

**Informe del peritaje internacional sobre la aplicación
de las normas internacionales de protección
radiológica del público en la zona del
Centro Atómico Ezeiza**



IAEA
International Atomic Energy Agency
Atoms For Peace



WHO



ICRP



**Informe del Peritaje Internacional
sobre la aplicación
de las Normas Internacionales de
Protección Radiológica del Público
en la zona del Centro Atómico Ezeiza**

Índice

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Finalidad	1
1.2. Antecedentes	1
2. EL PERITAJE INTERNACIONAL	2
2.1. Objetivos	2
2.2. Marco de referencia	3
2.3. Participantes	3
2.4. Misión de peritaje internacional a la Argentina	3
2.5. Preparación del informe del peritaje internacional	5
3. ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DE PERITAJE INTERNACIONAL	5
3.1. Grupo encargado de las mediciones ambientales	5
3.2. Grupo encargado del examen del programa de monitoreo ambiental de la ARN	10
3.3. Grupo encargado de las cuestiones de salud	13
4. SITUACIÓN RADIOLÓGICA DE LA ZONA ESTUDIADA	15
4.1. Aguas superficiales	15
4.2. Aguas subterráneas	16
4.3. Muestras del suelo	17
4.4. Muestras de filtros de aire	18
5. CONCLUSIÓN	18
NOTA DE AGRADECIMIENTO	19
REFERENCIAS	20
Anexo 1: Solicitud de la Justicia Federal Argentina	21
Anexo 2: Descripción de las organizaciones participantes en el peritaje internacional y currículum de los expertos que intervinieron	23
Anexo 3: Lista de las personas con que se reunieron los participantes en el peritaje internacional durante su misión a Buenos Aires	31
Anexo 4: Actas del traslado y entrega de muestras del peritaje internacional al Laboratorio PCI	34
Anexo 5: Referencias y resultados del ejercicio de intercomparación	36
Anexo 6: Lista de las instalaciones visitadas por el grupo de examen	43
Anexo 7: Lista de los documentos facilitados al grupo de examen	45
Anexo 8: Consideraciones sobre el valor de orientación provisional de la OMS para el uranio	46
Anexo 9: Perfil sociodemográfico de la zona investigada	49

1. INTRODUCCIÓN

1.1. FINALIDAD

En el presente informe se describen los antecedentes, la realización y las conclusiones de un peritaje internacional de la protección radiológica de la población en los alrededores del Centro Atómico Ezeiza (CAE), situado en la Provincia de Buenos Aires (Argentina). El peritaje internacional fue realizado por las organizaciones pertinentes del sistema de las Naciones Unidas y las organizaciones internacionales profesionales no gubernamentales competentes, a petición del Gobierno de la Argentina. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) organizó el peritaje internacional de conformidad con las funciones establecidas en el párrafo A.6 del artículo III de su Estatuto, en particular, la de proveer a la aplicación de las normas internacionales de seguridad para la protección radiológica del público y el medio ambiente.

1.2. ANTECEDENTES

El Gobierno de la Argentina solicitó el peritaje internacional en el marco de una causa judicial ante la Justicia Federal Argentina por la supuesta contaminación del medio ambiente en torno al CAE con sustancias radiactivas antropógenas (de origen humano), incluido uranio enriquecido y empobrecido que, según las denuncias, estaba afectando a la población residente en los alrededores del CAE. El grupo encargado del peritaje fue informado de que, debido a la publicidad que se había dado a las denuncias interpuestas en la causa judicial, se había creado una situación de tensión, apreciable por el nivel de perturbación social, en la población de los alrededores del CAE. Esta situación llegó a su clímax cuando se hizo público el informe de un peritaje (el *Informe pericial N° 6*) para la causa judicial, a comienzos de 2005. En el informe se daba a entender que el agua potable consumida por la población de la zona aledaña al CAE estaba contaminada con material radiactivo de origen humano y, en particular, con uranio enriquecido y empobrecido. Esta información tuvo una enorme repercusión pública y suscitó gran ansiedad entre la población, dando lugar a cientos de reuniones públicas no sólo con organizaciones oficiales argentinas y organizaciones no gubernamentales, sino también con la oficina de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en Buenos Aires.

Ante esta situación, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) argentina preparó un *contrainforme al Informe pericial N° 6* [1], y el 15 de abril de 2005 pidió al OIEA que realizase una evaluación de ese contrainforme. En respuesta a esta solicitud oficial, el 28 de abril de 2005 el OIEA produjo un informe inicial [2] en el que analizaba el contrainforme a la luz de las normas internacionales de seguridad para garantizar la protección del público contra la exposición a las radiaciones. La conclusión de la evaluación del OIEA fue que el informe de la ARN era técnicamente válido y presentaba conclusiones verosímiles respecto de la protección radiológica del público y el medio ambiente.

Una vez finalizado este estudio inicial de la situación por el OIEA, el Gobierno de la Argentina pidió al OIEA y a la OPS que llevaran a cabo una misión investigadora, que tuvo lugar del 1 al 3 de junio de 2005. Esta misión debía reunirse con las partes interesadas, resolver las cuestiones técnicas, evaluar el programa de monitoreo de la ARN y la capacidad de ésta para ponerlo en práctica, y emitir un dictamen sobre la necesidad de realizar un peritaje internacional de la situación y el modo de hacerlo. La misión investigadora que llevaron a cabo el OIEA y la OPS consistió, al principio, en la realización de amplios debates sobre la situación general y en un intercambio de documentación pertinente con la ARN. El grupo también realizó inspecciones en los laboratorios de la ARN, en algunos de los puntos de muestreo de aguas, en el Área de Gestión de Residuos Radiactivos del Centro Atómico Ezeiza (CAE) y en las instalaciones de la empresa Combustibles Argentinos Sociedad Anónima (CONUAR) (única planta industrial del CAE donde se almacena y manipula uranio para la fabricación de combustible). Los integrantes de la misión sostuvieron conversaciones con los responsables directos de los aspectos y procedimientos técnicos del monitoreo ambiental, las mediciones en los laboratorios y la gestión de los desechos y efluentes. También recibieron del Instituto Nacional del Agua (INA) una explicación detallada del sistema hidrogeológico de la región.

Las conclusiones de la misión investigadora confirmaron los resultados de la evaluación inicial, según los cuales la evaluación de la seguridad radiológica de la población realizada por la ARN era compatible con las normas internacionales pertinentes, por lo que la afirmación de que no existía

ningún riesgo radiológico para la población era verosímil. Los integrantes de la misión también llegaron a la conclusión de que no era necesario realizar un peritaje internacional, ya que no había indicios de que se hubieran infringido las normas internacionales de protección radiológica del público y la ARN tenía la capacidad técnica necesaria para realizar sus propias evaluaciones independientes.

No obstante, la Justicia Federal Argentina solicitó, por conducto del Gobierno de la Argentina, que el OIEA, en virtud de sus atribuciones estatutarias, organizara un peritaje independiente y definitivo mediante una misión internacional integrada por los órganos competentes siguientes: la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA).

En este contexto, el OIEA aceptó coordinar el peritaje internacional solicitado por el Gobierno argentino. Los términos de referencia del peritaje internacional se analizaron con los representantes del Gobierno argentino, teniendo en cuenta todas las cuestiones planteadas por la autoridad judicial federal de la Argentina.

2. EL PERITAJE INTERNACIONAL

2.1. OBJETIVOS

Sobre la base de la solicitud de un peritaje internacional que la Justicia Federal Argentina presentó a la Autoridad Regulatoria Nuclear en su nota de fecha 18 de mayo de 2005 (anexo 1), el OIEA adoptó los siguientes objetivos:

1. Determinar si había contaminación¹, por la presencia de elementos radiactivos, en el suelo superficial, en el subsuelo, en las aguas superficiales y subterráneas o en el aire de la zona de los distritos de Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza en la Provincia de Buenos Aires (República de la Argentina), de modo tal que se hubiera generado un peligro para la salud y, de ser así, la naturaleza de ese peligro.
2. Comprobar si el agua para consumo (humano y/o industrial) suministrada a la población de las localidades mencionadas estaba contaminada con elementos radiactivos y, por ello, era nociva para la salud.
3. En caso de que hubiera contaminación, determinar si ésta podía atribuirse a actividades que se hubieran realizado o se estuvieran realizando en el emplazamiento del Centro Atómico Ezeiza, y si la forma en que se llevaban a cabo esas actividades podía haber generado un riesgo para la salud. En caso de que se detectase contaminación en las circunstancias señaladas y no se pudiese atribuir a actividades del centro atómico mencionado, investigar su origen.
4. Evaluar el trabajo realizado por la Autoridad Regulatoria Nuclear de la Argentina, en relación con el caso en cuestión, respecto de las buenas prácticas internacionales en materia de protección contra la exposición a la radiación ionizante y las normas internacionales de seguridad vigentes.

2.2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia por el que se rigió la ejecución del peritaje internacional fueron las normas internacionales aplicables a la protección y seguridad radiológicas, es decir, las *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación* (NBS), copatrocinadas por la OMS, la OPS, la Organización

¹ Según la definición que figura en el Glosario de las Normas básicas de seguridad [3], se entiende por contaminación la "la presencia de sustancias radiactivas dentro de una materia o en su superficie, o en el cuerpo humano o en otro lugar en que no sean deseables o pudieran ser nocivas".

Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE) y el OIEA [3].

En las Normas básicas de seguridad figuran los niveles de actuación² genéricos establecidos para la radiactividad en los alimentos por la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius. Los niveles de orientación para los radionucleidos presentes en el agua potable se establecen en las Guías de la OMS para la calidad del agua potable [4].

Para evaluar el programa argentino de monitoreo radiológico ambiental ejecutado por la ARN, la referencia utilizada fue la guía de seguridad del OIEA RS-G-1.8 titulada “Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection” [5].

2.3. PARTICIPANTES

Por acuerdo con el Gobierno argentino, se designaron expertos de las siguientes organizaciones del sistema de las Naciones Unidas y organizaciones no gubernamentales para que participaran en calidad de representantes:

- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA): Didier LOUVAT, coordinador del peritaje internacional;
- Laboratorio de Física, Química e Instrumentación (PCI) del OIEA en Seibersdorf: Paul MARTIN, Jefe del Laboratorio;
- Organización Mundial de la Salud (OMS): Zhanat CARR, Funcionario Médico, Programa de Radiación y Salud Ambiental, Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente;
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): David BYRON, División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación;
- Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR): Malcom CRICK, Secretario Científico;
- Organización Panamericana de la Salud (OPS): Pablo JIMÉNEZ, Asesor Regional del Programa de Salud Radiológica;
- Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA): Phil METCALF, Presidente;
- Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR): Annie SUGIER, Presidenta del Comité de la CIPR para la aplicación de las recomendaciones de la Comisión.

Se facilitaron al Gobierno de la Argentina una breve descripción de las esferas de competencia de esas organizaciones y los antecedentes profesionales de los expertos designados para representarlas (anexo 2).

2.4. MISIÓN DE PERITAJE INTERNACIONAL A LA ARGENTINA

Las actividades planificadas para el peritaje internacional se notificaron oficialmente por adelantado al Gobierno de la Argentina. La primera fase del peritaje consistió en una misión a la Argentina. Los objetivos de la misión eran evaluar la información ya disponible, incluida la información relacionada con la salud; medir los niveles de actividad de muestras seleccionadas del medio ambiente; comparar las mediciones analíticas de los niveles de actividad ambientales hechas por los laboratorios de la ARN y del OIEA; y examinar el programa de vigilancia ambiental de la ARN.

² Según el Glosario de las Normas básicas de seguridad [3], por nivel de actuación se entiende el “nivel de la tasa de dosis o de la concentración de la actividad por encima del cual deberían adoptarse acciones reparadoras o acciones protectoras en situaciones de exposición crónica o de exposición de emergencia”.

2.4.1. Información facilitada por la República de la Argentina antes de la misión

Antes de que los miembros del peritaje internacional iniciasen su misión a la Argentina, el Gobierno argentino presentó información al coordinador del peritaje en relación con los objetivos de éste. Esta información incluía lo siguiente:

- una definición precisa de la región que abarcaría el peritaje;
- una caracterización geográfica y geológica de la región definida;
- una descripción de la demografía de la región definida (incluida la identificación de los grupos críticos de población, desde el punto de vista de la protección radiológica);
- una descripción de la hidrogeología de la región definida (incluidos los recursos hídricos y la utilización del agua, y una caracterización de los pozos de agua);
- una descripción completa del Centro Atómico Ezeiza y de las actividades que allí se realizan;
- la localización de todos los puntos de muestreo de agua existentes en la región;
- los resultados de los análisis de radionucleidos en muestras ambientales;
- los informes sobre evaluación radiológica ambiental de la región definida;
- una lista del equipo de muestreo de la Autoridad Regulatoria argentina que estaría disponible para el programa de muestreo del peritaje internacional.

2.4.2. Misión de peritaje internacional

La misión de peritaje internacional a la Argentina tuvo lugar del 4 al 9 de diciembre de 2005. La lista de las personas con que se reunieron los encargados del peritaje internacional durante la misión figura en el anexo 3.

El 4 de diciembre, los participantes en la misión y los oficiales de enlace del Gobierno argentino celebraron una reunión preparatoria con el fin de acordar el programa de la misión y las disposiciones para la realización del trabajo técnico.

El 5 de diciembre tuvo lugar una reunión inicial en el Ministerio de Relaciones Exteriores de la Argentina para presentar al Gobierno argentino una exposición introductoria sobre el peritaje y la misión.

El mismo día se celebró una reunión técnica en la sede de la ARN para presentar a los integrantes de la misión de peritaje todos los datos reunidos hasta ese momento por medio de los programas de monitoreo ordinarios y específicos sobre la posible contaminación radiactiva de las aguas subterráneas de la Provincia de Buenos Aires. Sobre la base de la información presentada por la ARN, la misión decidió dividirse en tres grupos para dar cumplimiento a los objetivos del peritaje:

- El primero, el Grupo A, se dedicaría a la toma de muestras ambientales para los fines de evaluación y comparación. Las muestras tomadas durante la misión serían analizadas independientemente por el Laboratorio de Seibersdorf y por la ARN.
- El segundo, el Grupo B, debía examinar el programa de monitoreo ambiental de la ARN.
- El tercero, el Grupo C, estudiaría los datos disponibles sobre la salud y su posible relación con los radionucleidos presentes en el medio ambiente.

Los días 6 y 7 de diciembre, los tres grupos iniciaron sus actividades en los alrededores del Centro Atómico Ezeiza y en los laboratorios de la ARN en ese Centro.

El 8 de diciembre, los tres grupos se reunieron para comunicarse los resultados, elaborar las conclusiones preliminares, redactar el informe de la misión y preparar el contenido y el calendario de las mediciones, la evaluación y la elaboración del informe final del peritaje.

El 9 de diciembre, en una última reunión celebrada en el Ministerio de Relaciones Exteriores, se presentaron al Gobierno de la Argentina un esquema del informe de la misión y algunas conclusiones iniciales. El coordinador del peritaje internacional y los representantes de la OMS y la OPS visitaron la oficina nacional de la OPS/OMS en Buenos Aires, donde se reunieron con el Representante de la OPS/OMS, al que informaron sobre los resultados de la misión de peritaje internacional.

El 10 de diciembre, bajo la vigilancia de la Gendarmería Nacional Argentina, se procedió al transporte y entrega al Laboratorio de Física, Química e Instrumentación (PCI) de Seibersdorf de las submuestras que debían analizarse en ese laboratorio del OIEA (véase el Acta en el anexo 4). Las muestras se analizaron tanto en el laboratorio de la ARN como en el Laboratorio PCI, y los resultados se enviaron por separado al coordinador del peritaje internacional, para su comparación e inclusión en los informes del peritaje.

2.5. PREPARACIÓN DEL INFORME DEL PERITAJE INTERNACIONAL

Los participantes evaluaron los resultados de las mediciones y prepararon la evaluación final y las conclusiones del peritaje internacional en enero-febrero de 2006. El informe final del peritaje se examinó en una reunión de los participantes celebrada en el Centro Internacional de Viena los días 27 y 28 de marzo de 2006.

3. ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DEL PERITAJE INTERNACIONAL

3.1. GRUPO ENCARGADO DE LAS MEDICIONES AMBIENTALES

La tarea principal del Grupo A era realizar mediciones independientes de los niveles de radiactividad ambiental y, además, validar el programa de muestreo y las técnicas de medición de la ARN mediante un ejercicio de intercomparación. En consonancia con los tres primeros objetivos del peritaje, se elaboró un programa de muestreo para tomar muestras del suelo superficial, el subsuelo, las aguas superficiales y subterráneas y las partículas suspendidas en el aire (cuadros 1 y 2 del anexo 5). En la toma de muestras se aplicaron procedimientos normalizados.

3.1.1. Estrategia para la toma de muestras de aguas subterráneas

La estrategia para la toma de muestras se basó en los datos existentes facilitados por el Gobierno de la Argentina ya sea antes de la misión o durante la presentación del primer día. Por lo tanto, el Grupo a cargo del muestreo decidió lo siguiente:

1. Tomar muestras del acuífero más profundo (Puelche), que es el que generalmente se usa para el abastecimiento público de agua en la región y, por lo tanto, es la fuente más importante en cuanto a las posibles consecuencias para la salud humana;
2. Abarcar los tres distritos que se estaban investigando: Ezeiza, La Matanza y Esteban Echeverría;
3. Incluir muestras de un pozo de sondeo del que cupiera prever que el agua tuviera una baja concentración de uranio, a fin de comprobar la capacidad de los laboratorios de medir este elemento;
4. Incluir muestras tomadas aguas arriba y aguas abajo de la posición hidrogeológica del Centro Atómico Ezeiza;
5. Incluir muestras de un punto de abastecimiento público de agua cercano al Centro Atómico Ezeiza que había sido objeto de inquietud pública (el suministro de agua a una escuela).

Por consiguiente, se seleccionaron siete puntos para la toma de muestras:

- un pozo de sondeo en el acuífero de Puelche, en el distrito de Esteban Echeverría, cuyas muestras se utilizarían como referencia de bajo contenido de uranio;
- un pozo de sondeo que suministra agua a la planta de fabricación de combustible explotada por CONUAR S.A., de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), cuyas muestras se utilizarían para comprobar la razón isotópica $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$;
- dos pozos de sondeo aguas abajo del Centro Atómico Ezeiza, en el acuífero de Puelche, incluido el abastecimiento público de agua cercano al Centro Atómico Ezeiza en el distrito de Ezeiza, que anteriormente habían dado valores superiores a los de orientación para el *screening* de conformidad con las normas internacionales [4];
- dos pozos de sondeo aguas arriba del Centro Atómico Ezeiza, uno en el distrito de Esteban Echeverría y otro en el de Ezeiza, que anteriormente habían dado valores superiores a los de orientación para el *screening* de conformidad con las normas internacionales;
- un pozo de sondeo en el acuífero de Puelche en el distrito de La Matanza, que anteriormente habían arrojado valores superiores a los de orientación para el *screening* de conformidad con las normas internacionales (esta región no se encuentra en la misma zona hidrogeológica que las demás).

En el cuadro 3 del anexo 5 se presentan los parámetros físicoquímicos medidos y registrados por el Grupo A.

3.1.2. Estrategia para la toma de muestras de aguas superficiales

El muestreo de las aguas superficiales se incluyó únicamente con fines de comparación con los resultados del monitoreo de vigilancia, realizado por la ARN, del arroyo Aguirre, un tributario del río Matanza. La red de vigilancia de la ARN se compone de cuatro puntos de toma de muestras:

- en el caso del arroyo Aguirre, un punto aguas arriba y un punto aguas abajo del Centro Atómico Ezeiza;
- en el caso del río Matanza, un punto aguas arriba y un punto aguas abajo de la confluencia con el arroyo Aguirre.

En el cuadro 3 del anexo 5 figuran las mediciones de los parámetros físicoquímicos de las aguas superficiales efectuadas y registradas por el Grupo.

3.1.3. Estrategia para la toma de muestras del aire y del suelo

Además de las muestras de agua, se tomaron muestras del suelo y de las partículas suspendidas en el aire.

Se tomaron muestras de referencia del suelo y de las partículas suspendidas en el aire en la estación permanente de muestreo del aire de la ARN, ubicada en el Centro Atómico Ezeiza. La estación está situada de forma que se detectan las descargas del Centro Atómico Ezeiza en el medio ambiente. La muestra de aire se tomó con un dispositivo portátil para el muestreo del aire. En cuanto al suelo, se tomaron cuatro muestras a intervalos de 10 cm hasta una profundidad de 40 cm para tener en cuenta cualquier posible sedimentación superficial y su migración a través el perfil del suelo.

Se tomaron otras dos muestras de suelo superficial (0 a 10 cm) en terrenos agrícolas, una en una zona expuesta a la máxima influencia posible de las descargas en la atmósfera, y otra en una zona no afectada por ninguna posible emisión a la atmósfera.

3.1.4. Ejecución de la intercomparación analítica

Todas las muestras tomadas durante la misión sobre el terreno se dividieron en tres submuestras. Cada submuestra fue sellada con un precinto numerado por la Gendarmería Nacional

Argentina, que vigiló todo el proceso de muestreo en representación de la autoridad judicial argentina, y los números de los precintos se utilizaron para fines de identificación (cuadros 1 y 2 del anexo 5).

Un juego de submuestras fue transportado bajo la vigilancia de la Gendarmería Nacional Argentina y entregado directamente al Laboratorio de Física, Química e Instrumentación de Seibersdorf, que es el laboratorio de referencia para las evaluaciones internacionales de este tipo, donde fue analizado siguiendo el protocolo estándar del Laboratorio.

Otro juego de submuestras fue analizado por la ARN de acuerdo con su propio protocolo estándar de medición.

El último juego quedó en poder de la Gendarmería Nacional Argentina, como muestras de referencia.

El Grupo A contó con datos, acceso a los emplazamientos, asistencia técnica y recursos adecuados para ejecutar el programa de toma de muestras. No se encontraron grandes dificultades ni restricciones durante la ejecución de ese programa.

3.1.4.1 Preparación y análisis de las muestras por los participantes en el peritaje internacional: muestras de agua

Se tomaron once muestras de agua como parte de la campaña de muestreo. El mismo día en que se recogió, el agua se filtró a través de un papel de filtro rápido y se vertió en tres botellas de plástico de 1 litro; cada submuestra se acidificó con 2 ml de ácido nítrico al 50%. Las tapas de las botellas se sellaron con precintos numerados de la Gendarmería Nacional Argentina. Un juego de submuestras se suministró al Laboratorio de Física, Química e Instrumentación. El procedimiento de acidificación se aplicó para conservar las muestras y, en particular, para impedir la adsorción de oligometales (incluido el uranio) en las paredes del envase. Este es un procedimiento estándar de preparación de las muestras para esos análisis, y se llevó a cabo bajo la vigilancia de la Gendarmería Nacional Argentina.

Al abrir las botellas en el Laboratorio PCI de Seibersdorf, se observó que las muestras de aguas superficiales presentaban un precipitado visible y turbidez. El Laboratorio procedió a filtrar nuevamente esas muestras mediante filtros de membrana mixta de éster celulósico para separar la fracción disuelta de la particulada. Los filtros con los residuos se secaron a 60 °C durante algunas horas y luego se pesaron para obtener una medida de la cantidad de precipitado presente. La fracción disuelta (el agua filtrada) y la fracción particulada (los filtros con el precipitado) se analizaron por separado. La suma de esos análisis dio luego el resultado para el agua total, que se comparó con los resultados proporcionados por el Laboratorio de la ARN.

Los análisis de medición de los isótopos del uranio ^{234}U y ^{238}U se efectuaron por espectrometría alfa con dilución isotópica, precedida de separación radioquímica. Esta técnica da mediciones fiables de las concentraciones de actividad de estos isótopos del uranio. Un isótopo artificial del uranio (^{232}U) se utiliza como trazador del rendimiento interno de la recuperación química durante el proceso de medición. Esta técnica da también una estimación de las concentraciones de actividad del ^{235}U ; sin embargo, las incertidumbres resultantes para este isótopo son relativamente altas. Los motivos de ello son, en primer lugar, que las concentraciones de actividad del ^{235}U en las muestras ambientales son mucho menores que las del ^{234}U y el ^{238}U (es decir, la señal es relativamente débil) y, en segundo lugar, que aproximadamente el 15% de la señal no se mide porque consiste en una serie de picos pequeños situados por debajo o cerca de los picos correspondientes al ^{234}U y el ^{238}U .

Para la medición del isótopo ^{235}U , las técnicas de espectrometría de masas son más sensibles que la espectrometría alfa, y constituyen el único método definitivo para determinar si el uranio está empobrecido o enriquecido respecto del uranio natural (cuya razón isotópica $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ es de 0,0072). Por consiguiente, en el Laboratorio de Física, Química e Instrumentación las relaciones atómica y de

actividad $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ en las muestras de agua se determinaron separadamente por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Sin embargo, la ICP-MS es un método menos sensible para la medición del ^{234}U que la espectrometría alfa, debido a la mayor actividad específica del ^{234}U causada por su período de semidesintegración relativamente breve. Así pues, las dos técnicas son complementarias, y se hizo uso de ambas.

3.1.4.2 Preparación y análisis de las muestras por los participantes en el peritaje internacional: muestras del suelo

En el Laboratorio de Física, Química e Instrumentación las muestras de suelo se secaron durante aproximadamente 65 horas y luego se tamizaron con un cedazo de 2 mm de luz de malla. De esta manera se obtuvo una fracción fina y una fracción gruesa del material del suelo. La fracción gruesa era predominantemente "grava", con algunos trozos de otros materiales, por ejemplo, fragmentos de hueso.

Para analizar las muestras de suelo se empleó la espectrometría gamma de alta resolución. Esta técnica es adecuada para el suelo. Además, no requiere la disolución química de la muestra, como en el caso de la espectrometría alfa. Esta es una ventaja, porque la disolución química puede en algunos casos resultar difícil y dar lugar a resultados artificialmente bajos, si la disolución no es completa. Para el recuento por espectrometría gamma, las muestras se prepararon en vasos de precipitado Marinelli de un volumen nominal de 450 cm^3 .

Los picos gamma disponibles para la medición del ^{238}U (como el pico de 1001 keV del $^{234\text{m}}\text{Pa}$, un nucleido descendiente del ^{238}U) son relativamente débiles. Sin embargo, hay un pico a 186 keV al que contribuyen tanto el ^{235}U como el ^{226}Ra . Utilizando otros picos del espectro se midió la contribución del ^{226}Ra , a partir del pico de la progenie del radio; esa contribución se sustrajo del pico de 186 keV, obteniéndose así una medición del ^{235}U . A partir de los resultados relativos al ^{235}U se obtuvo una estimación del ^{238}U , basándose en el supuesto de que el uranio tenía la relación de actividad $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ normalmente observada en las muestras ambientales.

3.1.4.3 Preparación y análisis de las muestras por los participantes en el peritaje internacional: muestras de filtros de aire.

Los filtros de aire se midieron "tal como se habían recibido" (en las bolsas de plástico originales) mediante espectrometría gamma de alta resolución. Los resultados se basaron en las líneas espectrales de 144 keV del ^{235}U y 1001 keV del $^{234\text{m}}\text{Pa}$, un nucleido descendiente del ^{238}U . Aunque se detectaron los picos analíticos, los resultados fueron inferiores al límite de detección (AMD = actividad mínima detectable). Durante el muestreo, la tasa de flujo a través del sistema de filtrado se mantuvo en torno a los $120\text{ m}^3\text{ h}^{-1}$ y el volumen total de aire filtrado fue de 960 m^3 .

3.1.4.4 Intercomparación de los resultados del Laboratorio PCI y de la ARN

Muestras de agua

En el cuadro 4 del anexo 5 figuran los resultados obtenidos para los isótopos del uranio 234 y 238 en las aguas subterráneas mediante espectrometría alfa. El IAEA 381 es un material de referencia (agua de mar) utilizado aquí con fines de control de calidad. Los resultados obtenidos para el IAEA 381 fueron acordes con los valores de información, dentro de un intervalo de confianza del 95%. En los cuadros 5 y 6 del anexo 5 figuran los resultados relativos a los mismos isótopos para las muestras de aguas superficiales, obtenidos por espectrometría alfa. En el cuadro 7 del anexo 5 se consignan las relaciones de actividad de los isótopos del uranio 235 y 238 obtenidas por ICP-MS. A partir de los datos de los cuadros 4, 5, 6 y 7, se calculó la concentración total de uranio en $\mu\text{g l}^{-1}$; estos resultados se comparan en el cuadro A que figura a continuación, para las muestras de aguas subterráneas y superficiales, con los resultados obtenidos para esas mismas muestras por la ARN, utilizando su técnica fluorimétrica de rutina. El cálculo del contenido de uranio del agua en $\mu\text{g l}^{-1}$ se explica también en el cuadro 7 del anexo 5.

Cuadro A: Comparación de los resultados relativos al contenido de uranio del agua obtenidos por el Laboratorio PCI y la ARN

	Código de la muestra del peritaje internacional	Laboratorio PCI U ($\mu\text{g l}^{-1}$)	ARN U ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Código de la muestra de la ARN
Agua Potable Pozo EEN007, Aguas Argentinas, M. Grande	AA0019	10,8 \pm 0,4	<10	AA0020
Agua Potable Ag. Argentinas Pozo EE001 Monte Grande	AA0022	16,3 \pm 0,6	<10	AA0023
Agua Potable hidrante Aguas Arg., T. Suárez	AA0025	19,7 \pm 0,7	14,2 \pm 1,4	AA0026
Agua Potable EGB N° 12 Ezeiza	AA0028	33,3 \pm 1,1	27,2 \pm 3,0	AA0029
Club Empleados de Comercio, Ezeiza	AA0031	35,2 \pm 1,2	35,0 \pm 3,3	AA0032
Agua Industrial, Fábrica de mosaicos, Laferrere	AA0052	8,9 \pm 0,3	<10	AA0053
Agua Potable, Pozo N°2, CONUAR	AA0055	16,9 \pm 0,6	12,3 \pm 1,3	AA0056
Arroyo Aguirre, Punto N°1	AA0010	12,4 \pm 0,4	14,2 \pm 1,5	AA0011
Río Matanza, Punto N°8	AA0013	8,7 \pm 0,3	8,8 \pm 1,2	AA0014
Arroyo Aguirre, Punto N°6	AA0016	11,6 \pm 0,4	9,4 \pm 1,3	AA0017
Río Matanza, Punto N° 9	AA0058	11,1 \pm 0,3	10,9 \pm 1,2	AA0059

Los resultados que se presentan en el cuadro A son de dos laboratorios que utilizaron dos técnicas y calibraciones independientes pero comparables. Los resultados se dan con estimaciones de las incertidumbres estadísticas de las mediciones. La técnica de la fluorimetría empleada por la ARN tiene un límite de cuantificación más alto (en este caso 10 $\mu\text{g l}^{-1}$) que la técnica de la espectrometría alfa utilizada por el Laboratorio PCI. Ello se refleja en la magnitud de las incertidumbres analíticas.

Los resultados obtenidos son comparables. Las diferencias observadas entre los resultados son normales en estos ejercicios de intercomparación, y obedecen a varios factores, entre ellos la variabilidad estadística de la señal de medición, el empleo de diferentes soluciones de calibración, y artefactos químicos o físicos del procedimiento de medición.

Muestras del suelo

En el cuadro 9 del anexo 5 figuran los resultados obtenidos para los radionucleidos en las muestras de suelo mediante espectrometría gamma en el Laboratorio PCI. Los resultados de la concentración de actividad del U 238 pueden convertirse en concentración de masa del uranio total; esta conversión se realizó para la muestra total de suelo y los resultados se consignan en el cuadro B, donde se comparan con los del análisis del uranio realizado en el laboratorio de la ARN.

Como puede verse en cuadro B, el Laboratorio PCI obtuvo resultados más altos que la ARN. Por término medio, los resultados del Laboratorio PCI son aproximadamente el doble de los de la ARN para el uranio. Los resultados del Laboratorio PCI fueron confirmados mediante un análisis por separado de tres muestras mediante espectrometría alfa (cuadro 14 del anexo 5).

Cuadro B: Comparación de los resultados relativos al contenido de uranio del suelo obtenidos por el Laboratorio PCI y la ARN

Punto y profundidad (cm)	Código de la muestra del peritaje internacional	Laboratorio PCI ^{238}U (Bq kg ⁻¹)	Laboratorio PCI U (µg g ⁻¹)	ARN U (µg g ⁻¹)	Código de la muestra de la ARN
1. 0-10	AA0049	25,7±2,4	2,1±0,2	0,72±0,15	AA0050
1. 10-20	AA0046	21,8±2,6	1,8±0,2	0,72±0,15	AA0047
1. 20-30	AA0043	23,2±2,1	1,9±0,2	1,0±0,2	AA0044
1. 30-40	AA0040	22,1±3,2	1,8±0,3	1,2±0,4	AA0041
2. 0-10	AA0037	39,3±4,0	3,2±0,3	1,8±0,4	AA0038
3. 0-10	AA0034	39,0±3,1	3,2±0,3	1,4±0,3	AA0035

De los cuadros 9 y 13 del anexo 5 se desprende que el ^{137}Cs obtenido por los dos laboratorios es comparable. La discrepancia en las mediciones del uranio se explica por el uso de una técnica menos precisa en la ARN. Para los fines del monitoreo, sin embargo, la técnica aplicada por la ARN es suficientemente sensible.

Los participantes en el peritaje técnico llegaron a la conclusión de que los resultados obtenidos por el Laboratorio PCI y por la ARN son aceptablemente coherentes y demuestran que la ARN es capaz de medir el uranio presente en las muestras ambientales con un nivel de exactitud que es adecuado para los fines requeridos del monitoreo.

3.1.5. Conclusiones

Los participantes en el peritaje internacional pudieron medir los niveles ambientales de uranio en las aguas de superficie y subterráneas, en el suelo y en el aire. Estos datos son comparables con los que había notificado la ARN.

El ejercicio de intercomparación del peritaje internacional indicó que el laboratorio de la ARN produce resultados fiables en sus análisis del contenido de uranio de las aguas superficiales y subterráneas. El grupo consideró que ello confería credibilidad a los datos reunidos por la ARN sobre el contenido de uranio de las aguas de la Provincia de Buenos Aires.

Las conclusiones sacadas de este material se exponen en la sección 6.

3.2. GRUPO ENCARGADO DEL EXAMEN DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE LA ARN

La tarea principal del Grupo B era evaluar el programa de monitoreo ambiental de la ARN en relación con el CAE. El grupo de examen contó con los datos y el acceso a los emplazamientos adecuados para llevar a cabo su programa de trabajo. Durante el examen no se encontraron dificultades ni restricciones.

3.2.1. Enfoque

El enfoque adoptado por el Grupo B para evaluar el programa de monitoreo ambiental de la ARN consistió en analizar la estrategia aplicada por la ARN, visitar sus distintas instalaciones y laboratorios de análisis en el emplazamiento del Centro Atómico Ezeiza y examinar la documentación conexas. También se realizó una visita a una de las instalaciones autorizadas del emplazamiento, la planta de fabricación de combustible explotada por CONUAR S.A., a fin de examinar los controles existentes para la gestión de los desechos radiactivos en la instalación. El Grupo B fue informado de que esta instalación es la única del emplazamiento en que actualmente se almacena, manipula y trata material uranífero.

Con respecto a la estrategia de monitoreo, el Grupo tomó en consideración el programa normal de monitoreo ambiental continuo ejecutado en el emplazamiento de Ezeiza, y el programa adicional que se llevó a cabo al plantearse la cuestión de la presencia de uranio en las aguas subterráneas. También tuvo en cuenta el sistema de gestión existente para garantizar la calidad de los servicios analíticos prestados por la ARN. El personal de la ARN hizo varias exposiciones sobre los temas de interés y se sostuvieron largas conversaciones con el fin de hacerse una idea clara de la fundamentación del programa de monitoreo y de su ejecución.

Se realizaron visitas a los diversos laboratorios e instalaciones relacionados con el programa de monitoreo ambiental, y durante ellas se mostraron al Grupo B las distintas partes del equipo y se dieron explicaciones sobre el enfoque aplicado a los diferentes análisis realizados. En el anexo 6 figura una lista de las instalaciones visitadas y el personal entrevistado durante las visitas.

Durante las exposiciones y conversaciones se proporcionó al Grupo B una serie de documentos. En el anexo 7 figura la lista de los documentos.

3.2.2. Presentación del programa de la ARN

3.2.2.1 Labor de la Gerencia de Apoyo Científico y Técnico

Se informó al Grupo B de que la estructura de la ARN se compone de cuatro gerencias principales: una se ocupa de la concesión de licencias y asuntos de reglamentación, otra presta apoyo científico y técnico, una tercera se encarga de las salvaguardias y el control institucional y la última de los asuntos administrativos. La Gerencia de Apoyo Científico y Técnico consta de tres subgerencias: una de control ambiental, otra de evaluación de la seguridad y una tercera de control dosimétrico y radiobiológico. La ARN fue establecida hacia 1995 como autoridad reguladora independiente, asignándosele una serie de servicios como el monitoreo dosimétrico y ambiental, de los que anteriormente se ocupaba la CNEA.

La responsabilidad principal del programa de monitoreo ambiental de la ARN es dar garantías independientes del control de las emisiones de radionucleidos procedentes de las instalaciones autorizadas.

Se informó al Grupo B de que la ARN participa en un programa activo de estudios de intercomparación internacional organizados bajo la dirección del Laboratorio de Mediciones Ambientales del Departamento de Medio Ambiente de los Estados Unidos, y de que sistemáticamente consigue resultados superiores en calidad a la media de los participantes en estos ejercicios, lo que genera un alto grado de certeza en sus servicios analíticos. La acreditación del laboratorio por la ISO está en curso y varias líneas de muestras cumplen con todas las disposiciones necesarias para dicha acreditación.

3.2.2.2 Programa de monitoreo ambiental para el Centro Atómico Ezeiza

- **Monitoreo ambiental ordinario**

En los informes anuales de la ARN (de 1995 a 2004, véase <http://www.arn.gov.ar>) se da cuenta ampliamente del programa. El Centro Atómico Ezeiza se considera como un todo, con puntos de muestreo correspondientes a distintos medios (agua de río, agua potable de pozos, hierba, leche, alimentos y hortalizas). El Grupo B fue informado de que la ubicación geográfica de los puntos de muestreo se basa en lo siguiente:

- las condiciones meteorológicas
- la presencia de pozos de agua potable
- un estudio hidrogeológico.

La dosis procedente del emplazamiento que recibe el grupo crítico se calcula sobre la base de las emisiones monitoreadas de las plantas que funcionan en el Centro Atómico Ezeiza. Esas dosis se

comparan con una restricción de dosis de $0,1 \text{ mSv a}^{-1}$, equivalente a 1/10 del límite de dosis establecido en las normas internacionales [3].

- **Monitoreo ambiental no ordinario**

Se informó al Grupo B de que, debido a la preocupación existente por la presencia de uranio en el agua potable en tres distritos de la zona de Buenos Aires, la ARN había tomado muestras adicionales en los tres distritos, así como muestras complementarias en zonas más remotas para que sirvieran de testigo, y había hallado que los resultados del monitoreo de radionucleidos artificiales en el agua potable estaban todos por debajo de los límites de detección. Se había detectado uranio en las muestras de agua potable, pero la ARN había determinado que todos los valores eran inferiores a los niveles que podían suscitar preocupación según lo establecido en las orientaciones internacionales sobre protección radiológica [3], [4].

El Grupo B tomó también en consideración los resultados obtenidos por la ARN desde 1998 en el marco del monitoreo ambiental ordinario de las concentraciones de radionucleidos naturales en aguas subterráneas en todo el país. La concentración de uranio en los acuíferos de la Argentina muestra una variabilidad considerable (desde unos pocos $\mu\text{g l}^{-1}$ hasta aproximadamente $250 \mu\text{g l}^{-1}$). La ARN también llevó a cabo mediciones del suelo en distintas zonas.

- **Sistema de gestión**

El Grupo B fue informado de que la ARN tenía desde hacía mucho tiempo un sistema de garantía de calidad relacionado con el muestreo y las mediciones, que incluía, por ejemplo, ejercicios de intercomparación. Al final de 2003, el Directorio de la ARN decidió que los laboratorios debían desarrollar un sistema de gestión de la calidad para recibir la acreditación con arreglo a la norma 17025 de la ISO. El proyecto de acreditación (ACX-AL-1) abarca: 1) el muestreo; 2) la espectrometría gamma; 3) la medición del uranio por fluorimetría; y 4) la medición del tritio por centelleo directo – todo ello en relación con el agua.

3.2.3. Visitas

3.2.3.1 Recepción de las muestras

El Grupo B visitó el área de recepción de muestras y observó los procedimientos de recepción, registro, separación y preparación de muestras que se aplican. Se explicaron al grupo las disposiciones adoptadas en relación con las tres líneas que se están preparando para el proceso de acreditación de la ISO, y se hizo una demostración del sistema existente de mantenimiento de registros. Se observó que los arreglos vigentes funcionaban de manera sistemática y competente. Los registros de información en papel se almacenaban en el área de recepción de muestras.

3.2.3.2 Laboratorios analíticos

El Grupo visitó los siguientes laboratorios: laboratorio de medición de actividad alfa y beta total y de espectrometría alfa; laboratorio de medición de ^{90}Sr y de ^{14}C ; laboratorio de análisis por fosforescencia cinética; laboratorio de medición de ^3H ; laboratorio de mediciones de muy baja actividad; laboratorio de medición del gas radón.

Se facilitaron a la misión de peritaje internacional los *currículum vitae* de los 12 científicos analistas entrevistados, en que se exponían adecuadamente sus competencias (antecedentes, formación, cargos anteriores, publicaciones).

Se celebraron debates a fondo sobre la metodología de medición de los isótopos del uranio presentes en las muestras de aguas subterráneas mediante espectrometría de partículas alfa, prestando particular atención a la interpretación del espectro y el cálculo de los resultados. Para los miembros del grupo de examen presentes en esos debates quedó claro que el personal de la ARN que realizaba esta tarea tenía un buen conocimiento del método y aplicaba un enfoque apropiado y correcto.

3.2.3.3 *Fabricación de combustible*

La empresa CONUAR S.A. explota una planta de fabricación de combustible en el emplazamiento de Ezeiza. Esta planta produce principalmente pastillas de combustible para las dos centrales nucleares argentinas: Atucha-1 (que utiliza combustible de uranio ligeramente enriquecido – 0,85%) y Embalse (que emplea uranio natural). Otras instalaciones que funcionan en el emplazamiento de Ezeiza son: una planta de producción de fuentes radiactivas de Co 60; una planta de producción del radioisótopo I 131; una planta de producción de Mo 99; una planta de fabricación de combustible para dos reactores de investigación; un reactor de investigación y producción de isótopos de 10 MW; un ciclotrón y laboratorios. El Grupo visitó la planta de fabricación de combustible para las centrales nucleares. En ella el polvo de óxido de uranio (UO_2) se transforma en pastilla. Un uranio ligeramente enriquecido (U_3O_8) se mezcla con uranio natural para producir combustible para la central nuclear de Atucha-1. A continuación, las pastillas se cuecen en un horno de sinterización de alta temperatura para crear pastillas cerámicas duras de dióxido de uranio. Acto seguido, las pastillas cilíndricas se someten a un proceso de pulido para uniformar su tamaño. No se aplica ningún proceso químico. Las descargas se liberan al aire desde la chimenea principal de ventilación del edificio, que contiene filtros y un equipo de monitoreo in situ. Otros conductos de ventilación desde equipos específicos (por ejemplo, el equipo de pulido) también posibilitan la descarga a la atmósfera. Esos conductos cuentan con filtros de aire particulado de alta eficacia (HEPA), cuya eficacia se controla midiendo las diferencias de presión. El agua utilizada para limpiar la instalación se recoge, se filtra y se somete a tratamiento antes de su descarga. El grupo examinó los informes sobre descargas realizados para la ARN y observó que la instalación había sido acreditada por la ISO en las series 9000 y 14000.

3.2.4. **Conclusiones**

El Grupo B comprobó que el programa de monitoreo ambiental para el emplazamiento de Ezeiza tenía una base lógica y había utilizado una metodología y unos principios científicos correctos. Las medidas para la gestión de los desechos radiactivos en la planta de fabricación de combustible parecen ser eficaces y las descargas son objeto de control y monitoreo.

La calidad de los resultados del programa de monitoreo ambiental se garantiza mediante una serie de medidas:

- El personal empleado está bien cualificado y capacitado;
- Se dispone de equipo moderno de buena calidad;
- La infraestructura de apoyo también es de buena calidad;
- Se aplica un programa de garantía de calidad;
- El laboratorio participa regularmente en programas internacionales de intercomparación analítica y ha obtenido sistemáticamente buenos resultados.

En general, el programa parece ser de buen nivel y obtiene resultados verosímiles.

3.3. GRUPO ENCARGADO DE LAS CUESTIONES DE SALUD

3.3.1. **Tareas específicas del Grupo C**

La tarea principal del Grupo C consistía en examinar la información disponible sobre estadísticas demográficas y sanitarias, teniendo en cuenta los posibles riesgos para la salud atribuibles a la exposición a radiación ionizante. Además, el Grupo también comparó los datos evaluados por el peritaje internacional y la metodología aplicada para la evaluación de los radionucleidos presentes en el agua potable sobre la base de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable (anexo 8).

3.3.2. Enfoque

La preocupación principal del Gobierno de la Argentina era el posible peligro para la salud derivado de la presencia de radionucleidos en el agua potable. Por consiguiente, el peritaje internacional consideró apropiado solicitar acceso a esa información. Teniendo esto presente, los miembros del peritaje internacional pidieron la información sobre las estadísticas demográficas y determinadas estadísticas sanitarias de la población de los distritos de la Provincia de Buenos Aires, incluidos Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza (anexo 9). Las estadísticas sanitarias incluían las tasas de mortalidad por cáncer en la mencionada región (cuadros C y D).

El Grupo C visitó el Laboratorio de radiopatología de la ARN, que facilitó los siguientes documentos para su examen:

- La carta del Ministro de Salud y Ambiente enviada al Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Ref. No 3907/05), de fecha 27 de octubre de 2005, incluido el informe anexo titulado *Mortalidad por cáncer en Ezeiza, Provincia de Buenos Aires, agosto de 2005*. El informe contiene información sobre el perfil sociodemográfico de la población de Ezeiza y un análisis de los datos estadísticos sobre las tasas de mortalidad por cáncer, por sexo y para todas las edades combinadas, con una comparación de las tasas de mortalidad de Ezeiza con las de la Argentina, la Provincia de Buenos Aires y otros distritos de la Región Sanitaria VI (anexo 9).
- Carta del Director del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, de fecha 3 de mayo de 2005, en respuesta a la solicitud de la Justicia (ref. 2900-5506/05). La carta contiene información sobre las tasas de mortalidad por cáncer correspondientes al período comprendido entre 1997 y 2003, por edad, sexo y localización del tumor para los distritos de Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza.
- Observaciones sobre los documentos mencionados preparadas para la Justicia por la ARN.

3.3.3. Estadísticas sobre la mortalidad por cáncer

Los informes del Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud presentados al Secretario General del Presidente de la Argentina demuestran que las tasas de mortalidad por cáncer de las zonas en cuestión (de 2001 a 2003) no excedieron del rango de las tasas de mortalidad nacionales y provinciales debidas a cánceres espontáneos (cuadros C y D).

Cuadro C. Tasa de mortalidad estandarizada (SMR) por cáncer en determinados distritos de la Provincia de Buenos Aires (todos los cánceres, ambos sexos)*

Población:	Año	Defunciones observadas	Defunciones previstas**	SMR	Intervalo de confianza del 95%
Ezeiza	2001	115	117	97,9	80,0–115,8
	2002	89	118	75,2	59,6–90,8
	2003	92	126	73,3	58,3–88,2
Esteban Echeverría	2001	274	277	99,1	87,4–110,8
	2002	260	276	94,4	82,9–105,9
	2003	260	290	89,6	78,7–100,5
La Matanza	2001	1413	1736	81,4	77,2–85,7
	2002	1444	1712	84,4	80,0–88,7
	2003	1445	1739	80,6	76,4–84,7

* Ministerio Provincial de Salud Pública, Departamento de Informática.

** Los valores de la mortalidad por cáncer espontáneo previstos fueron determinados por el Ministerio Provincial de Salud Pública (Provincia de Buenos Aires) teniendo en cuenta la población de cada distrito y el valor promedio de la tasa de mortalidad por cáncer espontáneo de toda la provincia

Cuadro D. Tasa de mortalidad estandarizada (SMR) por cáncer en determinados distritos de la Provincia de Buenos Aires (todos los cánceres combinados)*

Distritos de la Región VI	Tasa de mortalidad por 100 000 habitantes	SMR	Intervalo de confianza del 95%
<i>Mujeres</i>			
Almirante Brown	110,3	90,0	90–100
Avellaneda	524,2	580	550–620
Berazategui	109,9	100	90–100
Esteban Echeverría	92,2	90	80–100
Ezeiza	77,3	90	70–100
Florencio Varela	85,6	100	90–110
Lanas	148,4	80	80–90
Lomas de Zamora	125,1	80	80–90
Quilmas	142,7	100	90–100
Región VI	132,1	130	120–130
<i>Varones</i>			
Almirante Brown	136,8	90	90–100
Avellaneda	630,7	560	530–590
Berazategui	150,0	100	100–110
Esteban Echeverría	116,8	90	80–100
Ezeiza	92,3	80	70–90
Florencio Varela	104,8	100	90–110
Lanas	186,4	80	80–90
Lomas de Zamora	153,5	90	80–90
Quilmas	180,2	100	100–100
Región VI	147,9	70	60–70

* Ministerio Provincial de Salud, Departamento de Informática.

3.3.4. Conclusiones

De la información examinada no se desprende que haya habido ningún aumento de la mortalidad por cáncer en la población de la zona objeto de estudio, en comparación con las tasas de mortalidad por cáncer que figuran en otros datos nacionales/provinciales.

4. SITUACIÓN RADIOLÓGICA DE LA ZONA ESTUDIADA

Para evaluar la situación radiológica, los miembros del peritaje internacional examinaron los datos existentes facilitados por el Gobierno sobre el contenido de radionucleidos del agua de la zona estudiada y de otros lugares de la Argentina. También tuvieron en cuenta los datos sobre las aguas superficiales y subterráneas obtenidos en el ejercicio de intercomparación, así como los datos sobre las muestras del suelo y de partículas suspendidas en el aire.

4.1. AGUAS SUPERFICIALES

Las muestras tomadas por los miembros del peritaje internacional de los ríos Matanza y Aguirre no contienen radionucleidos artificiales (de Cs, Sr, Co y H) en cantidades detectables (cuadro 11, anexo 5). Las muestras contienen el mismo nivel de uranio, independientemente del lugar de muestreo, ya sea aguas arriba o aguas abajo del emplazamiento del CAE. Las relaciones de actividad $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ van de 1,30 a 1,40, lo que representa el valor promedio del agua superficial natural debido a la disponibilidad por lo general más alta para la disolución de ^{234}U a causa del retroceso del átomo

después de la desintegración alfa del ^{238}U [6]. Las relaciones de concentración atómica y de concentración de actividad $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ obtenidas utilizando la ICP-MS para las muestras de las aguas superficiales (cuadro 7 del anexo 5) concuerdan con los datos publicados sobre la abundancia natural [7]. Por lo tanto, no hay indicios de la presencia de uranio empobrecido o enriquecido en esas muestras.

El contenido de uranio de estas aguas fluviales (cuadro A) es mayor que el valor promedio global de las aguas superficiales, pero está dentro del rango de los valores globales notificados [6]. El contenido relativamente alto de uranio en las aguas de los ríos Matanza y Aguirre no puede explicarse por una descarga puntual del CAE, ya que el contenido de uranio es equivalente aguas arriba y aguas abajo del lugar actual de descarga de efluentes del CAE. Teniendo en cuenta la hidrogeología regional, tampoco puede estar causado por emisiones de uranio del CAE al acuífero freático, ya que una emisión de uranio de ese tipo no podría extenderse a la parte superior de la cuenca hidrográfica del río Matanza (véase 4.2). Las aguas fluviales no estaban contaminadas por precipitaciones radiactivas desde el aire en el momento del muestreo, pues la concentración de radionucleidos en el aire registrada en esos días no indica la presencia de uranio (véase 4.4). No es probable que el uranio provenga exclusivamente del drenaje de agua con un alto contenido de uranio en el suelo superficial de la zona estudiada, ya que las muestras de suelo tomadas tienen un contenido de uranio similar al comúnmente observado en las muestras ambientales de suelo (véase 4.3).

La carga de uranio parece ser un proceso natural continuo que tiene lugar en el acuífero freático, donde la recarga de aguas subterráneas, ricas en oxígeno con un pH alto y un elevado contenido de carbonatos, lixivia el sustrato geológico a lo largo de las vías de aguas subterráneas y descarga a continuación en los ríos. Este tipo de proceso natural podría explicar el considerable contenido de uranio en las aguas fluviales y probablemente el contenido de otros elementos de metales pesados comunes en los horizontes geológicos detríticos del delta del Río de la Plata [8].

De los datos expuestos puede concluirse que el contenido de uranio de las aguas superficiales es de origen natural.

Desde el punto de vista radiológico, el contenido de uranio natural medido en las aguas superficiales no plantea ningún riesgo en lo que se refiere al uso del agua del río por la población. De todas maneras, esas aguas no son aptas para el consumo público, pues los ríos ya están intensamente contaminados por los efluentes domésticos e industriales de origen orgánico.

4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las muestras de aguas subterráneas tomadas para el peritaje internacional en los tres distritos de interés no contienen radionucleidos artificiales (de Cs, Sr, Co y H) en cantidades detectables (cuadro 11, anexo 5). El contenido de uranio se sitúa entre 10 y 35 $\mu\text{g l}^{-1}$, valor que supera al promedio mundial para las aguas subterráneas. Sin embargo, esos valores de uranio están dentro del rango de valores notificados para las aguas subterráneas (de 0,01 a 700 $\mu\text{g l}^{-1}$) [9] y para el agua potable [10]. Las relaciones de actividad $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ obtenidas de las muestras de aguas subterráneas se situaron entre 1,20 y 1,37. Estos valores se observan comúnmente en las aguas subterráneas, donde esa relación de actividad suele variar entre 1,1 y 3 (aunque a veces llega a 30) [9]. La razón de ello es la disponibilidad por lo general más alta para la disolución de ^{234}U a causa del retroceso del átomo después de la desintegración alfa de ^{238}U . Las relaciones de concentración atómica y de concentración de actividad de $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ obtenidas utilizando la ICP-MS para las muestras de aguas subterráneas (cuadro 7 del anexo 5) concuerdan con los datos publicados sobre la abundancia natural [7]. Por lo tanto, no hay indicios de la presencia de uranio empobrecido o enriquecido en esas muestras.

Las muestras del peritaje internacional se tomaron en pozos seleccionados de modo que fueran representativos del acuífero de Puelche, que es el que se utiliza para el abastecimiento de agua potable en esos distritos, mediante pozos públicos y privados. Los datos obtenidos por los miembros del

peritaje no difieren de los de análisis anteriores efectuados por la ARN u otras fuentes de información en los mismos puntos de muestreo. El examen del conjunto de todos los datos existentes no revela ninguna tendencia respecto de las líneas de flujo de las aguas subterráneas, los límites de los acuíferos o el emplazamiento de instalaciones industriales, incluido el CAE. Las diferencias observadas de un pozo a otro se explican por factores hidrogeológicos temporales y espaciales influenciados por los mecanismos de extracción de agua. Además, en la mayor parte de esos distritos, el acuífero de Puelche está confinado y los gradientes de flujo se vuelven hacia la superficie, lo que impide toda posibilidad de que la contaminación descienda de los ríos o acuíferos freáticos al acuífero de Puelche.

Se han registrado niveles de uranio comparables a los de las aguas subterráneas del acuífero de Puelche también en otros distritos del Gran Buenos Aires, así como en otras partes de la Provincia de Buenos Aires y en acuíferos de otras regiones de la Argentina [11]. Estas observaciones, junto con el marcado isotópico natural del uranio disuelto, confirman el origen natural del uranio disuelto en las aguas subterráneas bombeadas del acuífero de Puelche en la zona estudiada. También en este caso, el proceso de lixiviación tiene lugar a lo largo de las líneas de flujo de las aguas subterráneas y alcanza diferentes grados, en función del tiempo de tránsito del agua y de la mineralogía de los horizontes geológicos lixiviados. Además de las características geológicas de cada zona, existen distintos factores, como el pH, el contenido de carbonatos y las condiciones de reducción-oxidación, que podrían causar variaciones en el nivel de uranio en las aguas subterráneas.

De conformidad con la metodología descrita en el capítulo sobre los aspectos radiológicos de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable, tercera edición [2], los miembros del peritaje internacional concluyeron que los niveles de radioactividad de las aguas subterráneas muestreadas para el peritaje o tomadas anteriormente por otras partes interesadas cumplen las normas internacionales de protección radiológica [2, 3] y, por lo tanto, no representan un peligro radiológico para la salud humana.

Además de un riesgo radiológico, el uranio puede también plantear un riesgo químico. La base científica para evaluar este peligro está todavía en elaboración y hasta ahora sólo se dispone de un nivel de orientación provisional de la OMS [4]. Si bien el mandato del peritaje internacional se limitaba a los aspectos radiológicos, los expertos observaron que en algunas muestras de agua la concentración de uranio natural excede de los niveles de orientación provisional de la OMS de $15 \mu\text{g l}^{-1}$ establecidos para el uranio natural sobre la base de su toxicidad química [2]. La OMS indica que el valor de orientación es provisional debido a las incertidumbres existentes en relación con la toxicología y epidemiología del uranio y a que técnicamente es difícil alcanzar esos valores en los puntos de suministro más pequeños (pozos privados) (véase el anexo 8). Algunas de las muestras de aguas subterráneas tomadas de los acuíferos de Puelche tienen un contenido de uranio que excede del nivel de orientación provisional de la OMS, pero que cumple con el nivel de referencia establecido en la normativa argentina pertinente [12, 13].

4.3. MUESTRAS DEL SUELO

En los cuadros 8, 9 y 14 del anexo 5 se exponen los resultados obtenidos para las muestras del suelo. En todos los casos, la mayor parte del suelo se pasó por un tamiz de 2 mm. En el caso de la muestra AA0037 sólo se obtuvo una pequeña cantidad de material de fracción gruesa, y por lo tanto las incertidumbres resultantes fueron muy altas para las concentraciones de actividad de los radionucleidos en la fracción gruesa; por esta razón no se consignan resultados para esta submuestra.

Las concentraciones de actividad de los radionucleidos obtenidas de las muestras de suelo estuvieron dentro del rango de valores comúnmente observados en las muestras ambientales de suelo [10]. Respecto del emplazamiento 1, no hay pruebas sólidas de un aumento de las concentraciones de uranio a medida que se sube en el perfil del suelo. Esto significa que si hay sedimentación de uranio en el suelo procedente de la atmósfera, las cantidades deben ser pequeñas en comparación con la cantidad de uranio natural presente en el suelo. En la mayoría de las muestras, y teniendo en cuenta las

incertidumbres de los resultados, ^{226}Ra parece estar en equilibrio secular, o casi, con su progenitor el ^{238}U . Este resultado también implica que sólo hay una sedimentación insignificante de uranio en la superficie del suelo desde la atmósfera.

En el cuadro 14 del anexo 5 se consignan los resultados relativos a la fracción fina de la capa superficial del suelo en los tres puntos de muestreo. Estos resultados, obtenidos por espectrometría alfa, se refieren a los isótopos 234 y 238 del uranio. Sobre la base de los resultados de los cuadros 9 y 14 sobre los radionucleidos de la serie del uranio, ^{238}U - ^{234}U - ^{226}Ra , puede decirse que, en esas tres muestras de suelo, los tres radionucleidos están en equilibrio secular, dentro de las incertidumbres analíticas, y por lo tanto son de origen exclusivamente natural.

4.4. MUESTRAS DE FILTROS DE AIRE

Los resultados obtenidos de las muestras de filtros de aire figuran en el cuadro 10. En esas muestras, sólo los radionucleidos naturales ^{226}Ra y ^{40}K estaban presentes en niveles superiores al de actividad mínima detectable. Cabe señalar que los tamaños de las muestras de filtros de aire medidos eran diferentes. La cantidad de material de papel de filtro blanco fue mayor en el blanco que en la muestra. Al parecer, se suministraron cuatro filtros completos para el blanco, mientras que la muestra de filtros era un solo filtro. Esto no repercutió en la interpretación de las mediciones.

5. CONCLUSIÓN

Con referencia a sus objetivos, el peritaje internacional permitió llegar, con un alto grado de certeza, a las conclusiones siguientes:

- No hay contaminación antropógena (de origen humano) con elementos radiactivos en el suelo superficial, en el subsuelo, ni en las aguas superficiales o subterráneas utilizadas con fines de suministro de agua para consumo humano en la zona constituida por los distritos de Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). En particular, no se detectó la presencia de uranio enriquecido o empobrecido.
- Hay uranio natural en el acuífero de Puelche, como resultado de procesos geoquímicos naturales.
- Los niveles de radiactividad medidos en las aguas subterráneas cumplen las normas internacionales de protección radiológica [2, 3] y, por lo tanto, no representan un peligro radiológico para la salud humana.
- El agua para consumo suministrada a la población de las mencionadas localidades no contiene elementos radiactivos en niveles que sean nocivos para la salud.
- En vista de los resultados de las mediciones efectuadas en las muestras de agua, no se prevén efectos sanitarios perjudiciales por exposición a radiación ionizante. Las estadísticas sanitarias respaldan esta conclusión.
- Puesto que no hay contaminación antropógena con elementos radiactivos, no puede atribuirse contaminación alguna de ese tipo a actividades que se hayan realizado o que se estén realizando en el emplazamiento del CAE.
- La Autoridad Regulatoria Nuclear de la Argentina regula adecuadamente las actividades del Centro Atómico Ezeiza.

Además de un riesgo radiológico, el uranio puede también plantear un riesgo químico. La base científica para evaluar este peligro está todavía en elaboración y hasta ahora sólo se dispone de un nivel de orientación provisional de la OMS. Aunque el peritaje internacional se limitó a los aspectos radiológicos, se observó que en algunas muestras de agua la concentración de uranio natural supera los

valores de orientación provisionales establecidos por la OMS para el uranio natural sobre la base de su toxicidad química. Algunas de las muestras de aguas subterráneas tomadas del acuífero de Puelche tienen un contenido de uranio que excede del nivel de orientación provisional de la OMS, pero cumplen con el nivel de referencia establecido en la normativa argentina pertinente.

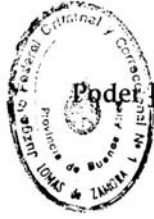
NOTA DE AGRADECIMIENTO

Los participantes en el peritaje internacional desean expresar su agradecimiento por los debates constructivos, francos y transparentes sostenidos con todo el personal de contraparte argentino durante la misión.

REFERENCIAS

- [1] AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR, Analisis del informe pericial N°6 (*contrainforme al Informe pericial N° 6*). Informe de la ARN, Buenos Aires (2005).
- [2] Carta del Jefe de la Sección de Seguridad de los Desechos del OIEA al Presidente de la ARN, de fecha 28 de abril de 2005, ref: 754-J1.05.
- [3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad N° 115 (1997)
- [4] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías de la OMS para la calidad del agua potable, tercera edición, Volumen 1, Recomendaciones, OMS, Ginebra (2004).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. *Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection*. Colección de Normas de Seguridad N° RS-G-1,8, OIEA, Viena (2005).
- [6] OSMOND, IVANOVICH, J.K., Uranium-series mobilization and surface hydrology. En Uranium-series disequilibrium, Application to Earth, Marine and Environmental Sciences. Ivanovich and Harmon Eds, segunda edición, Clarendon Press, Oxford (1992) 259-289.
- [7] ROSMAN, K.J.R., TAYLOR, P.D.P., Isotopic compositions of the elements. Pure & Appl. Chem., Vol. 70, No. 1, 217-235 (1998).
- [8] SMEDLEY, P.L., KINNIBURGH, D.G., MACDONALD, D.M.J., NICOLLI, H.B., BARROS, A.J., TULLIO, J.O., PEARCE, J.M., ALONSO, M.S., Arsenic associations in sediments from the loess aquifer of La Pampa, Argentina. Applied Geochemistry, Volumen 20, No. 5, mayo de 2005, páginas 989-1016.
- [9] OSMOND, J.K., COWART, J.B., Ground Water. En Uranium-series disequilibrium, Application to Earth, Marine and Environmental Sciences. Ivanovich and Harmon Eds, segunda edición, Clarendon Press, Oxford (1992) 290-333.
- [10] COMITÉ CIENTÍFICO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LAS RADIACIONES ATÓMICAS, Anexo B: Exposures from Natural Radiation Sources, UNSCEAR 2000. Informe a la Asamblea General, Volumen 1 sources, Naciones Unidas, Nueva York (2000) 83-156.
- [11] NICOLLI, H.B., O'CONNOR, T.E., SURIANO, J.M., Geoquímica del arsénico y de otros oligoelementos en aguas subterráneas de la llanura sudoriental de la provincia de Córdoba. Miscelánea N° 71, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba (1985) 112p.
- [12] República Argentina. Ley 24051 "Régimen Legal de los Residuos Peligrosos", Decreto Reglamentario 831/93, para agua de consumo humano.
- [13] República Argentina. Ley 24585 "Marco Jurídico Ambiental para la Actividad Minera" Anexo IV.

ANEXO 1
SOLICITUD DE LA JUSTICIA FEDERAL ARGENTINA



Poder Judicial de la Nación

MUY URGENTE

Lomas de Zamora, 18 de mayo de 2005.

Al Señor Presidente del Directorio de la
Autoridad Regulatoria Nuclear.
Dr. Raúl Oscar Racana.
S/D.-

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., en relación a causa n° 5.452 caratulada "Actuaciones Instruidas por averiguación presunta infracción artículos 200 y 207 del Código Penal" de trámite por ante este Juzgado Federal de Primera Instancia en lo Criminal y Correccional N° 1 de Lomas de Zamora, sito en Alem 180 de Lomas de Zamora, a mi cargo, del registro de la Secretaría N° 1 del Dr. Gustavo F. González, a efectos de hacerle saber que, de conformidad con lo que surge de la notas ARN nros.766/05 y 870/05, deberá requerirse, por medios de los canales consultivos correspondientes, la intervención del Organismo Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.) para la organización de un grupo independiente de expertos homólogos internacionales, con la participación de las organizaciones supra nacionales relevantes en el tema- tales como el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), la Asociación Internacional de Protección Radiológica (I.R.P.A.) y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (I.C.R.P.), entre otras, para la realización de un peritaje tendente a establecer, de conformidad con la naturaleza del objeto procesal de esta causa, resulta necesario, determinar con la certeza que reclama el sistema valorativo vigente, las siguientes cuestiones sustanciales:

A) si existe contaminación, por la presencia de elementos radiactivos, en el suelo superficial, en el subsuelo, en las aguas superficiales y subterráneas, así como en el aire, de la zona abarcada por los partidos de Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza de la provincia de Buenos Aires.

En su caso, deberá determinarse la entidad del peligro causado, si la contaminación puede atribuirse a las actividades que se realizaron y/o realizan en el predio del Centro Atómico Ezeiza dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica, de tal modo que haya generado peligro para la salud.

c/Racana

L

SAN

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR DEPENDENCIA DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION	
ENTRÓ 19 MAYO 2005	SALÍÓ 41698/5

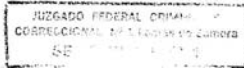
13⁰⁰h.

B) deberá comprobarse si el agua para consumo (humano y/o industrial) que se le provee a la población de las localidades anteriormente mencionadas se encontraría contaminada con elementos radiactivos y, por ello, resultaría nocivo para la salud.

C) en el supuesto de detectarse contaminación en las circunstancias señaladas y que no pudiese atribuirse a la actividad del mentado centro atómico, deberá determinarse el origen posible de ello.

Por tal motivo, deberá elaborarse, a la mayor brevedad, el plan de trabajo correspondiente que comprenda las cuestiones abordadas precedentemente, con especial indicación de las actividades previstas para satisfacer dichos requerimientos probatorios, haciéndose expresa mención de los laboratorios con sede en el extranjero en donde se llevarán a cabo las determinaciones analíticas radioquímicas y una vez reunida dicha información, la misma deberá ser elevada en forma urgente a estos estrados.

Saludo a Ud. muy atentamente.-



ROBERTO P. SANTA MARINA
JUEZ FEDERAL

ANEXO 2

DESCRIPCIÓN DE LAS ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL PERITAJE INTERNACIONAL Y CURRÍCULO DE LOS EXPERTOS QUE INTERVINIERON

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA): Se creó en el año 1957. Es un organismo del sistema de las Naciones Unidas que basa su labor en tres pilares: la verificación, la cooperación y la seguridad. En el marco de la seguridad, su objetivo principal es proteger a las personas y al medio ambiente de los efectos nocivos de la exposición a las radiaciones ionizantes. Su Estatuto le asigna el objetivo de procurar acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. Una de las funciones del OIEA es "establecer o adoptar, en consulta, y cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad (inclusive normas de seguridad sobre las condiciones de trabajo), y proveer a la aplicación de estas normas a sus propias operaciones, así como a las operaciones en las que se utilicen los materiales, servicios, equipo, instalaciones e información suministrados por el Organismo, o a petición suya o bajo su control o dirección; y [...] proveer a la aplicación de estas normas, a petición de las partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la energía atómica". Además, con respecto a cualquier proyecto del OIEA, o a otro arreglo en el cual las partes interesadas soliciten de él que aplique salvaguardias, el OIEA tiene el derecho y la responsabilidad, en cuanto se relacione con el proyecto o arreglo, de "exigir la observancia de cualquier medida de protección de la salud y de seguridad prescritas por el Organismo" y "enviar al territorio del Estado o de los Estados beneficiarios a inspectores. La finalidad de las normas internacionales que desarrolla es, entre otras, facilitar al OIEA el cumplimiento de estas funciones, derechos y responsabilidades para determinar si se observan dichas medidas de protección de la salud y de seguridad".

Organización Mundial de la Salud (OMS): Es un organismo especializado de las Naciones Unidas. Tuvo su origen en una propuesta formulada en la Conferencia de las Naciones Unidas, celebrada en San Francisco en 1945, en la que se pidió la creación de un organismo especializado encargado de todas las cuestiones relativas a la salud. La Constitución de la OMS entró en vigor el 7 de abril de 1948, la primera Asamblea Mundial de la Salud se reunió en Ginebra en junio de 1948, y la Organización quedó establecida con carácter permanente el 1 de septiembre de 1948. Sus actividades se realizan por medio de tres órganos: la Asamblea Mundial de la Salud, instancia suprema a la que todos los Estados Miembros envían delegados; el Consejo Ejecutivo, órgano ejecutivo de la Asamblea de la Salud; y la Secretaría, encabezada por el Director General. Por medio de esta Organización, los profesionales de la salud de casi 180 países intercambian conocimientos y experiencia con el fin de hacer posible que todos los ciudadanos del mundo consigan un grado de salud que les permita llevar una vida social y económicamente productiva. La OMS desarrolla su labor con una estructura orgánica descentralizada; tiene su sede en Ginebra, seis oficinas regionales —África, América, Europa, Mediterráneo oriental, Pacífico occidental y sudeste de Asia—, y oficinas locales en muchos países. Para cumplir su misión, la OMS cuenta con su plantilla multinacional de funcionarios y, además, recurre a actividades de cooperación con otras organizaciones internacionales, a sus centros colaboradores, sus grupos de expertos asesores y diversas organizaciones científicas y profesionales no gubernamentales entre las que figuran la Sociedad Internacional de Radiología, la Sociedad Internacional de Radiógrafos y Técnicos de Radiología y la Organización Internacional de Física Médica. Por medio de la cooperación técnica directa con sus Estados Miembros, e impulsando dicha cooperación entre ellos, la OMS fomenta el desarrollo de amplios servicios de sanidad, la prevención y control de las enfermedades, la mejora de las condiciones ambientales, el perfeccionamiento de los

recursos de personal en la esfera de la salud, la coordinación y desarrollo de las investigaciones sobre biomedicina y servicios sanitarios, y la elaboración y ejecución de programas de salud. En la esfera radiológica, los temas de interés para la OMS son las aplicaciones de la radiación en medicina y la higiene radiológica.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): Fue creada en 1945 en sustitución del Instituto Internacional de Agricultura. Uno de sus objetivos es asegurar mayor eficacia en la producción y distribución de productos alimenticios y agrícolas. Las principales funciones de la FAO son: ejecutar programas en gran escala de asesoramiento y asistencia técnica al mundo de la agricultura; acopiar, analizar y difundir información; asesorar a los gobiernos en cuestiones de política y planificación; y, finalmente, ofrecer a los gobiernos y expertos ocasiones de reunirse y analizar temas relativos a la agricultura y la alimentación. Por diversos conductos oficiales y extraoficiales, la FAO presta a los gobiernos de sus Estados Miembros asesoramiento y asistencia sobre todos los aspectos de la producción, distribución y consumo de alimentos y productos agrícolas en consonancia con las necesidades existentes. En 1962, la FAO y la OMS constituyeron la Comisión del *Codex Alimentarius*, con los siguientes objetivos: proteger la salud de los consumidores y velar por la existencia de prácticas satisfactorias en el comercio de alimentos, promover la coordinación de todos los trabajos e iniciativas en materia de normas alimentarias que realicen las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales, establecer prioridades y emprender y orientar la elaboración de proyectos de normas con la colaboración y ayuda de las organizaciones apropiadas y publicar esas normas en forma de *Codex Alimentarius*, así como enmendar las normas publicadas tras un examen atento de la evolución de la situación. En el año 1964 la FAO impulsó la creación del Programa Conjunto FAO/OIEA, uno de cuyos objetivos es la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Organización Panamericana de la Salud (OPS): Fundada en 1902, es un organismo internacional de salud pública dedicado a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas. Goza de reconocimiento internacional como parte del sistema de las Naciones Unidas, y actúa como Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. Dentro del Sistema Interamericano, es el organismo especializado en salud. El personal de la institución comprende a científicos y técnicos expertos que, ya sea en su sede, sus oficinas representativas en 27 países o sus ocho centros científicos, trabajan con los países de América Latina y el Caribe para abordar temas prioritarios de salud. Las autoridades sanitarias de los Gobiernos Miembros de la OPS fijan las políticas técnicas y administrativas de la Organización por medio de sus Cuerpos Directivos. Los Gobiernos Miembros de la OPS son los 35 países de las Américas; Puerto Rico es un Miembro Asociado. Francia, el Reino de los Países Bajos y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte son Estados Participantes, y España y Portugal son Estados Observadores. La OPS inició sus actividades de salud radiológica en los años del decenio de 1950, prestando especial atención a los aspectos de la radiación relacionados con la salud pública. Actualmente el Programa Regional de Salud Radiológica tiene como finalidad principal asesorar en el campo de la salud radiológica haciendo hincapié en la orientación de las políticas y los programas para fortalecer los procesos de desarrollo, producción, evaluación, incorporación y utilización de las tecnologías apropiadas en las áreas del diagnóstico por imagen y radioterapia, en la seguridad radiológica del público, el paciente, los trabajadores y el medio ambiente, y en la preparación y respuesta a emergencias radiológicas.

Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR): En 1955 la Asamblea General de las Naciones Unidas, mediante su resolución 913 (X), estableció un Comité Científico en respuesta a ciertas preocupaciones por los efectos de la radiación en la salud y el medio ambiente. Entonces se realizaban ensayos nucleares cuyos desechos se dispersaban por la atmósfera y el medio ambiente, alcanzando el cuerpo humano a través de su absorción por el aire, el agua y los alimentos. Por esta razón se solicitó al Comité que reuniera y evaluara la información científica sobre los niveles de radiación ionizante y radionucleidos

de todas las fuentes (naturales y antropógenas) y estudiara sus posibles efectos en el ser humano y el medio ambiente. Los tratados internacionales actuales prohíben este tipo de ensayos con armas nucleares en la atmósfera, pero aún se produce cierta exposición mínima a la radiación procedente de otras fuentes y prácticas. Entre las fuentes artificiales se encuentran: los reactores nucleares, que en muchos países se utilizan para producir energía eléctrica, y los exámenes médicos con rayos X, que son muy comunes en todo el mundo. Entre las fuentes de exposición más importantes figura la radiación natural, que siempre existió en la Tierra y a la que todos estamos expuestos. La radiación natural incluye los rayos cósmicos que entran en la atmósfera desde el espacio exterior y la emitida por el potasio, el uranio, el radio, el radón y otros isótopos radiactivos naturales presentes en suelo, el agua, los alimentos y el cuerpo humano. El Comité está integrado por científicos de 21 Estados Miembros. Actualmente, esos Estados miembros son los siguientes: Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Egipto, Francia, Alemania, India, Indonesia, Japón, México, Perú, Polonia, Rusia, Eslovaquia, Sudán, Suecia, Reino Unido y los Estados Unidos de América. La Secretaría del UNSCEAR brinda al Comité la ayuda necesaria para la realización de su trabajo y tiene su sede en Viena. Esta Secretaría consulta con científicos de todo el mundo para establecer bases de datos sobre las exposiciones y la información relativa a los efectos de la radiación ionizante. El Comité produce los informes del UNSCEAR, que se remiten a la Asamblea General de la Naciones Unidas. Estos informes están también a disposición del mundo científico como publicaciones de las Naciones Unidas y la comunidad científica los considera referencias fundadas, equilibradas y autorizadas. En los informes se examinan las exposiciones debidas a fuentes de radiación natural, a la producción de energía nuclear y a los ensayos nucleares, las exposiciones con fines de diagnóstico y tratamiento médicos y la exposición ocupacional a la radiación. Se incluyen también estudios detallados del cáncer provocado por la radiación, los mecanismos de desarrollo del cáncer y los sistemas de reparación del cuerpo, además de los riesgos de enfermedades hereditarias inducidas por la exposición a la radiación, y los efectos combinados de la radiación y otros agentes. Se presta gran atención asimismo a la evaluación de las consecuencias radiológicas de accidentes, como el ocurrido en Chernóbil. Aunque el trabajo del Comité Científico corre a cargo de sus 21 Estados Miembros, el Comité cuenta con la colaboración de todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas y la comunidad científica internacional. Las evaluaciones de las fuentes de exposición realizadas por el Comité Científico son representativas de todas las regiones del mundo, ya que la información se compila a partir de cuestionarios sobre las fuentes naturales, las fuentes ocupacionales y las fuentes médicas de la exposición que se envían a todos los Estados Miembros. Muchos de estos Estados han establecido sistemas gubernamentales que reúnen datos para proporcionar la información necesaria al UNSCEAR. El trabajo del Comité Científico recibe también contribuciones de 58 organizaciones nacionales, que comprenden las 21 delegaciones nacionales del Comité Científico, y de las cuatro organizaciones internacionales que participan en sus deliberaciones.

Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA): Es una organización internacional no gubernamental de profesionales del campo de la protección radiológica que son también miembros de las Sociedades Asociadas nacionales o regionales. El objetivo primario de la Asociación es proporcionar un medio para promover los vínculos internacionales y la cooperación entre quienes se dedican a la protección radiológica. Esto incluye los aspectos pertinentes de ramas del conocimiento tales como las ciencias exactas, la medicina, la ingeniería, la tecnología y el derecho, en un esfuerzo por asegurar la protección del ser humano y su medio ambiente contra los riesgos causados por la radiación ionizante y no ionizante y facilitar así el uso de la radiación y la energía nuclear con fines pacíficos en beneficio de la humanidad. Las actividades que realiza la Asociación para alcanzar su objetivo primario son las siguientes: (i) propiciar el establecimiento de sociedades de protección radiológica en todo el mundo como un medio de incrementar la cooperación internacional entre los que intervienen en la protección radiológica; (ii) organizar y apoyar reuniones internacionales para el examen de todos los aspectos de la protección radiológica; (iii) favorecer las publicaciones internacionales dedicadas a la protección radiológica; (iv) alentar la investigación y las oportunidades

de formación en las disciplinas científicas que apoyan la protección radiológica y (v) respaldar el establecimiento y la revisión continua de normas de protección radiológica universalmente aceptables o recomendaciones por los órganos internacionales competentes. El gobierno de las actividades de la IRPA está en manos una Asamblea General, un órgano parlamentario integrado por un número relativamente grande de personas, que son los miembros del Consejo Ejecutivo y los delegados elegidos por las Sociedades Asociadas. La Asamblea General se reúne cada tres años en el Congreso de la IRPA que se desarrolla en distintos países con Sociedades afiliadas.

Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR): Fue establecida en 1928 por el Congreso Internacional de Radiología como una comisión vinculada a dicho Congreso, denominada “Comité Internacional de Protección ante los Rayos X y el Radio”. En 1950, cambió su organización y recibió el nombre actual. Sin embargo, la CIPR ha mantenido su relación especial con la Sociedad Internacional de Radiología y la profesión radiológica. No obstante, con el paso de los años, ha ampliado el alcance de sus actividades a todos aspectos de la protección radiológica. La CIPR está registrada como una entidad independiente sin fines de lucro en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y se financia principalmente mediante las contribuciones voluntarias de organismos gubernamentales nacionales e internacionales interesados en la protección radiológica. La Comisión colabora con la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (ICRU) y tiene relaciones con muchos otros órganos internacionales con interés en la protección radiológica, tales como el OIEA, la Organización Internacional del Trabajo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el UNSCEAR, la OMS, la Comisión Electrotécnica Internacional, la IRPA, la Organización Internacional de Normalización, la Comisión Europea y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. Las recomendaciones de la Comisión constituyen el fundamento de las normas básicas de protección radiológica, así como de los códigos y reglamentos más detallados que publican otras organizaciones internacionales y órganos nacionales. Las primeras recomendaciones de la CIPR se publicaron en 1928, y la primera publicación de la serie actual, la Publicación 1 (ICRP, 1959), contiene las recomendaciones aprobadas en 1958. Las recomendaciones generales subsiguientes han aparecido como Publicación 6 (ICRP, 1964), Publicación 9 (ICRP, 1966), Publicación 26 (ICRP, 1977) y Publicación 60 (ICRP, 1991). Los informes sobre temas más especializados han aparecido en publicaciones intermedias, subsiguientes a la publicación de cada recomendación principal.



Didier Louvat (OIEA)

Es Jefe de la Sección de Seguridad de los Desechos, en la División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del Departamento de Seguridad Nuclear Tecnológica y Física del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Se graduó en geología con especialización avanzada en aplicaciones ambientales en 1984 en la Universidad de París (Francia). En 1987 se doctoró en ciencias geoquímicas isotópicas en la misma Universidad. Ese año comenzó su carrera profesional en el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) trabajando como Oficial Técnico para la aplicación de técnicas nucleares en la resolución de problemas ambientales. En 1992 se incorporó al Departamento del Ciclo del Combustible Nuclear de la Comisión de Energía Atómica francesa (CEA), donde desarrolló programas relacionados con la disposición geológica de desechos radioactivos. En particular, desde 1995 hasta 1999, coordinó el programa internacional “Oklo-Natural Analogue”. A partir del año 2000 fue responsable del Laboratorio Francés de Radiactividad Ambiental para la Protección Radiológica, en el Instituto de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear (IRSN). En 2004 volvió a incorporarse al OIEA. Actualmente además de ser el responsable de la Sección mencionada, dirige el Programa de Gestión de Desechos Radiactivos del OIEA. El Sr. Louvat ha sido conferenciante en el curso avanzado de geociencias ambientales de la Universidad de Marsella y miembro del Consejo Consultivo Científico del Centro de Investigación Francés de la Geología del Uranio.



Zhanat Carr (OMS):

Es integrante del equipo de radiaciones ionizantes, unidad de Radiación y Salud Ambiental de la Organización Mundial de la Salud (OMS), desde julio del 2002. Es médico. Recibió su título de grado en 1989 de la Facultad de Medicina en Kazajstán, con una especialización en radiación oncológica. Defendió su tesis doctoral relacionada con la modificación biológica de la radiosensibilidad en el año 1993, en el Centro de Investigación Médica de Radiaciones en Obninsk (Rusia). Más tarde, obtuvo un máster en biología de la radiación en el Hospital de St. Bartholomew y el Colegio Queen Mary Westfield de la Universidad de Londres (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte). En 1999 recibió el premio posdoctoral NIH y, durante los años 2000 y 2002 trabajó en el sector de epidemiología de las radiaciones en el Instituto Nacional del Cáncer de Maryland (Estados Unidos), donde se dedicó a estudios epidemiológicos en sujetos expuestos a consecuencias nucleares y pacientes tratados con radioterapia. En la OMS, la Sra. Carr participa actualmente en la definición, planificación y coordinación de la función de la OMS, y de su política, programas y actividades en esferas clave de la radiación ionizante del Programa de Radiación y Salud Ambiental (RAD). Además, prepara y organiza reuniones internacionales y nacionales y participa en ellas. Desarrolla material de información para el público, especialistas y autoridades nacionales. Entre sus otras tareas figuran la gestión de acuerdos de asesoramiento y colaboración de la OPS con Estados Miembros y sus centros de colaboración nacionales, con las Naciones Unidas y con otras organizaciones internacionales.



David H. Byron (FAO/OIEA):

Es el responsable de la Sección de Protección de los Alimentos y el Medio Ambiente de la División Mixta de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Organismo Internacional de Energía Atómica (FAO/OIEA), Programa Conjunto sobre Técnicas Nucleares en Alimentación y Agricultura. Esta Sección y su Dependencia de Productos Agroquímicos asociada, junto con Laboratorio de Agricultura y Biotecnología FAO/OIEA, proporcionan ayuda técnica y apoyo a los países en sus esfuerzos para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos y productos agrícolas, facilitando al mismo tiempo el comercio internacional. El Sr. Byron

trabajó durante dieciséis años en la Secretaría FAO/OMS de la Comisión del Codex Alimentarius, en la sede de la FAO en Roma (Italia). Estuvo a cargo de la elaboración de normas alimentarias, directrices y códigos de prácticas relacionados con la protección del consumidor y la facilitación del comercio internacional. En ese ámbito fue responsable de los Comités sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos; Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos; Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos; Higiene de la Carne y las Aves de Corral; Frutas y Hortalizas Elaboradas; Frutas y Hortalizas Frescas; y Leche y Productos Lácteos, así como del Comité Coordinación para América del Norte y el Pacífico Sudoccidental. Antes de su vinculación con la FAO, el Sr. Byron trabajó en Washington, D.C. en la División de Normas y Etiquetado; Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos de América. También trabajó en la Ciudad de Sioux, Iowa, como calificador de materias primas en la División de Calidad de la Carnes, Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos de América. Anteriormente el Sr. Byron había prestado servicio como voluntario en un proyecto relacionado con el cultivo y producción de arroz del Cuerpo de Paz Norteamericano en la República de Benín, África Occidental. En la FAO/OIEA, el Sr. Byron dirige actualmente la puesta en práctica de reglamentos nacionales armonizados para aplicaciones sanitarias y fitosanitarias de la irradiación sobre la base de normas internacionales; la revisión y aplicación de reglamentos armonizados sobre los niveles de radionucleidos en los alimentos; la aplicación de reglamentos nacionales armonizados en relación con las buenas prácticas de laboratorio y los procedimientos analíticos para los contaminantes y los residuos en los alimentos, incluidos plaguicidas y medicamentos de uso veterinario; y la aplicación de directrices internacionales armonizadas sobre la preparación y respuesta a sucesos nucleares o radiológicos, incluida la aplicación de contramedidas agrícolas apropiadas.



Pablo Jiménez Cencerrado (OPS)

Es Asesor Regional del Programa de Salud Radiológica de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Organización Mundial de la Salud (OMS), en Washington DC- (Estados Unidos). Nació en Cuevas del Valle (España). Es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, y especialista en Radiofísica Hospitalaria, título otorgado por la Subdirección de Especialidades en Ciencias de la Salud, Ministerio de Educación y Cultura de ese país. Es experto en protección radiológica de instalaciones médicas y nucleares y posee la Licencia de Jefe de Protección Radiológica otorgada por el Consejo de Seguridad Nuclear de España. Fue profesor tutor y técnico especialista en Informática FP II en el Centro de Informática y Marketing S.A en Madrid (España). Se desempeñó como físico investigador en la División de Proyectos y Sistemas, Subdirección de Investigación y Desarrollo de Tecnología y Materiales, Departamento de Ensayos No Destructivos en Construcciones Aeronáuticas S.A (C.A.S.A). Trabajó en PHILIPS Sistemas Médicos en Palma de Mallorca y en Madrid en el área de la radioterapia. En el Hospital Son Dureta de Palma de Mallorca trabajó como radiofísico adjunto, y en el Instituto Galego de Medicina Técnica S.A., en Vigo, como Jefe de Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica antes de su incorporación a la OPS/OMS en 2002.



Malcolm Crick (UNSCEAR):

Es el Secretario del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), que funciona bajo el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Luego de egresar del Colegio Merton, Oxford, obtuvo una licenciatura en física y un máster en física nuclear y electrónica. Su competencia técnica abarca los campos de la evaluación radiológica, la modelización ambiental, la protección radiológica, las reglamentaciones internacionales y la planificación para emergencias. Es autor de muchas publicaciones sobre estos temas. Antes de ser Secretario del UNSCEAR trabajó en el OIEA, donde su último cargo fue el de Jefe del Centro de Respuesta a Incidentes y Emergencias. Anteriormente había trabajado en la protección de la población que vive en territorios contaminados por el accidente Chernóbil y en la elaboración de norma de de protección del público en situaciones ordinarias y de accidente. Antes de ingresar al OIEA ocupó varios cargos en el National Radiological Protection Board, del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Su trabajo abarcó la

evaluación radiológica del impacto de accidentes, la modelización ambiental, la protección radiológica ocupacional y la planificación de la respuesta a emergencias públicas radiológicas y nucleares. En ese período colaboró en comités internacionales de la Agencia de Energía Nuclear y del OIEA relacionados con emergencias nucleares y radiológicas. En el UNSCEAR, el Sr Crick, en su calidad de Secretario, presta la ayuda científica, técnica y administrativa que el Comité necesita para llevar a cabo su trabajo y para alcanzar y mantener el elevado nivel de excelencia científica en los materiales que debe analizar el Comité. Las actividades actuales del UNSCEAR comprenden el análisis de la exposición ocupacional y del público a varias fuentes de radiación; la reevaluación de los riesgos del radón en los hogares y lugares de trabajo; la revisión del riesgo y los efectos de la radiación en la biota no humana; el examen de nuevos ensayos de los mecanismos por los cuales la radiación ionizante puede provocar efectos en la salud; la evaluación de nuevos estudios epidemiológicos sobre la radiación y el cáncer; el examen de pruebas de detección de enfermedades distintas del cáncer que podrían estar relacionadas con la exposición a la radiación; el análisis de la amplia variabilidad mundial de la exposiciones a la radiación con fines médicos; y el análisis de las consecuencias sanitarias debidas a los efectos de la radiación desde el accidente de Chernóbil.



Philip Edward Metcalf (IRPA):

Es el Presidente de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA). Después graduarse en física, hizo un máster en protección radiológica de la salud y seguridad en la Universidad de Salford del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Enseñó matemáticas y física en la universidad, después de lo cual se incorporó a la Dependencia de Reglamentación del Consejo de Energía Atómica Sudafricano. Durante su carrera participó intensamente en los asuntos de sociedades profesionales de protección radiológica. Es miembro de la Sociedad Sudafricana de Radioprotección desde 1973; integró su comité ejecutivo durante quince años y fue su Presidente durante tres. Prestó servicios en el Consejo Ejecutivo de la IRPA durante trece años, como miembro del Consejo, Director de publicaciones y Vicepresidente. Antes de retirarse del organismo regulador nuclear sudafricano ocupó el puesto de Gerente General, con responsabilidad en los aspectos científicos, técnicos y jurídicos del proceso de concesión de licencias. Durante ese período fue responsable, como regulador, de la elaboración de normas de seguridad y legislación, de la evaluación de la seguridad, del establecimiento de las condiciones de autorización y de programas de inspección. Las actividades e instalaciones autorizadas durante su carrera se relacionan con la minería del uranio, el procesamiento de minerales, el enriquecimiento del uranio y la fabricación de combustible, la investigación, los reactores de potencia, la producción de radioisótopos y la gestión de desechos radiactivos. Ha participado ampliamente en el desarrollo de normas de seguridad internacionales. Contribuyó a la elaboración de las Normas básicas de seguridad del OIEA y fue coautor de varias normas internacionales, entre ellas la publicación titulada Infraestructura legal y estatal para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte, y normas para seguridad en la gestión de la disposición final de desechos radiactivos y de la clausura. Presidió el Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos (WASSC) desde su establecimiento en 1996, durante seis años. También representó a Sudáfrica en todas las reuniones del grupo de expertos que elaboró la Convención Conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. En el OIEA, participó en el Proyecto Modelo de Protección Radiológica en varios países de África, Europa, Asia y América. Estuvo a cargo de los planes de acción para la seguridad de los desechos radiactivos, el desarrollo de varias normas de seguridad, incluidos los requisitos de seguridad en la disposición geológica, programas de investigación coordinados sobre la metodología de evaluación de la seguridad, misiones internacionales de evaluación (incluido el examen por homólogos del proyecto “Yucca Mountain” para la gestión de los desechos nucleares en los Estados Unidos y diversas misiones de asistencia técnica. Ha participado también en la organización de conferencias internacionales sobre la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos.

Annie Sugier (CIPR):



Es miembro de la Comisión Principal de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). Se especializó en el Instituto Universitario de Radioprotección y Seguridad Nuclear de la Facultad de Orsay, en temas relacionados con el ciclo del

combustible nuclear. En Francia inició su carrera en la Comisión de Energía Atómica (CEA). En 1989, fue nombrada Directora delegada del Programa de clausura de instalaciones nucleares de la CEA. Fue Directora del Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear francés en el que dirigió el programa estratégico de radioprotección y articuló los trabajos de investigación. En el desempeño de esta doble misión le ayudó su experiencia como presidenta del grupo de peritajes, encargado de múltiples funciones por los Ministros de Salud y del Medio Ambiente como consecuencia de la controversia científica ambiental generada por la instalación nuclear de Nord-Cotentin. Se trata del GRNC (Groupe Radioécologique Nord-Cotentin) que funcionó inicialmente de 1997 a 2002 y que ahora acaba de ser restablecido. Este Grupo, integrado por expertos institucionales, industriales y civiles, así como por expertos de las instancias internacionales de protección radiológica, tuvo por cometido analizar el riesgo real para la población de esta región de Francia y emitir un dictamen público. En la CIPR, la Sra. Sugier integra el Comité superior que formula recomendaciones sobre las normas de protección radiológica a partir del análisis de los estudios científicos sobre los efectos de las radiaciones. Es la sucesora en esta instancia del Profesor Jammet y el Dr. Nenot. Asimismo, preside uno de los Comités adjuntos. Es miembro del Comité Científico de la Oficina Parlamentaria de evaluación de las opciones científicas y tecnológicas y fue miembro del Comité Científico de las Escuelas de Minas, ambos de Francia. Fue condecorada por el Gobierno de Francia como Caballero de la Orden Nacional de la Legión de Honor y Oficial de la Orden Nacional del Mérito.



Paul Craig Martin (Laboratorio Internacional de Seibersdorf)

Es el responsable del Laboratorio de Física, Química e Instrumentación del Laboratorio Internacional de Seibersdorf del OIEA, en Austria. Nació en Adelaida (Australia). Inició su carrera profesional en el campo de los servicios de química analítica para aplicaciones de prospección y ambientales en la industria minera. Desde 1983 hasta el 2004 vivió en el norte de Australia, donde realizó investigaciones para proyectos relacionados con la gestión ambiental de operaciones de minería y procesamiento del mineral de uranio. Participó activamente en la formación de la Asociación de Radiactividad Ambiental del Pacífico Sur (SPERA), una organización que aborda y facilita la comunicación entre los científicos que trabajan en la región del Pacífico Sur, y es miembro del Consejo Editorial del Journal of Environmental Radiochemistry. En el Laboratorio de Seibersdorf el Sr. Martin se ocupa actualmente de investigaciones relacionadas con el desarrollo de técnicas para la medición de radionucleidos en muestras ambientales por espectrometría alfa y gamma y estudios del comportamiento de radionucleidos en el ambiente tropical, para su uso como trazadores de procesos ambientales y para fines de evaluación de los efectos radiológicos.

ANEXO 3

LISTA DE LAS PERSONAS CON QUE SE REUNIERON LOS PARTICIPANTES EN EL PERITAJE INTERNACIONAL DURANTE SU MISIÓN A BUENOS AIRES

Participantes en la reunión del 5 de diciembre de 2005, Ministerio de Relaciones Exteriores de la Argentina

Nombre y apellido	Institución	Función
Abel GONZÁLEZ	ARN	Oficial de Enlace por el Gobierno Argentino
Gabriel TERIGI	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Cristina DOMÍNGUEZ	ARN	Subgerente de Asuntos Jurídicos
Juan Carlos FERRERI	ARN	Gerente de Apoyo Científico y Técnico
Pablo ZUNINO	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Rolando POCOVÍ	Ministerio de Relaciones Exteriores	Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales
Claudia CORTI	Ministerio de Relaciones Exteriores	Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales
G. ROSELLINI	Ministerio de Relaciones Exteriores	Negociaciones Internacionales para Medio Ambiente

Participantes en la reunión del 5 de diciembre de 2005, sede de la ARN

Nombre y apellido	Institución	Función
Abel GONZÁLEZ	ARN	Oficial de Enlace por el Gobierno Argentino
Gabriel TERIGI	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Cristina DOMÍNGUEZ	ARN	Subgerente de Asuntos Jurídicos
Juan Carlos FERRERI	ARN	Gerente de Apoyo Científico y Técnico
Eduardo QUINTANA	ARN	Subgerente de Control Ambiental
Gustavo MASSERA	ARN	Gerente de Seguridad Radiológica, Física y Salvaguardias
Daniel HERNÁNDEZ	ARN	Coordinador Comité de Crisis
Oswaldo JORDAN	ARN	Jefe del Centro de Control de Emergencias
Susana MULVANY	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Secretaría de Política Ambiental
Comandante Guillermo MEZA	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Cabo 1° Daniela VALLONE	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Subalférez Adrián ÁLVAREZ	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica

Participantes en la reunión celebrada en el Centro Atómico Ezeiza, los días 6 y 7 de diciembre de 2005

Nombre y apellido	Institución	Función
Abel GONZÁLEZ	ARN	Oficial de Enlace por el Gobierno Argentino
Gabriel TERIGI	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Cristina DOMÍNGUEZ	ARN	Subgerente de Asuntos Jurídicos
Juan Carlos FERRERI	ARN	Gerente de Apoyo Científico y Técnico
Eduardo QUINTANA	ARN	Subgerente de Control Ambiental
Analía CANOBA	ARN	Subgerencia de Control Ambiental
Jorge DIODATI	ARN	Subgerencia de Control Ambiental
Daniel GIUSTINA	ARN	Subgerencia de Control Ambiental
María del Rosario PÉREZ	ARN	Gerencia de Apoyo Científico y Técnico
Pablo CESARIO	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Eduardo GRASSI	ARN	Subgerencia de Control Ambiental
Néstor FRUTTERO	ARN	Subgerencia de Control Ambiental
Alexandro L. BLANCHARD	CONUAR S. A	Jefe, Departamento de Seguridad y Medio Ambiente
Susana MULVANY	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Secretaría de Política Ambiental
Ana GIRARDELLI	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Ministerio de Salud, Directora del Centro de Toxicología
José María REGUEIRA	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Secretaría de Obras Públicas
Comandante Guillermo MEZA	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Cabo 1º Daniela VALLONE	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Subalférez Adrián ÁLVAREZ	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Martín LAZARTE	Fiscalía de la Provincia de Buenos Aires	Fiscal
Alberto GENTILI	Fiscalía Federal de Lomas de Zamora	Fiscal Federal
Ariel BERZE	Fiscalía Federal de Lomas de Zamora	Secretario

Participantes en la reunión del 9 de diciembre de 2005, Ministerio de Relaciones Exteriores de la Argentina

Nombre y apellido	Institución	Función
Raúl RACANA	ARN	Presidente del Directorio
Abel GONZÁLEZ	ARN	Oficial de Enlace por el Gobierno Argentino
Gabriel TERIGI	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Cristina DOMÍNGUEZ	ARN	Subgerente de Asuntos Jurídicos
Pablo ZUNINO	ARN	Subgerencia de Relaciones Institucionales y No Proliferación
Rolando POCOVÍ	Ministerio de Relaciones Exteriores	Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales
Claudia CORTI	Ministerio de Relaciones Exteriores	Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales
Susana MULVANY	Gobierno de la Provincia de Buenos Aires	Secretaría de Política Ambiental
Comandante Guillermo MEZA	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica
Subalférez Adrián ÁLVAREZ	Gendarmería Nacional Argentina	División Medio Ambiente de la Dirección de Policía Científica

ANEXO 4

ACTAS DEL TRASLADO Y ENTREGA DE MUESTRAS DEL PERITAJE INTERNACIONAL AL LABORATORIO PCI

REPUBLICA ARGENTINA
GENDARMERIA NACIONAL

ACTA

En la localidad de Buenos Aires, Provincia de Capital Federal, a los nueve días del mes de diciembre de 2005 siendo las 1400 horas, constituido en el momento del Hotel Design Suites & Towers, Marcelo T de Alvear 1683 de la Ciudad de Buenos Aires, el funcionario que suscribe CTR GUILLERMO ANTONIO MEZA, con prestación de servicio en la División Medio Ambiente del departamento Químico de la Dirección de Policía Científica de Gendarmería Nacional Argentina y con la presencia de los testigos hábiles requeridos al efecto Sr/a GUILLERMO FERREIRO, D.N.I. 28.711.693, de 24 años de edad, de estado civil SOLTERO, domiciliado/a José Bonifacio 650 6TA - Ciudad de Buenos Aires

Sr/a WALTER ESTIGARRIBIA, D.N.I. 30.678.010, de 22 años de edad, de estado civil SOLTERO, domiciliado/a RIVADAVIA 371 12A Ciudad de Buenos Aires

conjuntamente con el Sr PAUL MARTIN (IAEA Laboratorio Austria) Seibersdorf, proceden a labrar la siguiente ACTA, a los efectos de dejar constancia de las actividades dispuestas en el marco de la Causa Nro 5452 Caratulada: "Actuaciones Instruidas por averiguación presunta infracción artículos 200 y 207 del Código Penal.", que se tramita ante el Juzgado Federal de Primera Instancia en lo Criminal y Correccional Nro 1 de Lomas de Zamora, Secretaría Nro 1 a cargo del Dr. Gustavo F. Gonzalez.

Actividades Realizadas

1) En primer lugar se procedió a la apertura de la caja de cartón color verde a los efectos de dividir las muestras de las contramuestras esto es "archive-sample" - "IAEA SAMPLES", siendo acompañados por los testigos quedando seis (6) muestras ambientales con la leyenda "IAEA SAMPLE" en poder de Paul Martin y el resto en poder de GNA ("archive samples"). 2) Idéntico procedimiento se realizó con la caja de plástico color azul quedando de este modo once (11) muestras de agua superficiales y de pozo con la leyenda "IAEA SAMPLES" y once (11) con la leyenda "archive sample", sumándose a los Muestras que se elevan a Austria via (1) que se trata de un sobre firmado y cerrado que contiene un filtro con muestra de aire ambiental. Cabe agregar que las Muestras que se dirigen a Austria quedan depositados en la caja azul de plástico teniendo como precinto una (1) etiqueta con la identificación "INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY" Nro 50349, siendo trasladadas al equipo del Sr PAUL MARTIN - PASAPORTE UNITED NATIONS LP UNO 127987. Cabe agregar que los "archive samples" quedan a poder de GNA a disposición SS. No siendo para mas, previa lectura de todo su contenido, se da por finalizado el presente Acta, firmando los intervinientes al pie, para constancia.

[Handwritten signature]
Gustavo F. Gonzalez


[Handwritten signature]
Walter Estigarribia

[Handwritten signature]
Paul Martin
IAEA

[Handwritten signature]
Guillermo Meza
COMANDANTE
GNA

ACTA

En la ciudad de SEIBERSDORF, a los diez días del mes de diciembre de 2005, siendo las dieciséis horas, en la Republica de Austria en el asiento de los laboratorios de la Internacional Atomic Energy Agency (IAEA), en el marco de la Causa 5452 que se tramita por ante el Juez Federal Nro 1 de Lomas de Zamora Dr ALBERTO P. SANTA MARINA, el funcionario que suscribe Comandante de la GENDARMERIA NACIONAL ARGENTINA Guillermo Antonio MEZA (veedor) de Peritaje Internacional ordenado en la Causa de marras, en compañía del Jefe de Laboratorio de Física – Química e Instrumentación PAUL MARTIN, cuyos demás datos y circunstancias ya obran en las Actuaciones, proceden a la apertura de la Caja de color Azul, que fueron trasladadas desde la Republica Argentina, aperturando la faja con las firmas de los testigos, la cual queda en poder del suscripto para constancia, así también se deja constancia que las Muestras son las identificadas con los siguientes nros y letras AA 0019; AA 0022; AA 0025; AA 0028; AA 0031; AA 0052; AA 0055; AA 0010; AA 0016; AA 0013; AA 0058; AA 0049; AA 0040; AA 0037; AA 0046; AA 0043; AA 0034 y el filtro guardado en el sobre nro 014. En tal sentido luego de aperturado, se constato que el total de las Muestras presentan su precinto de seguridad en buenas condiciones, no advirtiendno en ningún caso pérdida o vuelco de material (suelo y / o agua). Se constato que las Muestras de agua superficiales (AA 0010; AA 0016; AA 0013; AA 0058), presentan color (turbidez) y en dos de ellas se percibe precipitado (AA 0010 y AA0058). Dada que fue la palabra al Responsable del Laboratorio Internacional espontáneamente manifestó que a todas las citadas (muestras) se le practicaran los siguientes análisis para Aguas Subterráneas y Aguas Superficiales espectrometría alfa con las siguientes características: se le practicara una dilución isotópica por espectrometría alfa para determinación de isótopos de Uranio con una variación del “Método para Determinación de isótopos de Uranio en agua del Instituto de Protección Radiológica Suizo (Referencia 93-14,ISSN: 0282-4434, fecha 18/08/1993 by Jorma Suomela)”, que involucra 500 ml de cada Muestra para análisis de U234 y U238, el Uranio será coprecipitado con Fosfato de Calcio, después de agregar U232 como trazador y luego separado por Resina de Intercambio Iónico; para Suelos se aplicara la siguiente Técnica sobre aproximadamente 600 gramos de Muestra, las que se secan a 105 C. durante 12 horas o mas en caso de ser necesario, luego serán tamizadas y homogeneizadas. Esta fracción será medida directamente por espectrometría gamma y para aire ambiental (filtro nro 014) se aplicara la misma técnica descripta anteriormente pero sin el secado, cabe agregar que el sobre que contenía dicha muestra es retenido por el suscripto para constancia. El total de la muestras, quedara a resguardo, mediante el sistema de seguridad propio del Organismo Internacional a disposición de S.S. hasta que sean procesadas, en un tiempo total aproximado de 30 días según se me informa, en el la “Sala de Almacenamiento de Muestras” de la SAMPLE STORAGE ROOM LE 19. No siendo para mas se da por finalizada la presente Acta previa lectura que se hizo mediante interprete, para constancia por ante mi Oficial Actuante. CONSTE.- - - - -


PAUL MARTIN
IAEA (LABORATORIO)


GUILLERMO A. MEZA
COMANDANTE GNA

ANEXO 5

REFERENCIAS Y RESULTADOS DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN

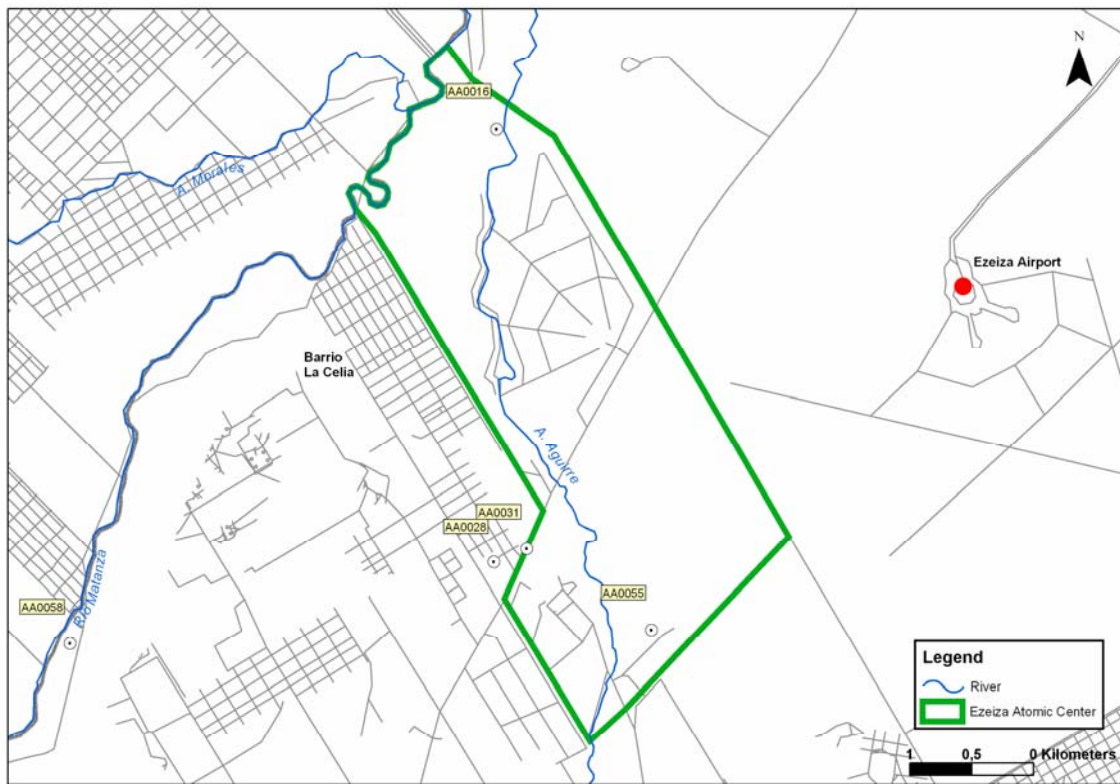
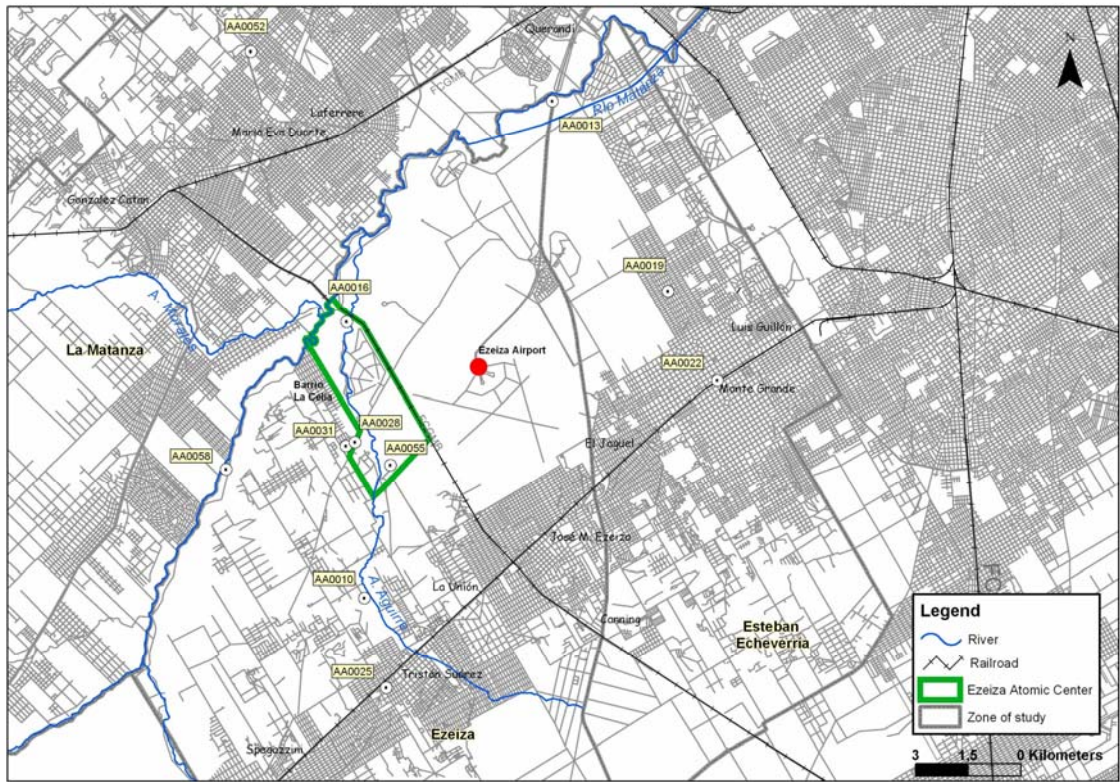
Cuadro 1: Lista de las muestras de agua tomadas para la intercomparación

Código del precinto del OIEA	Código del precinto de la ARN	Código del precinto de la Gendarmería	Punto donde se tomó la muestra	Coordenadas geográficas
AA0010	AA0011	AA0012	Arroyo Aguirre, Punto N°1	34° 52' 8,2'' Sur 58° 34' 38,2'' Oeste
AA0013	AA0014	AA0015	Río Matanza, Punto N°8	34° 44' 27,4'' Sur 58° 31' 15,2'' Oeste
AA0016	AA0017	AA0018	Arroyo Aguirre, Punto N°1	34° 47' 54,1'' Sur 58° 35' 2,9'' Oeste
AA0019	AA0020	AA0021	Agua Potable Pozo EEN007, Aguas Argentinas, M. Grande	34° 47' 21,5'' Sur 58° 29' 2,5'' Oeste
AA0022	AA0023	AA0024	Agua Potable Ag. Argentinas Pozo EE001 Monte Grande	34° 48' 43,3'' Sur 58° 28' 5,5'' Oeste
AA0025	AA0026	AA0027	Agua Potable hidrante Aguas Arg., T. Suárez	34° 53' 30,8'' Sur 58° 34' 12,3'' Oeste
AA0028	AA0029	AA0030	Agua Potable EGB N°12 Ezeiza	34° 49' 48,1'' Sur 58° 35' 1,6'' Oeste
AA0031	AA0032	AA0033	Club Empleados de Comercio, Ezeiza	34° 49' 44,3'' Sur 58° 34' 51,3'' Oeste
AA0052	AA0053	AA0054	Agua Industrial, Fábrica de mosaicos, Laferriere	34° 43' 45,3'' Sur 58° 36' 54,2'' Oeste
AA0055	AA0056	AA0057	Agua Potable, Pozo N°2, CONUAR	34° 50' 5,2'' Sur 58° 34' 11,4'' Oeste
AA0058	AA0059	AA0060	Río Matanza, Punto N°9	34° 50' 11,1'' Sur 34° 37' 16,1'' Oeste

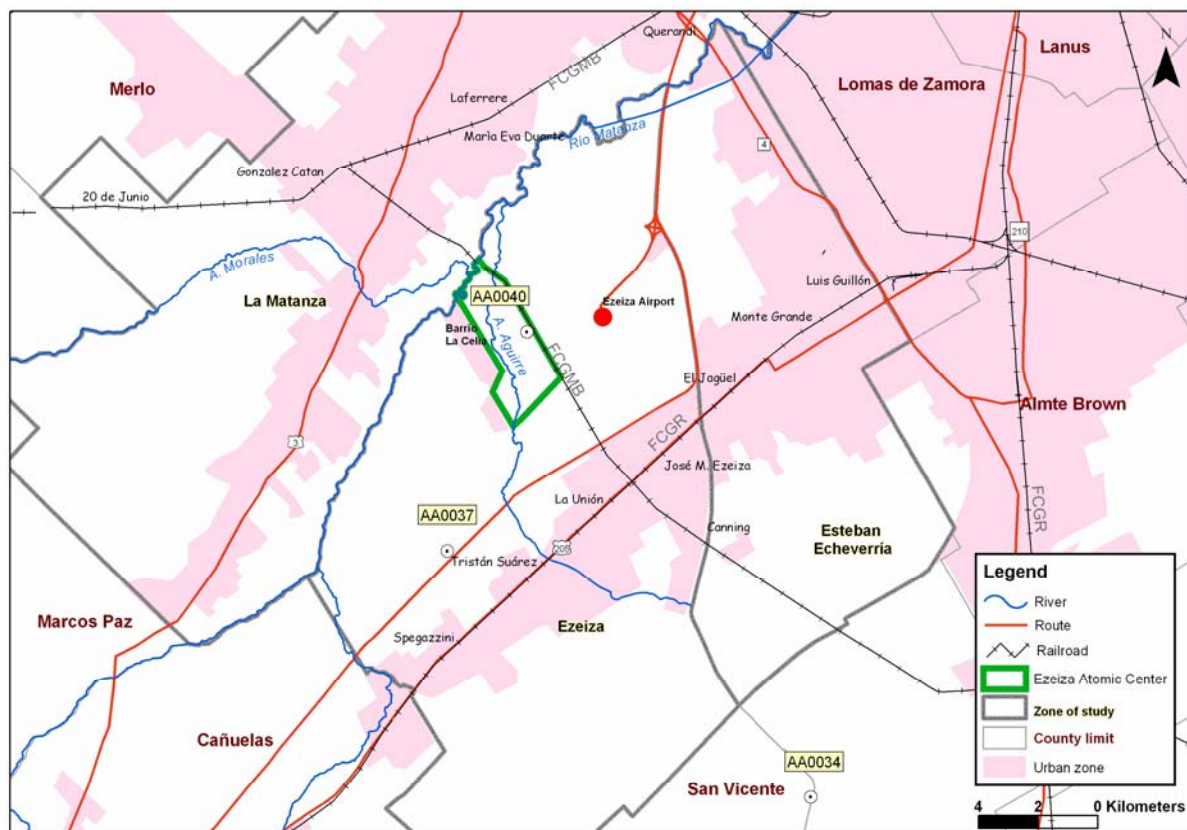
Cuadro 2: Lista de las muestras de suelo tomadas para la intercomparación

Código del precinto del OIEA	Código del precinto de la ARN	Código del precinto de la Gendarmería	Punto donde se tomó la muestra	Coordenadas geográficas
AA0034	AA0035	AA0036	Campo de Girasoles, Ruta 52, Canning	34° 57' 12,9'' Sur 58° 27' 49,4'' Oeste
AA0037	AA0038	AA0039	Camino real, huerta antes de Autopista	34° 52' 50,7'' Sur 58° 35' 55,1'' Oeste
AA0040	AA0041	AA0042	Tosquera, 30-40 cm	34° 48' 51,2'' Sur 58° 34' 13,7'' Oeste
AA0043	AA0044	AA0045	Tosquera, 20-30 cm	Ídem
AA0046	AA0047	AA0048	Tosquera, 10-20 cm	Ídem
AA0049	AA0050	AA0051	Tosquera, 0-10 cm	Ídem

Puntos donde se tomaron muestras de las aguas subterráneas



Puntos donde se tomaron muestras del suelo



Cuadro 3: pH y conductividad del agua medidos en el momento de la toma de muestras

Fecha/hora	Nº de la muestra	pH	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
5.12.2005/1250	AA0010	7,83	1489
5.12.2005/1200	AA0013	8,23	13860
5.12.2005/1115	AA0016	8,01	1108
6.12.2005/1730	AA0058	No se midió	No se midió
5.12.2005/1550	AA0019	7,9	896
5.12.2005/1515	AA0022	7,7	1148
6.12.2005/1515	AA0025	8,2	1388
6.12.2005/1020	AA0028	8,0	1560
6.12.2005/1220	AA0031	8,0	1665
6.12.2005/1630	AA0052	7,1	1373
6.12.2005/1700	AA0055	7,8	960

Cuadro 4: Resultados relativos a los isótopos del uranio en las aguas subterráneas, determinados por espectrometría alfa

Código de la muestra	^{234}U (Bq l^{-1})	^{238}U (Bq l^{-1})	Relación de actividad $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
AA0019	0,18 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	1,37 \pm 0,07
AA0022	0,28 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	1,37 \pm 0,07
AA0025	0,33 \pm 0,01	0,24 \pm 0,01	1,37 \pm 0,07
AA0028	0,50 \pm 0,02	0,41 \pm 0,01	1,21 \pm 0,06
AA0031	0,52 \pm 0,02	0,43 \pm 0,02	1,20 \pm 0,06
AA0052	0,148 \pm 0,005	0,110 \pm 0,004	1,34 \pm 0,07
AA0055	0,263 \pm 0,009	0,209 \pm 0,007	1,26 \pm 0,06
OIEA -381	0,046 \pm 0,002	0,040 \pm 0,002	1,14 \pm 0,08
Valor de información del IAEA-381	0,050 (0,043–0,058)	0,041 (0,038–0,048)	

Los resultados se consignan con las incertidumbres estándar combinadas.

Cuadro 5: Resultados para las aguas superficiales: concentración de partículas, e isótopos del uranio determinados por espectrometría alfa

Código de la muestra	Concentración de partículas (mg l^{-1})	^{234}U disuelto (Bq l^{-1})	^{238}U disuelto (Bq l^{-1})	^{234}U particulado (Bq l^{-1})	^{238}U particulado (Bq l^{-1})	Total ^{238}U (Bq l^{-1})
AA0010	23,7	0,163 \pm 0,006	0,132 \pm 0,005	0,028 \pm 0,001	0,021 \pm 0,001	0,153 \pm 0,005
AA0013	9,6	0,126 \pm 0,005	0,091 \pm 0,003	0,022 \pm 0,001	0,017 \pm 0,001	0,108 \pm 0,003
AA0016	5,2	0,163 \pm 0,006	0,126 \pm 0,005	0,021 \pm 0,001	0,017 \pm 0,001	0,143 \pm 0,005
AA0058	31,0	0,037 \pm 0,002	0,026 \pm 0,001	0,154 \pm 0,004	0,111 \pm 0,004	0,137 \pm 0,004

* La concentración de los isótopos del uranio particulados se expresa como la actividad de las partículas presentes en 1 litro de agua. Los resultados se consignan con las incertidumbres estándar combinadas.

Cuadro 6: Relaciones de actividad de los isótopos del uranio en las aguas superficiales

Código de la muestra	Disueltos	Particulados
	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
AA0010	1,24±0,06	1,33±0,07
AA0013	1,39±0,07	1,34±0,07
AA0016	1,30±0,07	1,21±0,07
AA0058	1,42±0,10	1,39±0,07

Los resultados se consignan con las incertidumbres estándar combinadas.

Cuadro 7: Relaciones de actividad de los isótopos del uranio en las aguas subterráneas y superficiales, determinados por ICP-MS. Los resultados de las aguas superficiales se refieren a la fracción filtrada (disuelta).

Código de la muestra	Relación atómica	Relación de actividad	RSD%
	$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$	
AA0019	0,00722	0,0458	1,19
AA0022	0,00727	0,0462	1,09
AA0025	0,00724	0,0460	1,67
AA0028	0,00713	0,0453	0,91
AA0031	0,00714	0,0453	0,83
AA0052	0,00719	0,0456	1,06
AA0055	0,00721	0,0458	1,51
AA0010	0,00722	0,0458	0,98
AA0013	0,00716	0,0455	2,21
AA0016	0,00716	0,0455	0,45
AA0058	0,00715	0,0454	2,43

Las concentraciones de uranio ($\mu\text{g l}^{-1}$) en las aguas subterráneas y superficiales que se dan en el cuadro A del texto principal se calcularon a partir de los resultados sobre las concentraciones de actividad que figuran en los cuadros 4 y 5, junto con los resultados de las relaciones $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ del cuadro 7. Los valores de las aguas superficiales se refieren al agua total (fracción disuelta más partículas).

La masa total de U está dada entonces por: $m_U = m_{234} + m_{235} + m_{238}$

con $m = \frac{A}{a}$, donde A es la Actividad medida en Bq y a es la actividad específica in Bq g⁻¹.

	U 234	U 235	U 238
a [Bq g ⁻¹]	$2,302 \times 10^8$	$7,996 \times 10^4$	$1,244 \times 10^4$

Cuadro 8: Muestras del suelo: contenido de humedad y fracciones fina y gruesa de masa seca

Código de la muestra	Punto y profundidad (cm)	Contenido de humedad del material del suelo inicial	Fracción fina de masa seca (g)	Fracción gruesa de masa seca (g)
AA0049	1, 0–10	14%	1267	126
AA0046	1, 10–20	14%	1128	315
AA0043	1, 20–30	14%	1133	330
AA0040	1, 30–40	12%	1357	233
AA0037	2, 0–10	12%	1681	8,04
AA0034	3, 0–0	15%	1513	218

Cuadro 9: Concentraciones de actividad obtenidas en las muestras del suelo: fracción fina (< 2mm), fracción gruesa (> 2mm) y total (calculado a partir de los resultados de las fracciones fina y gruesa y las proporciones relativas de las masas de las fracciones gruesa y fina)

Código de la muestra	Punto y profundidad (cm)	²³⁵ U (Bq kg ⁻¹)	²³⁸ U * (Bq kg ⁻¹)	²²⁶ Ra (Bq kg ⁻¹)	²²⁸ Ra (Bq kg ⁻¹)	¹³⁷ Cs (Bq kg ⁻¹)	⁴⁰ K (Bq kg ⁻¹)
<i>Suelo: fracción fina</i>							
AA0049	1, 0–10	1,15±0,12	24,9±2,6	21,6±1,1	36,8±0,7	1,71±0,08	612±15
AA0046	1, 10–20	0,98±0,16	21,2±3,4	25,9±1,4	36,1±0,7	1,51±0,09	535±14
AA0043	1, 20–30	1,24±0,11	26,8±2,3	23,4±1,0	37,0±0,7	4,51±0,12	559±14
AA0040	1, 30–40	0,92±0,17	19,9±3,7	29,5±1,5	38,2±0,8	3,24±0,13	541±14
AA0037	2, 0–10	1,81±0,19	39,3±4,0	28,4±1,4	38,8±0,8	1,00±0,08	546±14
AA0034	3, 0–10	1,80±0,18	39,0±4,0	30,1±1,5	38,8±0,8	2,59±0,12	538±14
<i>Suelo: fracción gruesa</i>							
AA0049	1, 0–10	1,35±0,29	29,3±6,3	24,4±3,8	35,7±1,6	1,35±0,45	504±18
AA0046	1, 10–20	1,06±0,19	22,9±4,1	29,3±2,0	37,6±0,9	1,23±0,2	515±14
AA0043	1, 20–30	0,79±0,19	17,1±4,2	29,8±1,9	41,2±0,9	3,99±0,25	585±15
AA0040	1, 30–40	1,26±0,28	27,4±6,1	30,5±2,7	37,2±1,2	2,52±0,28	539±16
AA0037	2, 0–10	–	–	–	–	–	–
AA0034	3, 0–10	1,79±0,19	38,9±4,2	29,6±1,8	39,6±0,9	2,46±0,14	513±13
<i>Suelo: total</i>							
AA0049	1, 0–10	1,19±0,11	25,7±2,4	22,1±1,2	36,6±0,6	1,64±0,11	591±13
AA0046	1, 10–20	1,00±0,12	21,8±2,6	27,1±1,1	36,6±0,6	1,41±0,09	528±10
AA0043	1, 20–30	1,07±0,10	23,2±2,1	25,8±0,9	38,5±0,5	4,32±0,12	569±10
AA0040	1, 30–40	1,02±0,15	22,1±3,2	29,8±1,3	37,9±0,6	3,03±0,12	540±11
AA0037	2, 0–10	1,81±0,19	39,3±4,0	28,4±1,4	38,8±0,8	1,00±0,08	546±14
AA0034	3, 0–10	1,80±0,14	39,0±3,1	30,0±1,2	39,0±0,6	2,56±0,10	531±11

Los resultados se consignan con las incertidumbres estándar combinadas.

* Obsérvese que las estimaciones de las concentraciones de actividad del ²³⁸U se basan en las concentraciones de actividad del ²³⁵U y en el supuesto de que el uranio es de origen natural. En cambio, las estimaciones de las concentraciones de actividad del ²³⁵U no se basan en el supuesto del origen natural.

Cuadro 10: Actividades obtenidas en las muestras de filtros de aire

Muestra	²³⁵ U (Bq)	²²⁶ Ra (Bq)	²²⁸ Ra (Bq)	¹³⁷ Cs (Bq)	⁴⁰ K (Bq)
Filtros de aire	nd (0,34)	1,14±0,24	nd (0,41)	nd (0,093)	2,66±0,64
Filtros de aire blancos	nd (0,38)	0,83±0,21	nd (0,21)	nd (0,096)	7,73±0,60

Los resultados se consignan con las incertidumbres estándar combinadas. nd = no detectada (la AMD - actividad mínima detectable - se indica entre paréntesis).

Cuadro 11: Determinación de radionucleidos artificiales en las muestras de agua realizada por la ARN

Nº de la muestra	Cs 137 (Bq/l)	Co 60 (Bq/l)	H 3 (Bq/l)
AA0011	< 0,2	< 0,1	< 5,0
AA0014	< 0,2	< 0,1	< 5,0
AA0017	< 0,3	< 0,2	< 5,0
AA0020	< 0,1	< 0,2	< 5,0
AA0023	< 0,1	< 0,1	< 5,0
AA0026	< 0,3	< 0,2	< 5,0
AA0029	< 0,2	< 0,2	< 5,0
AA0032	< 0,2	< 0,2	< 5,0
AA0053	< 0,2	< 0,1	< 5,0
AA0056	< 0,3	< 0,2	< 5,0
AA0059	< 0,3	< 0,2	< 5,0

Cuadro 12: Recuento de partículas alfa y beta en las muestras de aguas subterráneas realizado por la ARN

Nº de la muestra	Actividad alfa total Bq/l	Actividad beta total Bq/l
AA0020	0,24 ± 0,05	0,70 ± 0,10
AA0023	0,33 ± 0,05	0,93 ± 0,12
AA0026	0,43 ± 0,06	0,96 ± 0,11
AA0029	0,49 ± 0,07	1,27 ± 0,14
AA0032	0,49 ± 0,07	1,25 ± 0,13
AA0053	0,16 ± 0,04	0,89 ± 0,11
AA0056	0,28 ± 0,05	0,77 ± 0,11

Cuadro 13: Resultados de la ARN para las muestras del suelo

Muestra	Cs 137 (Bq/kg)	Co 60 (Bq/kg)	U (µg/g)
AA0035	3,1 ± 0,6	< 0,5	1,4 ± 0,3
AA0038	1,2 ± 0,4	< 0,4	1,8 ± 0,4
AA0041	3,5 ± 0,4	< 0,4	1,2 ± 0,4
AA0044	4,8 ± 0,5	< 0,3	1,0 ± 0,2
AA0047	1,6 ± 0,4	< 0,3	0,72 ± 0,15
AA0050	1,4 ± 0,4	< 0,3	0,72 ± 0,15

Cuadro 14: U en los suelos argentinos (fracción fina) determinado por espectrometría alfa, resultados del Laboratorio PCI

Código inicial	A U 238 (Bq/kg)	A U 234 (Bq/kg)
AA0049	24,4 ± 1,3	22,3 ± 1,2
AA0037	34,1 ± 1,7	36,4 ± 1,8
AA0034	42,4 ± 2,5	43,1 ± 2,6
IAEA-326	27,0 ± 1,3	27,2 ± 1,4

El IAEA-326 es un material de referencia para el suelo; valor recomendado para el U 238: 29,4 (28,1-30,7) Bq/kg; valor de información para el U 234: 29,3 (26,5-29,3) Bq/kg

ANEXO 6

LISTA DE LAS INSTALACIONES VISITADAS POR EL GRUPO DE EXAMEN

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

Personal entrevistado: Hugo Equillor

Técnicas:

- *Screening* α y β
- Evaporación en medios ácidos
- Medición por centelleo con discriminación alfa/beta por forma de pulso

Equipo del laboratorio:

- Dos detectores por centelleo líquido para mediciones de muy baja actividad, PACKARD, modelo 2550 TR/LL y 2550 TR/AB. Ambos detectores pueden efectuar mediciones con discriminación por forma de pulso, lo que permite determinar simultáneamente la actividad alfa y beta.
- Un sistema de espectrometría alfa CANBERRA (modelo Alpha Analyst) con ocho cámaras de vacío y detectores de iones implantados.
- Un sistema de espectrometría alfa CANBERRA (modelo Quad Alpha) con cuatro cámaras de vacío y detectores de iones implantados.
- Un conjunto de diez cámaras para mediciones de actividad alfa con detectores de centelleo sólido de ZnS(Ag) para partículas alfa.
- Un contador automático CANBERRA modelo 2404 para mediciones de actividad alfa y beta.

Laboratorio para el análisis de ^{90}Sr y ^{14}C

Personal entrevistado: Cecilia Lewis

Técnicas:

- ^{90}Sr : separación química y recuento del ^{90}Y por efecto Cherenkov.
- C en vegetales: oxidación, destilación, captura de CO_2 y recuento por centelleo líquido.

Laboratorio para el análisis de uranio y ^{226}Ra

Personal entrevistado: Miguel Palacios, Ana Grinman

Técnicas:

- ^{226}Ra : separación química
- Emanación de gas radón en fase de tolueno
- Recuento por centelleo líquido con discriminación por forma de pulso
- Determinación del uranio por concentración previa a la fluorimetría y fluorimetría directa.

Laboratorio de análisis cinético de fosforescencia

Personal entrevistado: Jorge Diodati

Técnicas: Tratamiento previo especial de la muestra con reactivo ultrapuro (especialmente para muestras de aire)

Mediciones de actividad muy baja:

Personal entrevistado: Jorge Diodati

Equipo del laboratorio:

- Un detector por centelleo líquido para muestras de muy baja actividad, PACKARD, Tri-Carb-2770 TR/SL.
- Dos sistemas de espectrometría alfa ORTEC (modelo Octete) con ocho cámaras de vacío y detectores de iones implantados.

Laboratorio de medición por espectrometría gamma

Personal entrevistado: Jorge Fernández y Hugo Ciallela

Técnicas:

- Mediciones directas por detectores de Ge(hp) de conformidad con la norma 10703 de la ISO.
- Dos laboratorios: uno para muestras de muy baja actividad y otro para muestras ambientales.

Equipo del laboratorio:

- Dos sistemas de espectrometría gamma, un ORTEC (V) y un CANBERRA (Q).
- Cinco sistemas de espectrometría gamma (CANBERRA): J (eficiencia del 100%), P y W (eficiencia del 60%) y C y D (eficiencia del 25 %).
- Un sistema planar de espectrometría gamma para energías bajas (CANBERRA): sistemas de espectrometría gamma ORTEC de detección G.2: L y T (eficiencia del 60%).

Laboratorio de medición del ³H ambiental

Personal entrevistado: Ricardo Gavini, Jorge Diodati

Técnicas:

- Extracción de agua de vegetales para el análisis del ³H mediante el método Deam Starck.
- Mediciones directas (recuento por centelleo líquido).
- Destilación y enriquecimiento electrolítico para el recuento por centelleo líquido de baja actividad (con fines de investigación).

Laboratorio de medición del gas radón

Personal entrevistado: Analía Canoba

Técnicas:

1. Para el radón en el aire:

- Método instantáneo: método de Lucas.
- Método de *screening*: adsorción en carbón activado y posterior medición por centelleo líquido.
- Método integrado: Detector de trazas nucleares CR-39, Makrofol, electrets.

2. Para los descendientes del radón en el aire:

- Monitoreo continuo y toma de muestras en filtros y recuento de partículas alfa.
- Factor de equilibrio: detector de trazas nucleares.

ANEXO 7

LISTA DE LOS DOCUMENTOS FACILITADOS AL GRUPO DE EXAMEN

1. Informes anuales de la ARN desde su creación en 1995.
2. Síntesis de los informes anuales.
3. Currículum vitae del personal entrevistado.
4. Resultados generales de la participación de la ARN en el programa de garantía de la calidad del EML-DOE (3 documentos: 1995–2004; 1995–1999; 2002–2004)
5. Fiscalización reglamentaria de las emisiones al medio ambiente del Centro Ezeiza, Informe de la ARN.
6. Estudios de las aguas subterráneas en Tucumán (dos estudios, 2001). Problemas de calidad por elementos traza en las aguas subterráneas.
7. Hidrogeoquímica del arsénico y otros componentes inorgánicos de las aguas subterráneas de la Pampa, Argentina, (2002).
8. Uranio natural y Ra-226 en el agua potable de la Argentina (2001).
9. Información preliminar para la Misión Internacional de Expertos facilitada por la Autoridad Regulatoria Nuclear de la República Argentina.
10. Resultados de las mediciones del uranio en el agua potable de un pozo privado, efectuadas por SRC Analytical, un laboratorio agrupado en el Consejo de Investigaciones de Saskatchewan (SRC).
11. Evaluaciones realizadas por la comunidad científica nacional e internacional sobre las mediciones ambientales de agua de bebida en la zona de influencia del Centro Atómico de Ezeiza.

ANEXO 8

CONSIDERACIONES SOBRE EL VALOR DE ORIENTACIÓN PROVISIONAL DE LA OMS PARA EL URANIO

Las Guías tienen por objeto respaldar la elaboración y aplicación de estrategias de gestión de riesgos para garantizar la inocuidad del agua de potable. En ellas se describen los requisitos mínimos de una práctica segura para proteger la salud del consumidor y obtener valores numéricos para los indicadores de la calidad del agua. Ni las prácticas seguras mínimas ni los valores numéricos de orientación son límites obligatorios. Para definir tales límites, es necesario considerar las guías teniendo en cuenta las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales existentes en el ámbito local o nacional.

En las Guías de la OMS [2], el uranio presente en el agua potable se considera desde dos puntos de vista diferentes: el químico y el radiológico. Por lo tanto, hay dos niveles de referencia distintos para el uranio presente en el agua: uno relativo a su toxicidad química y el otro, a su radiactividad.

Toxicidad química

No hay suficientes datos sobre la carcinogenicidad del uranio en los seres humanos y en los animales de experimentación. Por consiguiente, el valor de orientación para la toxicidad química del uranio se definió utilizando el criterio de la ingesta diaria tolerable (IDT). En el estudio con ratas que duró 91 días, el nivel mínimo con efectos adversos observables (LOAEL) para las lesiones degenerativas en el riñón se definió en 0,96 mg de nitrato de uranilo hexahidratado por litro, lo que equivale a 0,06 mg (o 60 µg) de uranio por kg de peso corporal por día (Gilman et al., 1998a). Utilizando un LOAEL de 60 µg/kg de peso corporal por día y un factor de incertidumbre de 100 (para la variación intraespecífica e interespecífica) se obtuvo una IDT de 0,6 µg/kg de peso corporal. No fue necesario aplicar un factor de incertidumbre adicional, en vista de la gravedad mínima de las lesiones notificadas. Tampoco fue necesario aplicar un factor de incertidumbre adicional por la duración del estudio (91 días), puesto que el período de semidesintegración del uranio en el riñón se estima en 15 días, y no hay indicaciones de que la gravedad de las lesiones renales aumente con una exposición continuada.

Esta IDT da un valor de orientación provisional de 15 µg/l (cifra redondeada), suponiendo un consumo diario de 2 litros de agua en un adulto de 60 kg de peso y un agua potable con el 80% de la IDT.

Aspectos radiológicos:

Los valores de orientación provisionales de la OMS para el agua potable se presentan a continuación.

Radionucleidos	Agua potable (Bq/l) ^a
U 230	1
U 231	1 000
U 232	1
U 233	1
U 234 ^{ab}	10
U 235 ^b	1
U 236 ^b	1
U 237	100
U 238 ^{b,c}	10

^a los valores de orientación se han redondeado con arreglo al promedio de los valores de la escala logarítmica (a 10^n si el valor calculado es inferior a 3×10^n y superior a $3 \times 10^{n-1}$)

^b radionucleidos naturales

^c el valor de orientación para el uranio en el agua potable sobre la base de su toxicidad química es de 15 g/l.

El nivel de referencia recomendado de dosis efectiva comprometida, de 0,1 mSv/a, derivado del consumo de agua potable durante un año, se aplica a cualquier persona, independientemente de su edad.

Los valores de orientación provisionales para los radionucleidos en el agua potable se calcularon, de conformidad con las directrices de la OMS y el OIEA [WHO, 1996; OIEA, 2002], aplicando el criterio de la dosis anual, de 0,1 mSv/a para un adulto que consuma 2 litros de agua por día.

El valor de referencia recomendado de dosis efectiva comprometida es de 0,1 mSv para un año de consumo de agua potable. Este nivel de referencia de la dosis representa menos del 5% de la dosis efectiva promedio atribuible anualmente a la radiación de fondo natural y, por lo tanto, supone un riesgo adicional insignificante para la salud humana durante todo el ciclo de vida.

Por debajo de este nivel de referencia de dosis efectiva comprometida (0,1 mSv/a), el agua potable es aceptable para el consumo humano durante toda la vida y no se requiere medida alguna para reducir aún más la actividad.

A los efectos del monitoreo práctico y ordinario, para determinar si se superan los valores de orientación relativos a determinados radionucleidos se recomienda que se utilicen valores de *screening* de 0,5 Bq/l para la actividad alfa total y 1 Bq/l para la actividad beta total. Si los niveles iniciales de actividad alfa total y beta total son inferiores a esos valores de *screening*, no habrá que adoptar ninguna otra medida respecto del contenido radiactivo del agua potable. Si se superan estos valores, debería procederse a realizar nuevas pruebas, en particular un análisis específico de los radionucleidos.

Este criterio de la dosis ha sido adoptado también por la Unión Europea [CE, 1998]. Los valores de orientación para los radionucleidos artificiales y naturales en el agua potable se calcularon, para los adultos, mediante la ecuación (1):

$$GL = (IDC / (h_{ing} \cdot q)) \quad (1)$$

donde

- GL* [Bq/l] es el valor de orientación para el radionucleido en el agua potable;
- IDC* [mSv/a] es el criterio de la dosis individual, igual a 0,1 mSv/a para este cálculo;
- h_{ing}* [mSv/Bq] es el coeficiente dosimétrico para la ingesta por adultos;
- q* [l/a] es el volumen de agua potable en litros ingerido anualmente, fijado en 730 l/a.

Se dispone de varios métodos para eliminar el uranio del agua potable, aunque algunos de ellos sólo se han ensayado en el laboratorio o a escala experimental. La coagulación con sulfato férrico o sulfato de aluminio a un pH y con dosis de coagulante óptimos puede eliminar entre el 80 y el 95% del uranio. Para lograr una eliminación de al menos el 99% se pueden utilizar el ablandamiento con cal, resinas de intercambio de aniones o procesos de osmosis inversa.

En las zonas rurales con niveles elevados de uranio natural, puede ser difícil lograr concentraciones de uranio inferiores al valor de orientación con la tecnología de tratamiento disponible [WRc, 1997]. El valor de orientación para el uranio es, pues, provisional, debido a que en algunos casos no es fácil alcanzarlo con la tecnología de tratamiento existente, a las limitaciones que aquejan a la base de datos sobre los efectos en la salud y a la necesidad de realizar nuevos estudios epidemiológicos analíticos. Cabe señalar que la concentración de uranio en el agua potable asociada con el comienzo de una disfunción tubular mensurable sigue siendo incierta, al igual que la importancia clínica de los cambios observados a niveles de exposición bajos. De hecho, un valor de orientación de hasta 30 µg/l podría proteger de la toxicidad renal debido a la incertidumbre acerca de la significación clínica de los cambios observados en los estudios epidemiológicos.

ANEXO 9

PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DE LA ZONA INVESTIGADA

La zona investigada comprende tres distritos: Ezeiza, Esteban Echeverría y La Matanza, que se encuentran dentro de los límites de las Regiones Sanitarias (RS) VI y VIIIA de la Provincia de Buenos Aires (Figuras 1 y 2).

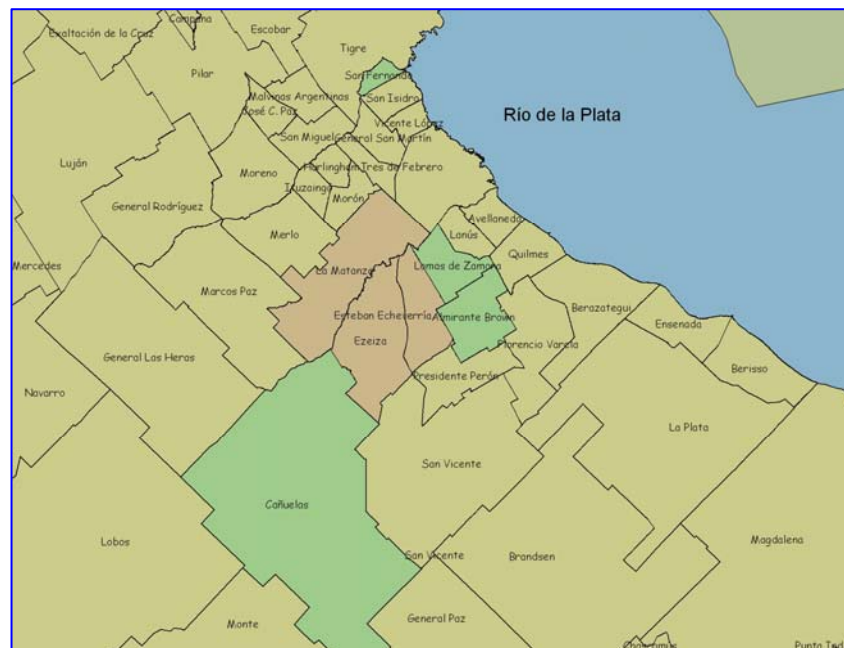


Figura 1: Mapa de la Provincia de Buenos Aires y de las tres zonas sometidas a investigación: La Matanza, Ezeiza y Esteban Echeverría.

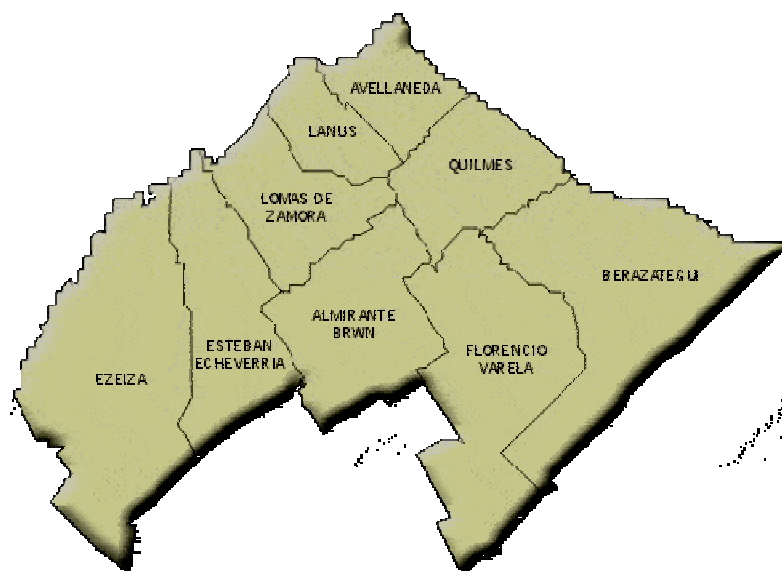


Figura 2: Región Sanitaria (RS) VI de la Provincia de Buenos Aires

Tamaño de la población de los distritos estudiados:

Ezeiza — 118 807 habitantes
Esteban Echeverría — 243 974 habitantes
La Matanza — 1 255 288 habitantes

Cuadro 1: Distribución por edad en los distritos seleccionados de la Provincia de Buenos Aires*

Grupo de edad	Distribución en Ezeiza (%)	Distribución en Esteban Echeverría (%)	Distribución en La Matanza (%)
Menores de 15 años	35,7	34,0	30,5
De 15 a 64 años	58,9	60,4	62,8
65 años o más	5,4	5,6	6,7

* http://www.gba.gov.ar/ms_infor/infor_sist/provincia1.htm