

VIGILANCIA AMBIENTAL

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

Se tomaron en total 135 muestras en los diferentes puntos de muestreo, sobre las que se realizaron 340 determinaciones y análisis radioquímicos.

Las muestras de agua de río y sedimentos fueron tomadas con una frecuencia mensual, en el Club de Pesca de la zona, a unos 3 km río abajo de la central (punto 3, figura 10, página 67). Las muestras de agua potable fueron tomadas de un pozo ubicado dentro de un radio de 5 km de la central (punto 1, figura 10), con una frecuencia mensual. Sobre estas muestras se realizó la determinación de tritio con una frecuencia mensual, y las determinaciones de cesio 137 y estroncio 90 en muestras promediadas trimestralmente.

En las mismas zonas donde se tomaron muestras de agua de río, se realizó la captura de peces con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios trimestrales.

Las muestras de leche fueron recolectadas en forma semanal, en zonas de pastoreo ubicadas dentro de un radio de 10 km de la central (puntos 1, figura 10), determinándose yodo 131 en una muestra mensual, y cesio 137 y cobalto 60 sobre muestras conjuntas trimestrales. Las muestras de pasto fueron recolectadas, en un radio de 5 km de la central (punto 2, figura 10).

Con respecto al monitoreo de alimentos, se seleccionaron los cultivos más próximos a la central y se obtuvieron muestras de algunos productos de quintas, con una frecuencia mensual. Las muestras fueron analizadas expresándose los resultados en forma trimestral.

La determinación de la concentración de cesio 137 en muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, y peces, se realizó por espectrometría gamma, en condiciones geométricas normalizadas, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

La concentración de estroncio 90 fue determinada por una técnica que incluye la calcinación de la muestra, separación del itrio 90 en equilibrio, y medición por centelleo líquido de la radiación Cerenkov emitida.

La determinación de la concentración de yodo 131 se llevó a cabo por precipitación del radionucleido, tanto el que está unido a proteínas como el que está presente en forma iónica, y posterior medición en un detector de germanio hiperpuro. Las mediciones se realizaron sobre muestras que fueron recolectadas mensualmente y los resultados se expresan como promedios trimestrales.

En los siguientes cuadros se presenta la concentración de actividad en las diferentes muestras analizadas:

Concentración de actividad en agua del río Paraná (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
octubre 99	2,4			
noviembre 99	0,79	<1,0 E-3	3,1 E-3	<2,7 E-4
diciembre 99	3,1			
enero	2,1			
febrero	0,28	<8,3 E-4	<1,0 E-3	<2,0 E-4
marzo	2,2			



Concentración de actividad en agua del río Paraná (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
abril	1,4			
mayo	0,8	<1,2 E-3	<1,2 E-3	6,0 E-4
junio	1,3			
julio	8,1			
agosto	2,3	<1,7 E-3	<3,3 E-3	<2,0 E-4
septiembre	0,9			

Nota: Las mediciones de cesio, cobalto y estroncio se realizan sobre muestras trimestrales.

Concentración de actividad en peces del río Paraná (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 99	<0,02	<0,01	0,08
1º trimestre	<0,02	<0,02	<0,03
2º trimestre	<0,05	<0,02	<0,03
3º trimestre	0,02	<0,02	0,06

Nota: muestra conjunta de bagre, carpa, boga, dorado, armado, tararira y patí.

Concentración de actividad en sedimentos de la zona de la CNA I (Bq/kg)		
período	cesio 137	cobalto 60
4º trimestre 99	<0,4	<0,6
1º trimestre	<0,6	<0,5
2º trimestre	<0,6	<0,7
3º trimestre	<0,4	<0,3

Concentración de actividad en agua potable de la CNA I (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 99	0,54	<8,3 E-4	<6,7 E-4	<3,0 E-4
1º trimestre	<0,2	<2,5 E-3	<1,8 E-3	<2,0 E-4
2º trimestre	<0,2	<2,5 E-3	<1,8 E-3	<6,0 E-4
3º trimestre	<0,2	<3,3 E-3	<1,7 E-3	<2,0 E-4

Nota: los datos del muestreo ambiental presentados corresponden al período comprendido entre el 1º de octubre de 1999 y el 30 de setiembre de 2000 debido a que al cierre de la edición del presente Informe las muestras correspondientes al 4º trimestre de 2000, se hallaban en la etapa de procesamiento.

Concentración de actividad en alimentos de la zona de la CNA I (Bq/kg)								
período	4º trimestre 99		1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre	
	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
lechuga	<0,01	0,06	<0,01	<0,02	---	---	<0,01	0,03
zanahoria	---	---	---	---	---	---	---	---
papa	---	---	---	---	<0,01	0,03	---	---
remolacha	<0,01	0,04	<0,02	<0,03	<0,02	<0,07	<0,02	<0,03
acelga	<0,01	0,05	<0,02	<0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,04
naranja	<0,01	0,12	<0,01	0,05	<0,007	<0,009	<0,008	0,07
kiwi	---	---	---	---	<0,01	0,075	---	---
repollo	---	---	<0,009	0,015	<0,01	0,02	---	---
mandarina	<0,01	0,06	---	---	<0,01	0,08	<0,04	0,15
morrón	---	---	<0,01	<0,008	---	---	---	---
batata	<0,02	0,10	<0,02	<0,009	<0,02	0,09	<0,02	0,08
durazno	---	---	<0,011	<0,008	---	---	---	---
ciruela	---	---	---	---	---	---	---	---
espinaca	---	---	---	---	---	---	<0,01-	0,01
calabaza	<0,01	0,03	---	---	<0,009	0,04	<0,01	0,05
zapallito	<0,01	0,03	<0,009	0,02	---	---	<0,01	---

Concentración de actividad en alimentos de la zona de la CNA I (Bq/kg)								
período	4º trimestre 99		1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
radicheta	---	---	---	---	<0,01	0,05	---	---
chaucha	<0,01	0,04	<0,007	0,02	---	---	---	---
tomate	---	---	<0,01	0,02	---	---	---	---
berenjena	---	---	<0,007	<0,006	<0,01	---	---	---
coliflor	---	---	<0,01	<0,02	---	<0,01	---	---
apio	---	---	---	---	---	---	<0,01---	<0,01
limón	---	---	<0,006	0,05	---	---	<0,008 ---	0,2
rabanitos	---	---	---	---	---	---	---	---
habas	<0,01	0,05	---	---	---	---	---	<0,02
melón	---	---	<0,02	0,03	---	---	---	---
brocoli	---	---	---	---	---	---	0,01	<0,02
escarola	---	---	---	---	---	---	<0,01	<0,02
pomelo	---	---	---	---	---	---	<0,01	<0,05
achicoria	---	---	---<0,01	<0,009	---	---	---	---

Nota: --- muestra no disponible durante el trimestre, debido a que las matrices son estacionales.

Concentración de actividad en leche de la zona de la CNA I (Bq/l)			
período	yodo 131	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 99	<0,2	<0,005	<0,03
1º trimestre	<0,1	<0,01	0,02
2º trimestre	<0,2	<0,01	<0,03
3º trimestre	<0,3	<0,008	8,2 E-3

Concentración de actividad en pasto de la zona de la CNA I (Bq/m²)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
4º trimestre 99	<7,8	<7,9	<4,9
1º trimestre	<5,1	<5,4	<2,6
2º trimestre	<2,3	<2,3	<2,7
3º trimestre	<2,8	<3,5	<2,5

No se detectó contaminación atribuible al funcionamiento de la central, con excepción de niveles muy bajos de estroncio 90 en algunas muestras de vegetales.

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

Durante 2000 se recolectaron en total 175 muestras y sobre las mismas se realizaron 300 análisis y determinaciones radioquímicas.

Las muestras de leche fueron obtenidas de un tambo ubicado dentro de un radio de 5 km de la central nuclear (punto 2, figura 11), en forma semanal, determinándose yodo 131 en forma mensual, y cesio 137 y estroncio 90, trimestralmente.

Las muestras de agua del lago fueron tomadas con una frecuencia mensual de la Unidad Turística (punto 1, figura 11). Las muestras de agua potable se tomaron de una vivienda particular, conectada a la red de distribución domiciliar de la ciudad de Embalse, con una frecuencia de muestreo mensual. Se determinó tritio, tanto en agua del lago como en agua potable, y con una frecuencia trimestral, se determinaron cesio 137 y estroncio 90. Las muestras de condensado de humedad fueron tomadas con un equipo ubicado a 350 metros de la chimenea de descargas gaseosas de la central (punto 3, figura 11). Mensualmente, se tomaron muestras de sedimentos en el punto correspondiente a la Unidad Turística Embalse (punto 1, figura 11).

La captura de peces de diferentes especies fue realizada de distintas partes del lago, con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios trimestrales.



Con respecto al monitoreo de alimentos producidos en la zona, se seleccionaron, obtuvieron y analizaron muestras de algunos productos de una quinta, ubicada a 5 km de la central nuclear en dirección noreste, expresándose los resultados obtenidos como promedios trimestrales.

La determinación de la concentración de cesio 137 en muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, y peces, se realizó por espectrometría gamma, en condiciones geométricas normalizadas, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

Las concentraciones de estroncio 90 y de yodo 131 fueron determinadas de la misma forma que se describió en el caso de la CNA I.

Los valores de actividad medidos en las muestras mencionadas se pueden observar en los cuadros de la página siguiente.

No se detectó la presencia de radionucleidos en el ambiente atribuibles al funcionamiento de la CNE, con excepción del tritio en las muestras de agua y niveles muy bajos de cesio 137 en muestras puntuales de sedimentos del lago de Embalse de Río Tercero. También se detectaron niveles de estroncio 90 en algunas muestras de peces y vegetales.

En los cuadros siguientes se presenta la concentración de actividad en las distintas muestras procesadas.

Concentración de actividad en agua del lago de Embalse de Río Tercero (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
octubre 99	160			
noviembre 99	160	<1,3 E-3	<1,3 E-3	<3,0 E-4
diciembre 99	160			
enero	90			
febrero	50	<8,3 E-4	<6,7 E-4	3,0 E-4
marzo	40			
abril	20			
mayo	20	<2,3 E-3	<2,0 E-3	1,0 E-3
junio	20			
julio	---			
agosto	20	<1,2 E-3	<1,3 E-3	3,0 E-4
setiembre	20			

Nota: Las mediciones de cesio, cobalto y estroncio se realizaron sobre muestras trimestrales.

Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
octubre 99	0,4	abril	1,2
noviembre 99	0,3	mayo	0,9
diciembre 99	0,8	junio	1,4
enero	1,7	julio	0,2
febrero	0,8	agosto	0,2
marzo	1,5	setiembre	0,5

Concentración de actividad en sedimentos del lago de Embalse de Río Tercero (Bq/kg)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
4º trimestre 99	<1,0	<0,8	2º trimestre	1,5	1,5
1º trimestre	1,1	<1,0	3º trimestre	1,7	<1,7

Concentración de actividad en agua potable de la ciudad de Embalse (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 99	150	<3,2 E-3	<1,7 E-3	5,0E-4
1º trimestre	60	<8,3 E-4	<6,7 E-4	2,0 E-4
2º trimestre	20	<1,3 E-3	<1,2 E-3	<7,0 E-4
3º trimestre	20	<1,3 E-3	<1,3 E-3	2,0 E-4

Concentración de actividad en leche de la zona de la CNE (Bq/l)			
período	cesio 137	estroncio 90	yodo 131
4º trimestre 99	<0,02	<0,08	<0,6
1º trimestre	<0,01	<1,9 E-2	<0,4
2º trimestre	<0,01	<4,4 E-2	<0,2
3º trimestre	<8,3 E-3	<0,009	<0,3

Concentración de actividad en pasto de la zona de la CNE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
4º trimestre 99	<11,5	<8,2	<6,3
1º trimestre	<4,9	<4,0	<6,0
2º trimestre	<4,3	<3,2	<4,4
3º trimestre	<6,1	<3,3	<6,1

Concentración de actividad en alimentos de la zona de la CNE (Bq/kg)								
período	4º trimestre 99		1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
puerro	<0,02	0,12	---	---	---	---	---	---
repollo	<0,01	0,13	<0,007	0,017	<0,01	---	<0,02	0,09
acelga	<0,02	0,03	<0,04	<0,024	<0,02	<0,02	<0,01	<0,03
lechuga	<0,02	---	<0,03	<0,06	---	<0,09	---	---
navisa	---	0,1	<0,02	0,14	---	---	---	---
cebollín	<0,03	---	<0,02	0,05	---	---	<0,03	0,03
soja	---	0,11	<0,01	<0,04	---	---	---	---
brócoli	---	---	<0,009	<0,02	---	---	<0,02	0,06
zapallito	---	---	<0,014	<0,03	---	---	---	---
tomate	---	---	<0,01-	<0,01	<0,01	---	---	---
morrón	---	---	<0,01	<0,016	---	<0,03	---	---
escarola	---	---	---	---	---	---	<0,03	0,04
apio	---	---	---	0,04	<0,02	---	---	---
berenjena	---	---	<0,02	0,03	---	---	---	---
calabaza	---	0,08	<0,01	---	<0,02	0,13	---	---
damasco	<0,01	---	---	---	---	---	---	---
ciruela	---	---	<0,01	<0,01	---	---	---	---
zanahoria	---	0,075	---	---	<0,02	0,04	---	0,045
radicheta	<0,02	---	---	---	---	---	---	0,07
durazno	---	---	---	<0,01	---	---	<0,01	---
remolacha	---	0,034	<0,02	<0,04	<0,02	0,03	<0,03	---
habas	<0,01	---	<0,02	---	---	---	---	---
coliflor	<0,02	0,2	---	---	<0,02	0,1	---	---



Concentración de actividad en peces del lago de Embalse de Río Tercero(Bq/kg)			
período	cesio 137	Cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 99	0,25	<0,05	0,08
1º trimestre	0,16	<0,04	0,06
2º trimestre	0,06	<0,03	0,04
3º trimestre	0,05	<0,02	0,03

Nota: --- muestra no disponible durante el trimestre.

CENTRO ATÓMICO EZEIZA

En el plan de monitoraje efectuado durante el año 2000, se recolectaron 580 muestras y se efectuaron 1120 determinaciones de los distintos radionucleidos de interés.

Las muestras de agua y sedimentos del arroyo Aguirre fueron tomadas con una frecuencia mensual, antes y después del centro (puntos 5, 6, 7, 8, 9 y 10, figura 12, página 60). También se analizaron muestras provenientes de los tanques de agua potable de dicho centro (puntos AP1, AP2, AP3 y AP4, figura 5) y muestras de agua potable de los alrededores del centro (puntos AP5, AP6, AP7, AP8, AP9, AP10 y AP11).

Las mediciones de las muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, se realizaron por espectrometría gamma, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

Las concentraciones de estroncio 90 y de yodo 131 fueron determinadas conforme a la técnica descrita en el caso de la CNA I.

En los cuadros siguientes se indican las concentraciones de actividad medidas en las diferentes muestras.

Concentración de actividad de muestras de aerosoles en aire ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
octubre 99	<2,2	<5,5	abril	<4,0	<3,0
noviembre 99	<3,5	<6,3	mayo	<4,1	<2,6
diciembre 99	<3,0	<3,0	junio	<2,5	<2,1
enero	10,7	<4,0	julio	<3,0	<2,3
febrero	<3,5	<3,0	agosto	<5,0	<4,1
marzo	<3,5	<4,5	setiembre	<3,0	<3,7

Concentración de actividad en leche de la zona del CAE (Bq/l)				
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	yodo 131
4º trimestre 99	<0,001	<0,01	0,03	<0,2
1º trimestre	<0,01	<0,01	0,03	<0,2
2º trimestre	<0,02	<0,01	<0,01	<0,2
3º trimestre	<0,01	<0,02	0,02	<0,2

Concentración de actividad en agua potable del CAE (Bq/l)												
período	4° trimestre 99			1° trimestre			2° trimestre			3° trimestre		
especie	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
AP1	<1,7 E-3	<1,7E-3	3,0 E-4	<1,3 E-3	<1,3 E-3	<2 E-4	<2,2 E-3	<2,2 E-3	9,0 E-4	<1,3 E-3	<1 E-3	<5,0 E-4
AP2	<1,5 E-3	<1,7 E-3	4,0 E-4	<1,2 E-3	<8,3 E-4	<2 E-4	<1,3 E-3	<1,3 E-3	1,4 E-3	<2,3 E-3	<2,7 E-3	<1,0 E-4
AP3	<1,0 E-3	<1,7 E-4	<3,0 E-4	<6,7 E-4	<8,3 E-4	<2 E-4	<1,0 E-3	<1,0 E-3	2,0 E-4	<1,3 E-3	<1,3 E-3	<2,0 E-4
AP4	<1,0 E-3	<1,7 E-3	4,0 E-4	<1,2 E-3	<8,3 E-4	2 E-4	<2,3 E-3	<2,2 E-3	<2,0 E-4	<1,5 E-3	<1,5 E-3	<2,0 E-4

Concentración de tritio en aguas potables del CAE y sus alrededores (Bq/l)			
punto de muestreo	3° trimestre	punto de muestreo	3° trimestre
AP1	<3,3	AP7 (Club Aerodelismo)	<3,3
AP2	<3,3	AP8 (Club UPCN)	<3,3
AP3	<3,3	AP9 (Barrio)	<3,3
AP4	<3,3	AP10 (Cantina Don Pepe)	<3,3
AP5 (Tosquera)	<3,3	AP11 (Club Empleados de Comercio)	<3,3
AP6 (Club Fuerza Aérea)	<3,3		<3,3

Nota: los puntos AP5-AP11 no se indican en la figura 12 debido a que son puntos de muestreo más alejados del CAE.

Concentración de actividad depositada en el CAE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4° trimestre 99	<0,11	0,25	<0,02
1° trimestre	0,20	0,28	<0,02
2° trimestre	0,18	<0,13	0,02
3° trimestre	0,18	0,15	<0,01

Concentración de actividad depositada en el CAE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
4° trimestre 99	<6,5	<5,7	<5,9
1° trimestre	<5,5	<3,0	<4,8
2° trimestre	<5,0	<3,1	<4,9
3° trimestre	<6,0	<4,8	<5,7

Los resultados presentados en la tabla surgen de promediar los niveles encontrados en los puntos 1, 2, 3 y 4 de la figura 12.

Concentración de actividad en agua del arroyo Aguirre (Bq/l)									
período	4° trimestre 99		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre		
puntos	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	
5	<0,7	<0,6	<0,6	<0,1	<0,6	<0,4	<0,5	<0,3	
6	<0,2	<0,4	<0,6	<0,3	<0,4	<0,2	<0,7	<0,4	
7	<0,4	<0,3	<0,6	<0,4	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4	
8	<0,4	<0,5	<0,4	<0,2	<0,5	<0,2	<0,5	<0,3	
9	<0,6	<0,7	<0,6	<0,3	<0,4	<0,5	<0,9	<0,6	
10	<0,6	<0,5	<0,4	<0,2	<0,5	<0,2	<0,7	<0,6	

Concentración de actividad en sedimentos del arroyo Aguirre (Bq/kg)									
período	4° trimestre 99		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre		
puntos	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	
5	1,3	<1,1	<0,8	<0,7	<0,4	<0,7	1,5	<0,7	
6	1,5	<1,4	<1,1	<0,7	2,3	<0,7	1,4	<0,6	
7	6,9	1,2	2,0	<0,9	2,7	<0,7	30,1	4,6	
8	49,7	11,5	23,2	10,0	62,5	11,8	132,0	59,1	
9	41,1	17,2	33,3	12,2	46,2	5,5	27,0	6,5	
10	35,5	9,6	49,5	6,4	50,8	6,8	25,4	8,1	



Concentración de actividad en alimentos de la zona del CAE (Bq/kg)								
período	4° trimestre 99		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
acelga	<0,01	0,03	<0,01	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
lechuga	<0,01	0,06	<0,02	0,42	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02
repollo	<0,02	0,05	---	---	---	---	<0,01	0,02
berenjena	---	---	<0,01	<0,01	<0,01	0,008	---	---
radicheta	<0,01	0,11	0,01	0,04	---	---	<0,01	0,04
puerro	<0,01	0,08	<0,04	0,04	<0,02	0,01	<0,01	0,09
cebollín	<0,02	0,03	---	---	<0,02	<0,02	---	---
perejil	<0,02	0,04	<0,02	0,05	<0,02	0,11	<0,01	0,03
remolacha	<0,02	0,03	---	---	---	---	---	---
escarola	---	---	<0,01	0,02	---	---	---	---
espinaca	---	---	---	---	---	---	<0,01	0,01
brócoli	---	---	---	---	<0,02	0,06	---	---
zapallo	---	---	---	---	<0,01	0,05	---	---
morrón	---	---	---	---	<0,01	<0,006	---	---

Nota: --- significa muestra no disponible, debido a que las matrices son estacionales.

No se detectaron radionucleidos en el ambiente que pudieran atribuirse al funcionamiento del centro atómico Ezeiza, con excepción de niveles muy bajos de cesio 137 y cobalto 60 en algunas muestras de sedimento del arroyo Aguirre.

Como complemento del control rutinario se han colectado muestras de suelo en lugares contiguos a los límites del Área de Gestión de Residuos Radiactivos del CAE. En el cuadro siguiente se presentan los niveles de concentración de radionucleidos encontrados en el monitoreo de suelos.

Concentración de actividad en muestras de tierra superficial		
Punto de muestreo*	Cesio 137 (Bq/kg)	Cobalto 60 (Bq/kg)
19	6,4	<0,8
20	6,3	1,6
21	4,6	<0,8
22	15,2	8,0
23	17,5	9,5
24	10,4	4,1
25	22,0	4,2
26	32,5	<1,3
27	7,6	<0,8
28	9,2	1,8
29	7,5	0,9
30	4,5	<0,9
31	<5,1	<0,8
32	4,8	0,9
33	3,6	<0,9
34	4,8	<1,0
35	122	<0,8
36	2,3	<0,8

* Los puntos de muestreo están ubicados alrededor del cerco perimetral de Área de Gestión de Residuos Radiactivos del CAE.

Estos radionucleidos producirían en el grupo crítico una dosis por irradiación externa comparable a oscilaciones del fondo natural de radiación. Con respecto a los análisis efectuados en las muestras de suelo tomadas en profundidad, solo se midieron bajos niveles de cesio 137 y cobalto 60 en los primeros centímetros, resultando niveles radiológicamente insignificantes en todas las demás profundidades muestreadas. En este mismo lugar se midieron muestras de agua de la napa freática. Las concentraciones de cesio 137 y cobalto 60 medidas están por debajo del límite de detección de

la técnica (0,7 y 0,6 Bq/l respectivamente). Con respecto al tritio medido, en el hipotético caso que dicha agua no potable fuera consumida, no se superarían las restricciones de dosis vigentes.

Es importante destacar que esta área es interior al centro atómico y no es ocupada por persona alguna de la población.

CENTRO ATÓMICO BARILOCHE

Durante 2000 se tomaron 11 muestras de agua y 2 de sedimentos, realizándose un total de 40 determinaciones y análisis radioquímicos. Los puntos de muestreo pueden observarse en la figura 13, página 70. La siguiente tabla muestra los valores obtenidos.

Tipo de muestra	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
Agua potable de la Ciudad de San Carlos de Bariloche	<0,2 Bq/l	<0,2 Bq/l	<0,01 Bq/l
Valor promedio de aguas de la zona	<0,25 Bq/l	<0,25 Bq/l	<0,01 Bq/l
Valor promedio en sedimentos de la zona	4,6 Bq/kg	<1,8 Bq/kg	—

Medición de radionucleidos naturales en agua potable de la ciudad de San Carlos de Bariloche

Uranio natural: 0,0002 mg/l (ppm)

radio 226: <2,6 mBq/l

COMPLEJOS MINERO FABRILES DE URANIO

Complejo minero fabril SAN RAFAEL

Durante 2000 se recolectaron 22 muestras de agua y 19 muestras de sedimentos. Se realizaron, sobre estas muestras recolectadas, un total de 82 determinaciones y análisis radioquímicos. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos (Véase figura 14, página 71).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable	0,0022 mg/l (ppm)
uranio natural aguas	0,0064 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,7 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable	6,9 mBq/l
radio 226 en aguas	3,3 mBq/l
radio 226 en sedimentos	48,7 Bq/kg
tasa de emanación de radón	7,0 Bq/m ² .s

Ex Complejo fabril MALARGÜE

Durante 2000, se recolectaron 23 muestras de aguas y 8 de sedimentos, realizándose sobre las mismas un total de 62 análisis. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos, expresados como media geométrica (Véase figura 15, página 72).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable	0,0009 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,0051 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	2,2 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable	<2,2 mBq/l
radio 226 en aguas	3,7 mBq/l
radio 226 en sedimentos	87,2 Bq/kg
tasa de emanación de radón	8,9 Bq/m ² .s



Complejo fabril CÓRDOBA

Se detallan a continuación los valores promedio obtenidos en las distintas muestras analizadas durante 2000, expresados como media geométrica. (Véase figura 17, página 73).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en aguas	0,011 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	3,3 mg/kg (ppm)
radio 226 en aguas	<2,5 mBq/l

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en sedimentos	56,8 Bq/kg
concentración de radón en aire medida en el perímetro	42 Bq/m ³

Ex Complejo minero fabril LOS GIGANTES

Durante 2000 se recolectaron 17 muestras de aguas superficiales y una muestra de agua potable en la localidad de Villa Carlos Paz, ya que el embalse del lago San Roque está alimentado por agua proveniente del río San Antonio, que tiene como afluente al río Cajón. Además, se recolectaron 16 muestras de sedimentos, realizándose 66 análisis. Además, se determinó la tasa de emanación de gas radón en las escombreras de mineral de uranio. Se presentan a continuación los valores promedios obtenidos en las distintas muestras, expresados como media geométrica. (Véase figura 18, página 73).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable (Villa Carlos Paz)	0,0006 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,0026 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	33,9 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable (Villa Carlos Paz)	3,2 mBq/l
radio 226 en aguas	28,2 mBq/l
radio 226 en sedimentos	607 Bq/kg
tasa de emanación de radón	0,7 Bq/m ² .s

Ex Complejo minero fabril LA ESTELA

Durante 2000 se tomaron 11 muestras de agua y 7 de sedimentos, determinándose en ambos tipos de muestras la concentración de uranio natural y radio 226. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos, expresados como media geométrica. (Véase figura 19, página 74).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en aguas	0,018 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	38,5 mg/kg (ppm)
uranio natural en agua potable (Merlo)	0,0008 mg/l (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en aguas	6,2 mBq/l
radio 226 en sedimentos	362,3 Bq/kg
radio 226 en agua potable (Merlo)	<10,9 mBq/l

Ex Complejo minero fabril LOS COLORADOS

Durante 2000, se tomaron 12 muestras en aguas superficiales, 1 muestra de agua potable de la ciudad de Patquía y 3 muestras de sedimentos, realizándose 30 determinaciones sobre las mismas. Se llevó a cabo, también, la medición de la tasa de emanación del gas radón en escombreras de mineral. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en aguas	0,0039 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,9 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en aguas	10,9 mBq/l
radio 226 en sedimentos	35,8 Bq/kg
tasa de emanación de radón	0,95 Bq/m ² .s

Ex Complejo minero fabril TONCO

Durante 2000, se tomaron 21 muestras de aguas superficiales y 25 muestras de sedimentos, realizándose 92 determinaciones sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en aguas	0,076 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	3,3 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en aguas	3,3 mBq/l
radio 226 en sedimentos	57,0 Bq/kg

Ex Complejo minero fabril PICHÍNÁN

Durante 2000, se tomaron 24 muestras de aguas superficiales y 18 muestras de sedimentos, realizándose 46 determinaciones sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en aguas	0,0009 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,3 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en aguas	2,7 mBq/l
radio 226 en sedimentos	50,4 Bq/kg

Conclusiones

Los valores medidos sobre las muestras obtenidas durante el monitoreo ambiental, en los alrededores de las diferentes complejos minero fabriles de uranio, indican que no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los niveles determinados aguas arriba y aguas abajo de las instalaciones. Por otra parte, los valores medidos se encuentran muy por debajo de los valores de referencia para agua aceptados por la Autoridad Regulatoria Nuclear: 1,0 mg/l (ppm) para uranio natural y 180 mBq/l para radio 226.

MONITOREAJE AMBIENTAL NO RELACIONADO CON LAS INSTALACIONES NUCLEARES

Fuentes artificiales

Se analizaron muestras de frutas y verduras de diferentes especies que fueron adquiridas en el Mercado Central de Buenos Aires y distintos componentes de una dieta promedio semanal, cuya provisión es adquirida de diferentes bocas de expendio, siendo por lo tanto, representativa de una dieta estándar del Gran Buenos Aires. Los análisis se llevaron a cabo sobre muestras conjuntas trimestrales.

La concentración de actividad medida en las diferentes muestras analizadas se presenta en los cuadros siguientes:

Concentración de actividad en muestras de aerosoles en aire ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)			
período	cesio 137	período	cesio 137
octubre 99	<2,7	abril	<2,2
noviembre 99	---*	mayo	<2,1
diciembre 99	---*	junio	<2,2
enero	---*	julio	<2,5
febrero	<1,9	agosto	<1,9
marzo	<2,5	setiembre	<1,0

Nota: * muestreador detenido por reparación.



Concentración de actividad en leche (Bq/l)		
período	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 99	<0,01	0,02
1º trimestre	<0,01	0,02
2º trimestre	<0,01	0,03
3º trimestre	<0,007	0,02

Concentración de actividad en muestras de dieta (Bq/kg)		
período	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 99	<0,02	0,05
1º trimestre	0,025	<0,01
2º trimestre	<0,01	<0,02
3º trimestre	<0,01	0,1

Concentración de actividad en alimentos adquiridos en el Mercado Central de Buenos Aires (Bq/kg)								
período	4º trimestre 99		1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
papa	<0,01	0,05	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,005
papa	<0,02	0,1	---	---	---	---	<0,01	<0,5 E-3
zanahoria	---	---	---	---	---	---	<0,01	0,04
calabaza	<0,01	0,08	<0,009	<0,006	<0,006	<0,01	<0,009	0,02
cebolla	<0,01	0,04	---	---	---	---	---	---
repollo	<0,03	0,03	<0,009	<0,01	<0,01	0,03	---	---
zapallito	---	---	<0,008	<0,007	<0,01	<0,02	---	---
berenjena	---	---	<0,007	<0,007	---	---	---	---
pera	<0,01	0,04	<0,01	<0,04	<0,01	0,04	<0,01	0,03
acelga	<0,01	<0,01	---	<0,01	<0,005	0,01	<0,01	<0,03
manzana	<0,01	0,02	<0,009	0,03	---	---	<0,01	0,02
tomate	---	---	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,008	<0,01
apio	<0,03	0,16	<0,009	<0,01	<0,01	0,03	<0,02	<0,02
pomelo	<0,01	0,03	<0,01	0,03	---	---	<0,01	0,06
banana	<0,01	0,09	<0,006	<0,01	<0,01	0,04	<0,02	<0,01
naranja	---	---	<0,01	---	---	---	<0,01	0,11
escarola	---	---	---	---	---	---	<0,01	<0,02
morrón	---	---	---	<0,06	<0,01	<0,04	<0,01	<0,02
chaucha	<0,02	0,02	<0,05	---	---	---	---	---
durazno	<0,01	---	---	---	---	---	---	---
brócoli	---	0,04	---	---	---	---	---	---
espinaca	---	---	---	---	<0,02	<0,03	---	---
kiwi	---	---	---	---	---	---	<0,02	0,025

Nota: --- significa muestra no disponible durante el trimestre, debido a que las matrices son estacionales.

Fuentes naturales: Medición de radón en viviendas

A continuación se indican las localidades del país donde se efectuaron las mediciones de radón:

Concentración de radón en viviendas			
Lugar de muestreo	Promedio (Bq/m ³)	Número de muestras	Sistema de medición*
Malargüe (provincia de Mendoza)	38,9	239	1,2,3
Ciudad de Mendoza (provincia de Mendoza)	49,6	139	1,2
General Alvear (provincia de Mendoza)	45,0	106	1
San Rafael (provincia de Mendoza)	30,8	413	1
Corrientes (provincia de Corrientes)	48,0	109	1
Ciudad de Buenos Aires (provincia de Buenos Aires)	26,0	354	1,2,3
Resistencia (provincia de Chaco)	49,0	35	1
Rosario (provincia de Santa Fe)	31,0	61	1
San Luis (provincia de San Luis)	30,7	204	1
Trelew, Puerto Madryn, Rawson, Gastre y Esquel (provincia de Chubut) **	33,0	70	1
Santiago del Estero (provincia de Santiago del Estero)	28,0	62	1
Bariloche (provincia de Río Negro)	36,0	18	1
Cosquín (provincia de Córdoba)	48,2	70	1
Ciudad de Córdoba (provincia de Córdoba)	23,3	154	1

* Sistema de medición: 1 Makrofol, 2 Electrets, 3 Carbón activado

** Valor promedio

El valor medio de la concentración de radón, considerando las 2034 viviendas monitoreadas, desde 1983 hasta 2000 en todo el país, resultó ser de 34,2 Bq/m³, con una media geométrica de 24,2 Bq/m³.

Cabe recordar que la Norma Básica de Seguridad Radiológica establece que, cuando la concentración promedio anual de radón en el interior de las viviendas exceda los 400 Bq/m³, se deben adoptar medidas para reducir la concentración del gas radón, como, por ejemplo, ventilar los ambientes.

Del análisis de los resultados obtenidos se observa que los valores promedios de las distintas ciudades argentinas no superan los 50 Bq/m³, encontrándose solamente muy pocos valores individuales por encima de 200 Bq/m³ y ninguno supera 400 Bq/m³.

Por ello, se concluye en base a los resultados obtenidos hasta el momento que, en Argentina los niveles de radón en el interior de viviendas se encuentran dentro de los valores aceptables para la población.

