Amersham 6711 fueron estudiadas por M. Saraví y R. Pirchio, del Centro Regional de Referencia de Dosimetría de la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina. También realizaron

un estudio físico exhaustivo de 20 semillas de I-125 de Braquibac. Asimismo, calcularon con una versión 4b de un programa de computación de Monte Carlo para simulación teórica de las curvas de isodosis de las semillas Braquibac y Amersham.

Las curvas de isodosis en aire fueron obtenidas con un detector plano en forma experimental.

## Resultados

Desde fines de 2002, no se han importado semillas de I-125 en la Argentina. Las semillas Braquibac fueron ampliamente aceptadas por los médicos especializados en urología y radioterapia. El procedimiento también se usó para el tratamiento del cáncer de ojo y de cerebro. Desde el año 2002 hasta julio del 2007 se produjeron aproximadamente 54 400 semillas.

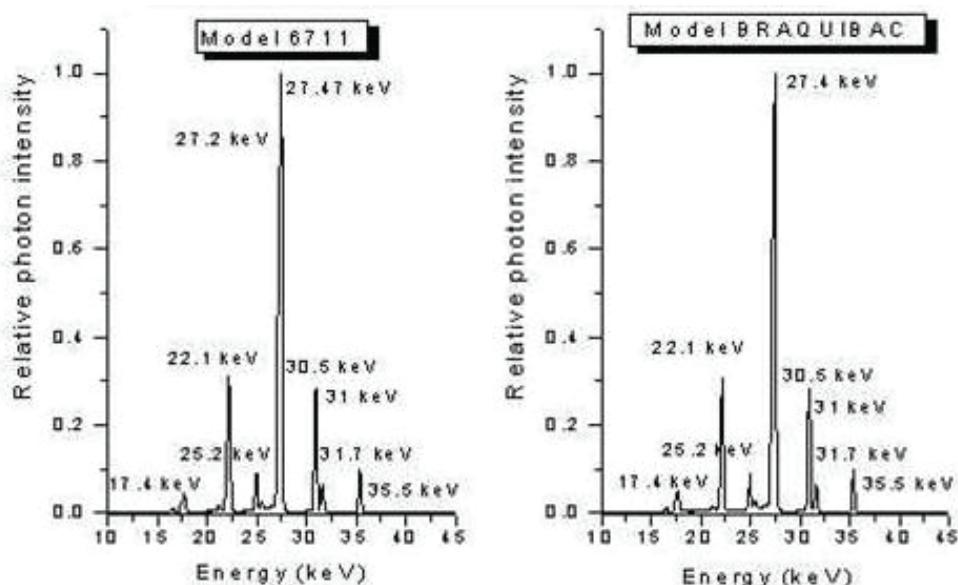
M. Saraví y R. Pirchio demostraron (comunicación personal),

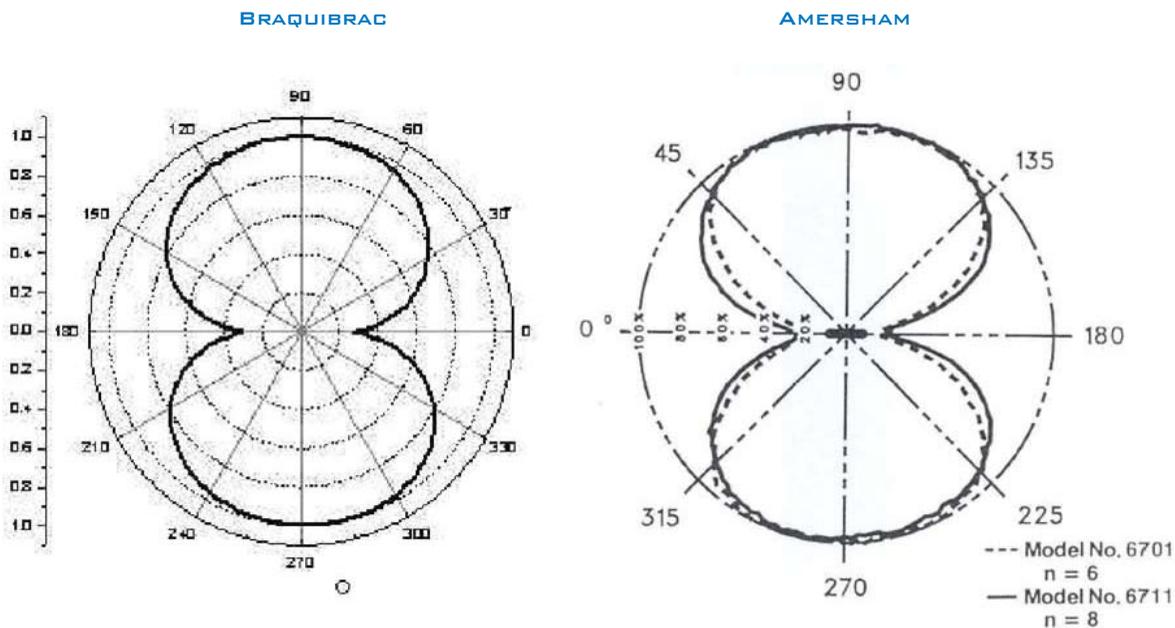
un contenido de I-126 menor que el 0,005 por ciento, que es el límite aceptado por la *Food and Drug Administration* (FDA) y la Unión Europea. El espectro de fotones de las semillas de I-125 de Braquibac y de Amersham 6711 es idéntico, tal como puede observarse en la siguiente figura, lo que demuestra que su geometría es prácticamente la misma.

Las curvas de isodosis de las semillas de I-125 de Braquibac y de Amersham 6711 en agua fueron idénticas. La determinación experimental de las curvas de isodosis en aire para las semillas de I-125 de Braquibac, así como las de Amersham 6711 y 6701, que se muestran en la siguiente figura, confirman que los resultados son prácticamente idénticos.

Este producto ha sido certificado por la **Autoridad Sanitaria** y la **Autoridad Regulatoria Nuclear**, ambas de Argentina, así como por la *Internacional Standardization Organization* (ISO).

Con posteridad a nuestra presentación en el Quinto Congreso Internacional sobre Isótopos, realizada en Bélgica, en el 2005, los datos correspondientes a los años 2005, 2006, hasta finales





de Julio del 2007, han sido los siguientes:

- » Desviación estándar media de las actividades de las semillas de cada lote tiene un valor medio de  $\pm DS (2,9 \pm 1,2)$  por ciento.
- » El control de fugas de cada lote tiene un valor medio de  $\pm DS$  de  $(0,54 \pm 0,48)$  Bq, que tiene un límite superior de 185 Bq, lo que evidencia que la diferencia con este límite superior es altamente significativa.

Nuestros controles de calidad demuestran que las semillas de I-125 Braquibac pueden ser utilizadas en la Braquiterapia de tumores con los mismos resultados que los obtenidos con las semillas de I-125 tipo Amersham 6711, ya que la energía e intensidad de los fotones en el entorno de las semillas de ambas marcas son los mismos.

Las semillas de I-125 tienen calidades físicas, radiométricas y biomédicas óptimas y similares a las importadas. Por lo tanto, pueden ser utilizadas con confianza, seguridad y con la convicción de la obtención de resultados óptimos, a un costo sustancialmente inferior al de las semillas importadas. ♦

### Bibliografía Consultada

A. Gerbault, R. Potter, J. J. Mazeron, H. Meertens y E. Van Limbergen: *The Gec Estro Handbook of Braquiterapia*.

R. Nath, L. L. Anderson, G. Luxton, K. A. Weaver, J. F. Williamson y A. S. Meigooni: *Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group* N° 43. *Med. Phys.*: 22 (2),209-234,1995.

B. H. Heintz, R. E. Wallace y J. M. Hevezi: *Comparison of I-125 sources used for permanent implants*. *Med. Phys.* 28,671682 (2001).

R. Pirchio, E. Galeano, M. Saraví, D. Banchik, y C. Muñoz: *On the physical, spectral, and dosimetric characteristics of a new <sup>125</sup>I brachytherapy source*. *Medical Physics*, Vol. 34, N° 7, Julio 2007

G. B. Baró, J. C. Kiefer, H. R. Gutierrez, R. Ughetti y Nicolini: *Argentine Production of <sup>125</sup>I Seeds for Tumor Brachytherapy*. *Proceedings of the 5 th International Conference on Isotopes*. Bruselas, Bélgica, abril 25-29, 2005.

P. D. Grimm, J. C. Blasko, J. E. Sylvester, R. M. Meier, W. Cavanagh: *10-Year biochemical (prostate-specific antigen) control of prostate cancer with (<sup>125</sup>I) brachytherapy*. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 51(1): 31-40.

Ricardo Latour, M. D.: *A Technic for Computed Tomographic-Guided Brachytherapy in Prostatic Cancer*. Instituto de Oncología A. H. Roffo e Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento, Computed Tomography. *Journal of Brachytherapy Internacional* 1997.

## Recuerdo de Sergio

**Sergio Aldebert** se trasladó a Mendoza en la primavera de 1974. Bonaerense de origen, traía una fuerte vocación minera desarrollada en la Puna Jujeña desde el estreno de su título de geólogo pocos años antes, y como principal capital su entusiasmo para aplicar la experiencia adquirida en el lugar de trabajo que le había asignado la Comisión Nacional de Energía Atómica.

En Sierra Pintada se convirtió en un conocedor concienzudo del yacimiento y en irremplazable guía de las excavaciones, de donde salieron, durante 20 años, las 1600 toneladas de uranio que fueron la principal fuente de alimentación de nuestras centrales nucleares. Esta tarea la realizó con capacidad, responsabilidad y honestidad, como era reconocido por colegas y personal del Complejo, al margen de cierta testarudez que no opacaba sus virtudes.

Cuando comenzaron los planteos sobre la interrupción de la actividad en el Complejo Minero Fabril San Rafael, fue sin dudas uno de los más fuertes y decididos defensores del mismo, luchando sin vacilaciones desde su lugar en la Asociación de Profesionales de la CNEA.

En 1997, al constituirse como gremio la Asociación de Profesionales y conformarse la APCNEAN, resultó electo Secretario General

de la Seccional Cuyo – Noroeste, siendo de esa manera, cronológicamente, el primero de la misma. Su gestión se caracterizó por un alto grado de compromiso en la defensa integral de CNEA, que estaba siendo jaqueada por una política conducente al desguace y la fragmentación, y particularmente del Ciclo de Combustible Nuclear. Cuando en el Parlamento se trataba la nefasta Ley Nuclear –que aún nos rige– Sergio recorría incansablemente las oficinas de los legisladores de ambas Cámaras, en Buenos Aires, tratando de que se introdujeran cambios que permitieran preservar el Ciclo de Combustible Nuclear nacional y evitar las políticas que llevaban al cierre de las explotaciones de uranio en Sierra Pintada.

Posteriormente, cuando no se pudo evitar la caída momentánea de este bastión de la producción de uranio en el país, continuó trabajando silenciosamente por la reapertura. Por lo antedicho, fue una definición natural que en el momento de la decisión de retomar esta actividad que nunca debió haberse detenido, fuera asignado a reconstruir el proyecto de producción desde la Jefatura del Complejo, como justo reconocimiento a sus esfuerzos en este sentido.

Desde ese lugar volvió a demostrar su convicción de que

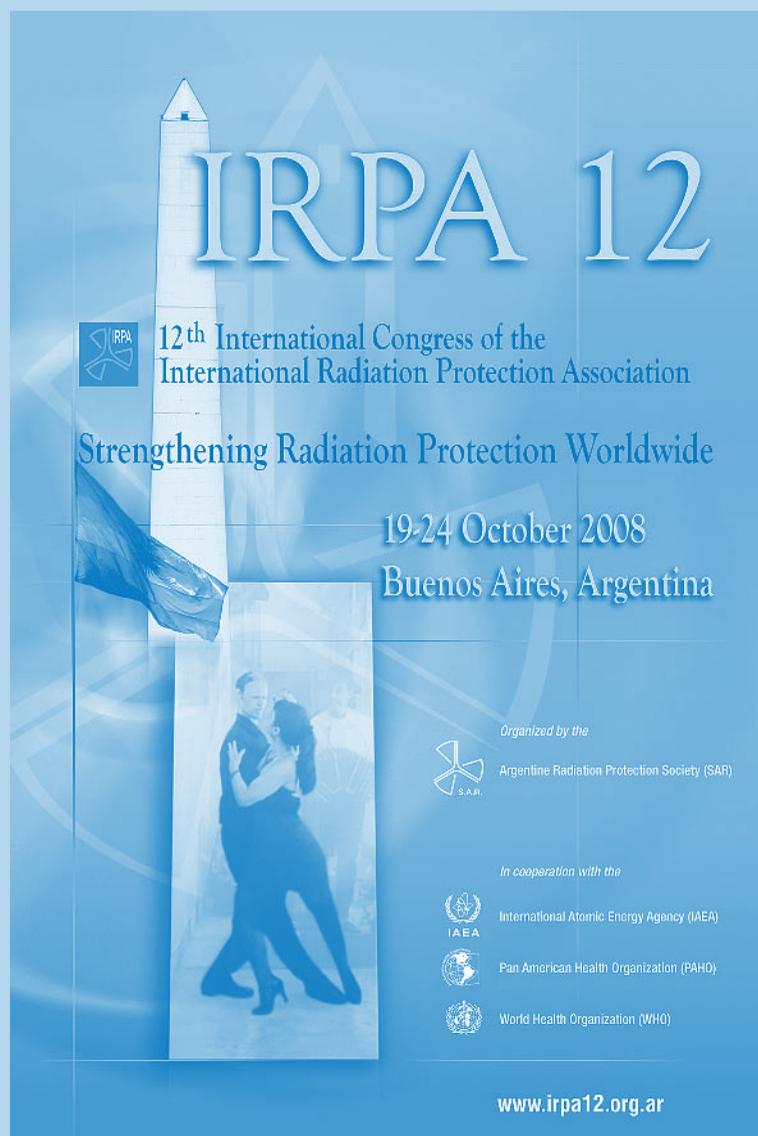
debía retomarse el rumbo extraviado, peleando sin descanso, ahora no sólo contra dificultades técnicas y financieras, sino contra la ineptitud política, el desconocimiento, la desinformación, los intereses opuestos a la minería y lo no nuclear, que se presentaban como escollo permanente. Es memorable su activa participación, durante junio de 2007, en la movilización y discusión en oposición a la aprobación y promulgación de la Ley Provincial 7722, que prácticamente prohíbe en general la minería metalífera en la Provincia de Mendoza y en particular la del uranio.

Lamentablemente, debió sufrir, además, situaciones injustas y de falta de reconocimiento a su labor, poco tiempo antes de su desaparición, en setiembre de 2007, en circunstancias desafortunadas e inexplicables que aumentan el dolor de su pérdida. En este reconocimiento queremos, por lo tanto, reafirmar el valor de su ejemplo de esfuerzo, rectitud y fidelidad a los valores de la institución que lo había acogido, en momentos en que estos adquieren una importancia especialmente significativa.

*Pablo Navarra  
Armando Asenjo  
Guillermo Rojas  
Julio Salvarredi*

La APCNEAN apoya y participa en el 12th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA 12), que se llevará a cabo en Buenos Aires del 19 al 24 de octubre de 2008.

El Secretariado Nacional de la APCNEAN, en su última reunión, ha decidido manifestar su apoyo a IRPA 12 y hacer efectiva su participación mediante el pago de la inscripción al Congreso de hasta tres de nuestros asociados que presenten trabajos y éstos sean aceptados.



**IRPA 12**

12<sup>th</sup> International Congress of the  
International Radiation Protection Association

Strengthening Radiation Protection Worldwide

19-24 October 2008  
Buenos Aires, Argentina

Organized by the  
 Argentine Radiation Protection Society (SAR)

In cooperation with the

-  International Atomic Energy Agency (IAEA)
-  Pan American Health Organization (PAHO)
-  World Health Organization (WHO)

[www.irpa12.org.ar](http://www.irpa12.org.ar)

**APCNEAN**

Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear

Personería Gremial Nº 1664 - Av. del Libertador 8250 - CP 1429 - Buenos Aires - Argentina  
Tel: 54 011 4704-1242 Tel/Fax: 54 011 4703-0940 E-mail: [apcnean@cnea.gov.ar](mailto:apcnean@cnea.gov.ar)

Visite nuestra  
página web:  
[www.apcnean.org.ar](http://www.apcnean.org.ar)