

# Resultados del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental de la ARN

## Período 2022

La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) es el organismo del Estado argentino dedicado a la regulación y fiscalización de la actividad nuclear en Argentina. Como parte de sus funciones regulatorias, **ARN es responsable de controlar el impacto radiológico ambiental de toda actividad que licencie, a través del monitoreo, estudio y seguimiento de la incidencia, evolución o posibilidad de daño ambiental que pueda provenir de dichas actividades.** Para ello, ARN lleva adelante el [Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental \(PMRA\)](#) en los alrededores de las instalaciones relevantes del país, de manera totalmente independiente del que realizan estas instalaciones.

El control radiológico ambiental se realiza de acuerdo a lo establecido por la [Ley Nacional N° 24804 de la Actividad Nuclear](#). De acuerdo a este marco regulatorio, **la ARN requiere a la Entidad Responsable de aquellas instalaciones en las que corresponda que realicen en forma periódica un monitoreo de las matrices ambientales en sus alrededores.** El mismo debe ser aprobado por la ARN, con resultados informados de manera regular, con su correspondiente evaluación de los datos obtenidos.

Adicionalmente a la revisión y análisis de la documentación presentada por las Entidades Responsables, la ARN verifica en forma más eficaz con sus propias muestras y mediciones los resultados informados por las diversas instalaciones bajo control regulatorio, siendo esta forma de control la recomendada internacionalmente [1]. Para ello, la ARN dispone de laboratorios propios y especializados, en el Centro Atómico Ezeiza, donde estas muestras ambientales son procesadas y medidas.

El objetivo general de estas tareas es verificar que una determinada instalación esté operando de acuerdo a las regulaciones y requerimientos vigentes, y que cumpla con los valores autorizados de descargas de radionucleidos al ambiente de manera tal que no se superen los límites y restricciones de dosis establecidos para el público.

Esta publicación presenta los resultados del PMRA llevado a cabo por ARN durante 2022\*, junto a los mapas y puntos de muestreos, indicando las matrices ambientales muestreadas para cada instalación controlada.

No se incluyen en los mapas los puntos de adquisición de muestras de alimentos, por tratarse de locales comerciales de terceras personas. Sin embargo, en todos los casos, incluyendo los pescados, provienen de la zona de influencia de las instalaciones y los resultados de estas muestras forman parte del análisis de datos.

### Introducción

En concordancia con el **principio básico de protección radiológica de mantener la exposición de la población tan baja como sea razonablemente posible**, se permite la descarga de efluentes radiactivos para ciertas instalaciones radiactivas y nucleares cuyas actividades así lo requieran, de forma planificada y controlada, de manera que no se superen los límites de dosis establecidos para el público. En este marco se producen, en mayor o menor medida, efluentes en los que se presentan radionucleidos en distintas concentraciones de actividad, los cuales son descargados en forma controlada al medioambiente por vía líquida (a lagos, ríos, etc.) y/o gaseosa (al aire). Estos elementos descargados se transfieren a las matrices ambientales de las proximidades de las instalaciones, pudiendo entrar en contacto con miembros del público que habita en las cercanías de las mismas, por lo que deben ser controlados.

El **monitoreo radiológico ambiental** que se desarrolla en los alrededores de cada instalación depende del tipo de instalación, de los radionucleidos potencialmente presentes en sus descargas y de la geografía en la que se encuentra emplazada.

---

\*Los resultados del PMRA de 2015 y años posteriores pueden consultarse [aquí](#), mientras que los anteriores a 2015 se encuentran disponibles en los respectivos [informes anuales de ARN](#).

A continuación, se presentan los criterios principales a partir de los cuales se diseñaron los PMRA de la ARN, de acuerdo a la [Guía Regulatoria AR 14 Revisión 0 "Diseño y Desarrollo de un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental"](#) [2]:

## Matrices a muestrear

Se toman muestras de las **matrices ambientales** relacionadas en forma directa con las emisiones de las instalaciones y su distribución en el ambiente, de consumo directo por el ser humano, y de las matrices que integran radionucleidos en un período de tiempo.

Se pueden dividir en dos tipos:

- Matrices asociadas a las descargas de efluentes gaseosos: **aire** (tasa de dosis ambiental, material particulado, radioyodos, radón y condensado de humedad) y **suelos**.
- Matrices asociadas a las descargas de efluentes líquidos: **aguas superficiales, aguas subterráneas, sedimentos y pescados**.

También se toman muestras de **alimentos de interés** que deben tenerse en cuenta en el cálculo de dosis al público, como algunos **vegetales, frutas y leche** (asociados a ambos tipos de descargas), agua potable [3] (proveniente tanto de aguas superficiales como subterráneas) y **pescados**.

## Radionucleidos a analizar

El criterio adoptado es cubrir todo el espectro de **radionucleidos** para los cuales se hayan fijado valores autorizados de descarga y que, de acuerdo a sus tiempos de vida media y concentraciones descargadas, puedan ser detectados en las matrices ambientales.

Adicionalmente, la ARN lleva adelante un **programa de monitoreo ambiental de gas radón**, enfocado en la medición de la concentración de radón en aire en el perímetro de las instalaciones minero fabriles de uranio y en el interior de las viviendas próximas a las mismas. Los resultados de dicho monitoreo son entregados a los respectivos residentes de las viviendas muestreadas.

## Puntos de muestreo

Se consideran **muestras ambientales** a aquellas tomadas fuera de los límites físicos de las instalaciones monitoreadas, asumiéndose que es a partir de allí donde los miembros del público pueden entrar en contacto con los radionucleidos descargados, presentes en las matrices ambientales. Mínimamente, deben muestrearse tres puntos diferentes:

- **Un punto de muestreo ubicado aguas arriba o vientos arriba de la instalación**, que no esté influenciado por sus descargas, y donde los niveles de fondo ambiental sean equivalentes a los que pudieran haberse obtenido en monitoreos preoperacionales. Este punto se denomina "**Punto Blanco**" o de referencia.
- **Un punto de muestreo ubicado en la zona de máxima concentración de radionucleidos esperada** para cada uno de los dos tipos de emisiones (gaseosas y líquidas). Este punto se denomina "**Punto de Máxima Concentración**". En el caso de las descargas líquidas, de ser posible, dicho punto se debe ubicar luego de la mezcla completa de la descarga con el cuerpo de agua que la recibe.
- **Un punto de muestreo que debe coincidir con la ubicación de la Persona Representativa**, a partir de la cual se puedan hacer cálculos de dosis con los valores ambientales reales. Este punto se denomina "**Punto Persona Representativa**".

A los efectos del monitoreo ambiental exclusivamente, estos tres puntos se determinan tanto con respecto a las descargas líquidas como a las descargas gaseosas, por separado.

Existen además puntos de muestreo y/o matrices adicionales, asociados a las necesidades de información de poblaciones vecinas a las instalaciones, aun cuando no sean técnicamente los más relevantes. Estos puntos son denominados "**Puntos de Interés Público**".

Asimismo, existen sitios bajo control regulatorio en los que se encuentran instalaciones cerradas o en estado no operativo, las cuales no producen una descarga puntual, sino, que pueden presentar varias fuentes dispersas de

emisión de radionucleidos. Tal es el caso de los Ex Complejos Mineros y/o Fabriles de uranio en los cuales, debido a que en general sus terrenos son extensos, no se puede hablar precisamente de Puntos de Máxima Concentración, sino que se determinan puntos vientos arriba y vientos abajo, aguas arriba y aguas abajo, o simplemente cercanos o lejanos al área en estudio.

## Frecuencia de muestreo

Se tienen en cuenta factores como la **frecuencia** de descargas y la actividad descargada, el tiempo de decaimiento de los radionucleidos involucrados y su relevancia, y la variabilidad espacial y temporal de las matrices analizadas. Las instalaciones que no están en funcionamiento se muestrean una vez al año.

## Medición de las muestras

La ARN cuenta con [laboratorios propios y especializados](#) en la medición de distintos radionucleidos para realizar las mediciones previstas en el PMRA. Las principales técnicas de medición se encuentran **acreditadas por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA)** conforme la Norma ISO/IEC 17025:2017, asegurando así la calidad de los ensayos y calibraciones.

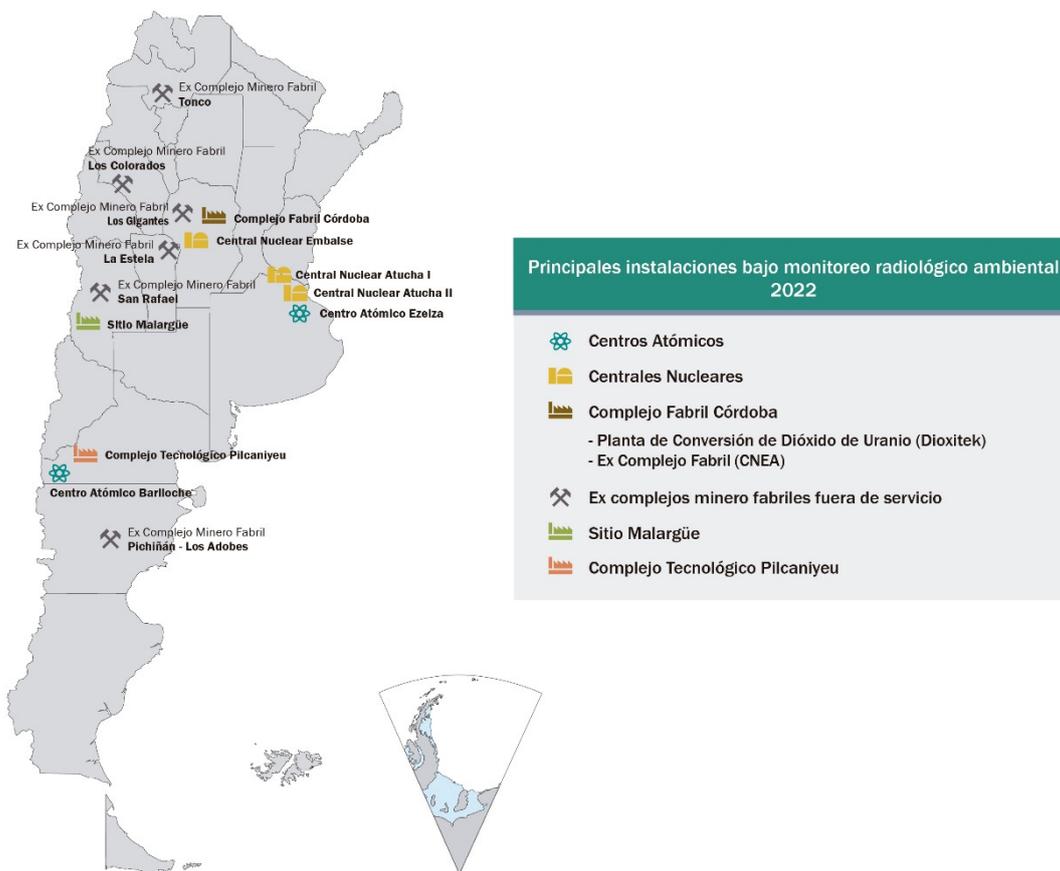
Las muestras correspondientes a las matrices de aguas, sedimento, aire, suelo y alimentos se analizan en los Laboratorios de Control Ambiental, mientras que las determinaciones de tasa de dosis ambiental se llevan a cabo en el Laboratorio de Dosimetría Física.

Las muestras son pretratadas de acuerdo a procedimientos vigentes con el fin de ser acondicionadas para los ensayos: las muestras de agua fueron filtradas (excepto las aguas de consumo), acidificadas (si las técnicas de ensayo lo requieren), y de ser necesario, concentradas mediante evaporación para bajar el límite de detección; los sedimentos y suelos fueron secados en estufa y tamizados; los filtros de aire compactados; y las muestras de alimentos calcinadas.

Los ensayos de emisores gamma como Cobalto-60, Cesio-137 y Yodo-131 se efectuaron por espectrometría gamma mediante detectores de germanio hiperpuro, en condiciones geométricas normalizadas, específicas para las distintas matrices. Las concentraciones de Estroncio-90 fueron determinadas por una técnica que incluye la evaporación y/o calcinación de la muestra, separación del Itrio-90 en equilibrio, y medición por centelleo líquido de la radiación Cherenkov emitida. Las determinaciones de uranio en agua se realizaron por fluorimetría, fosforescencia cinética o por espectrometría alfa, según la matriz estudiada y el límite de detección requerido. El Radio-226 se determina por centelleo líquido, tras la emanación de Radón-222. Las determinaciones de tritio se realizaron por centelleo líquido, al igual que las determinaciones de la actividad de emisores alfa y beta totales. Por último, para la medición de Radón-222 en aire se utilizaron detectores sólidos de trazas (CR-39) y para la determinación de tasa de dosis ambiental se utilizaron detectores termoluminiscentes (TLD).

### Principales instalaciones bajo monitoreo radiológico ambiental

Durante 2022 se realizaron las campañas de muestreo ambiental en todas las instalaciones bajo monitoreo radiológico ambiental.



## Resultados

Los resultados de las muestras ambientales en el período 2022 para cada instalación bajo control regulatorio se presentan en forma de tablas que contienen los valores de concentración de radionucleidos en cada matriz ambiental, discriminados por punto de muestreo. Las tablas están acompañadas de mapas de los alrededores de cada una de las instalaciones, que detallan los puntos de muestreos correspondientes.

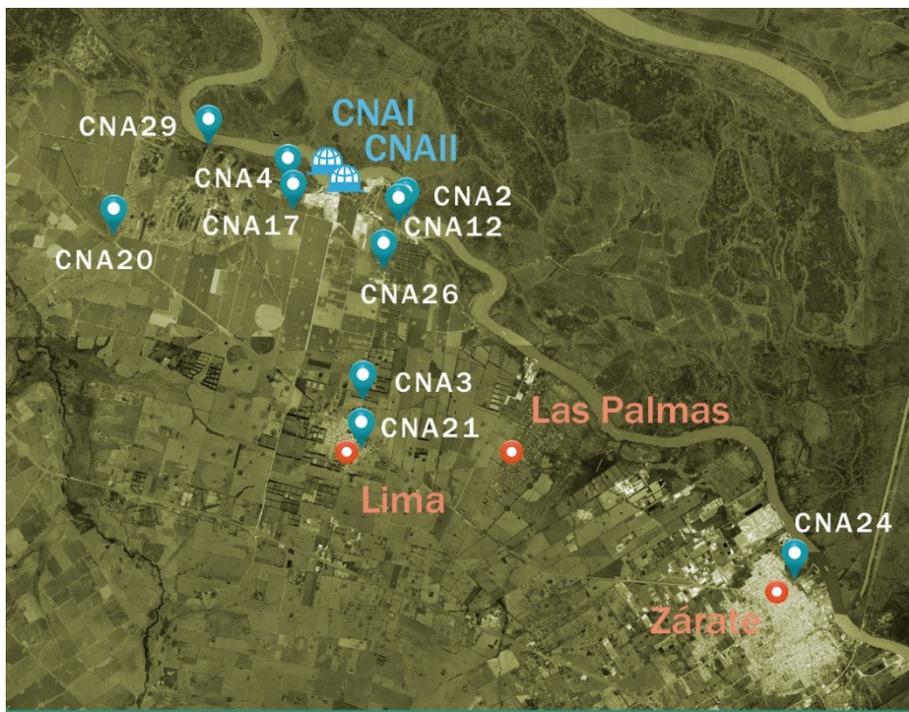
Los resultados se presentan como valores promedios, máximos y mínimos, incluyendo también el número de muestras analizadas en el año y el número de resultados, cuyo valor fue superior al mayor límite de detección (LD) de la técnica utilizada para realizar la serie de análisis. Las matrices de las instalaciones en operación se muestrean mensualmente (excepto suelos y sedimentos, que se muestrean en forma anual, y algunos alimentos, que se muestrean en forma trimestral y semestral), mientras que las instalaciones que están fuera de operación se muestrean anualmente.

El LD de una técnica radioquímica utilizada es aquel valor de concentración del radionucleido a medir por debajo del cual no se puede realizar una cuantificación o detección con un nivel de confianza aceptable. Por lo tanto, los LD de las técnicas empleadas en los laboratorios de la ARN deben ser al menos un orden de magnitud menor que los valores de referencia aplicables [1]. De esta manera, aunque los resultados menores al LD no puedan ser cuantificados, es evidente que se encuentran por debajo de valores que pudieran tener algún riesgo radiológico para la población. Cabe destacar que para una misma técnica de medición, sus límites de detección pueden variar de una muestra a otra, dependiendo de las condiciones de medición del momento.

En las tablas que se presentan a continuación, el promedio fue calculado cuando se contó con al menos dos resultados, uno de los cuales debe ser superior al LD. También se incluyeron en el cálculo los valores de LD cuando los resultados fueron inferiores al mismo, de manera que el promedio obtenido resultó un valor conservativo (es decir, puede estar sobreestimado con respecto al valor real, ya que la cantidad medida es inferior al LD, pero no es posible cuantificarla con un nivel de confianza aceptable). En los casos en que el promedio así obtenido resultó inferior al mayor LD medido para ese radionucleido en ese año (típicamente, cuando fueron pocos los valores superiores al LD y no muy alejados de él), el promedio se registró como inferior al límite de detección, con la sigla “<LD”. Cuando todos los valores para un radionucleido en un determinado año resultaron inferiores al LD, no se calculó el promedio y en su lugar se indicó “-”. En las tablas quedó registrado también el mayor LD determinado para cada radionucleido en cada año analizado. Se dieron algunos pocos casos

en los que no sólo el promedio, sino también el valor máximo resultó menor al mayor LD obtenido para ese grupo de muestras (aunque sí resultó mayor al LD al momento de su medición específica). En estos casos, se procedió como si no hubiera habido valores mayores al LD, es decir, registrando “-” como promedio y como mínimo valor, y registrando “<LD” como máximo valor.

## Complejo Nuclear Atucha (CNA)



Complejo Nuclear Atucha



Puntos de muestreo

CNA2,24,29	Agua superficial y sedimento (Río Paraná)
CNA2,20,21	Agua de consumo humano (subterránea)
CNA3,4,17, 24,26	Aire (tasa de dosis ambiental)
CNA3,4,24	Aire (condensado de humedad)
CNA12	Pescados (Río Paraná)
CNA4,24	Suelo

Aguas superficiales del Río Paraná							
Aguas arriba del CNA - Punto blanco (Punto 29)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	4	0	0,03	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,13	0,21	< LD	4	3	0,07	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Aguas abajo del CNA - Persona representativa (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	36,6	372	< LD	12	2	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	4	0	0,03	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,07	0,09	< LD	4	1	0,07	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Aguas abajo del CNA – Punto de interés público (Punto 24)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	10,6	62,8	< LD	12	1	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,02	0,03	< LD	4	1	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,09	0,12	< LD	4	2	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos del Río Paraná							
Aguas arriba del CNA - Punto blanco (Punto 29)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,5	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	298	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	848	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,6	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Aguas abajo del CNA - Persona representativa (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,6	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	241	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	661	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,3	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg

Sedimentos del Río Paraná (continuación)							
Aguas abajo del CNA – Punto de interés público (Punto 24)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio 90	--	< LD	--	1	0	2,7	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	209	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	794	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,3	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--"= no aplicable

Aguas de consumo humano							
Napas aguas arriba del CNA - Punto blanco (Punto 20)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	11	0	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,1	0,11	0,09	4	4	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,55	0,63	0,48	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Napas aguas abajo del CNA - Persona representativa (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	12	0	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,04	0,06	0,03	4	4	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,28	0,55	0,15	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Agua de la ciudad de Lima - Punto de interés público (Punto 21)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	12	0	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,07	0,08	0,05	4	4	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,34	0,41	0,26	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--"= no aplicable

Condensado de humedad							
Punto de interés público (Punto 3)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	0,45	2,2	< LD	42	30	0,11	Bq/m <sup>3</sup>
Punto de máxima concentración (Punto 4)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	13,1	67,7	0,7	45	45	--	Bq/m <sup>3</sup>
Punto blanco (Punto 24)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	0,11	1,0	< LD	51	20	0,11	Bq/m <sup>3</sup>

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Suelos							
Punto blanco (Punto 24)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	3,5	Bq/Kg
Emisores α total	--	326	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	752	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,7	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg
Punto de máxima concentración (Punto 4)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,5	Bq/Kg
Emisores α total	--	279	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	876	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,8	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Alimentos							
Pescados del Río Paraná							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/Kg
Cesio-137	0,02	0,02	< LD	2	1	0,02	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg

Alimentos (continuación)							
Leche de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	31,8	49,2	< LD	3	2	8	Bq/l
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,1	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Yodo-131	--	< LD	--	10	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aerosoles totales en aire			
	Punto blanco (Punto 24)	Punto de interés público (Punto 3)	Punto de máxima concentración (Punto 4)
	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )
Estroncio-90	< LD (LD = 2,7)	< LD (LD = 5,2)	< LD (LD = 2,5)
Emisores $\alpha$ total	70	< LD (LD = 30)	90
Emisores $\beta$ total	240	310	270
Cesio-137	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 2,0)	< LD (LD = 1,0)
Cobalto-60	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 2,0)	< LD (LD = 2,0)
Yodo-131	< LD (LD = 2,0)	< LD (LD = 3,0)	< LD (LD = 1,0)

LD = Mayor límite de detección determinado

Tasa de dosis absorbida en aire			
Punto	Período de muestreo	Medición	Unidad
3 - Interés público	23/11/2021 - 14/06/2022	42	nGy/h
4 - Máxima concentración		42	nGy/h
17 - Máxima concentración alternativa		48	nGy/h
24 - Blanco		50	nGy/h
26 - Interés público		42	nGy/h
3 - Interés público	14/06/2022 - 8/11/2022	62	nGy/h
4 - Máxima concentración		65	nGy/h
17 - Máxima concentración alternativa		63	nGy/h
24 - Blanco		51	nGy/h
26 - Interés público		57	nGy/h

Los resultados obtenidos de los muestreos en los alrededores del Complejo Nuclear Atucha indican la presencia de Tritio esperable en aguas, aire y alimentos, debido a que es uno de los principales radionucleidos descargados por las centrales CNA I y CNA II, tanto en forma líquida como gaseosa. Las concentraciones de tritio pueden variar de acuerdo con el momento en que se toma la muestra y la probabilidad de captar alguna fracción de la descarga, pero en todos los casos los valores medidos son bajos en concentración y, por lo tanto, son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

También se detectaron trazas de Cesio-137 en suelos y en pescados, lo que es compatible con los valores de *fallout*, producto de los ensayos nucleares atmosféricos, realizados fundamentalmente entre las décadas del 50 y 80 e, incluso, con las descargas rutinarias de las centrales nucleares. Los pescados precisamente se muestrean

porque son concentradores de este y otros radionucleidos que pudieran encontrarse en cantidades indetectables en agua y sedimentos. Es usual observar valores de emisores alfa y beta por encima de los límites de detección, ya que los mismos son radionucleidos naturales presentes en todas las matrices ambientales, y las magnitudes medidas son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

## Central Nuclear Embalse (CNE)



Central Nuclear Embalse



Puntos de muestreo

CNE1	Agua superficial y sedimento (Río Santa Rosa)
CNE2	Agua subterránea
CNE2,3,9	Agua superficial y sedimento (Embalse del Río III)
CNE12	Agua superficial y sedimento (Río La cruz)
CNE15	Agua superficial y sedimento (Río Grande)
CNE16	Agua superficial y sedimento (Arroyo Amboy)
CNE17	Agua superficial y sedimento (Embalse Piedras Moras)
CNE18	Agua superficial (Río III)
CNE24	Pescados (Embalse del Río III)
CNE28	Aire (condensado de humedad)
CNE29, 32,34	Aire (condensado de humedad y tasa de dosis ambiental); Suelo
CNE35	Agua superficial y sedimento (Río Quillinzo)
CNE37, 38,39	Aire (tasa de dosis ambiental)

Aguas superficiales							
Embalse Río Tercero (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	286,6	354,0	247,0	12	12	--	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	4	0	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,07	0,08	< LD	4	2	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,20	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,20	Bq/l
Embalse Río Tercero - Persona representativa (Punto 9)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	281,7	312,0	258,0	12	12	--	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,02	0,03	< LD	4	1	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,07	0,09	< LD	4	1	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,20	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,20	Bq/l
Embalse Río Tercero (Punto 3)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	279,0	289,0	269,0	2	2	--	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,07	0,07	0,07	2	2	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Río Santa Rosa - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 1)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6,00	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,09	0,09	0,08	2	2	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,15	0,15	0,14	2	2	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Río La Cruz - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 12)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6,00	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,11	0,13	0,08	2	2	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,27	0,29	0,25	2	2	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l

Aguas superficiales (continuación)							
Río Quillinzó - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 35)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6,00	Bq/l
Emisores α total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores β total	0,07	0,07	< LD	2	1	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Río Grande - Aguas arriba de la CNE – Punto blanco (Punto 15)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6,00	Bq/l
Emisores α total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores β total	0,07	0,08	< LD	2	1	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Río Amboy - Aguas arriba de la CNE (Punto 16)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6,00	Bq/l
Emisores α total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores β total	0,12	0,12	0,11	2	2	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Embalse Piedras Moras - Aguas abajo de la CNE (Punto 17)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	244,2	256	217	11	11	--	Bq/l
Emisores α total	0,03	0,03	< LD	4	2	0,02	Bq/l
Emisores β total	0,08	0,09	< LD	4	2	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Balneario Río Tercero - Aguas abajo de la CNE (Punto 18)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	238	239	237	2	2	--	Bq/l
Río Carcarañá - Aguas abajo de la CNE (Punto 20)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	67,5	84,7	50,2	2	2	--	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

## Sedimentos

### Río Santa Rosa - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 1)

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,1	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	130	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	805	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,5	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg

### Río La Cruz - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 12)

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,1	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	152	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	611	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg

### Río Grande - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 15)

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,2	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	137	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	653	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,5	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,3	Bq/Kg

### Río Amboy - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 16)

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,3	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	210	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	1052	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,3	Bq/Kg

### Río Quillinzo - Aguas arriba de la CNE - Punto blanco (Punto 35)

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,4	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	478	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	1737	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	1	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg

Sedimentos (continuación)							
Embalse Río Tercero (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,5	Bq/Kg
Emisores α total	--	203	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	882	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,3	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Embalse Río Tercero - Persona representativa (Punto 9)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,5	Bq/Kg
Emisores α total	--	137	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	809	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	1,5	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,6	Bq/Kg
Embalse Río Tercero (Punto 3)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,4	Bq/Kg
Emisores α total	--	203	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	909	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,9	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Embalse Piedras Moras - Aguas abajo de la CNE (Punto 17)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio 90	--	< LD	--	1	0	2,6	Bq/Kg
Emisores α total	--	316	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores β total	--	1063	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio 137	--	3,3	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto 60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas de consumo humano							
Ciudad de Embalse Río Tercero (Punto 7)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	285,6	333	252	12	12	--	Bq/l
Emisores α total	--	< LD	--	4	0	0,02	Bq/l
Emisores β total	0,06	0,06	< LD	4	1	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

Aguas de consumo humano (continuación)							
Villa Rumipal (Punto 2)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	60,6	91,4	35,9	12	12	--	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,14	0,16	0,11	4	4	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,45	0,55	0,37	4	4	--	Bq/l
Cesio.137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Ciudad de La Cruz (Punto 13)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	6	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	0,06	0,06	0,06	2	2	--	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,24	0,25	0,23	2	2	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Condensados de humedad							
Punto alternativo de máxima concentración (Punto 28)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	1,6	4,0	0,28	40	40	--	Bq/m <sup>3</sup>
Punto persona representativa (Punto 29)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	1,1	3,27	0,42	49	49	--	Bq/m <sup>3</sup>
Punto blanco (Punto 32)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	0,63	2,6	0,16	11	11	--	Bq/m <sup>3</sup>
Punto de máxima concentración (Punto 34)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	0,83	5,66	0,11	36	36	--	Bq/m <sup>3</sup>

"--" = no aplicable

Suelos							
Punto persona representativa (Punto 29)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,4	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	285	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	842	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	1,6	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg
Punto blanco (Punto 32)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,5	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	406	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	1307	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	2,9	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,5	Bq/Kg
Punto de máxima concentración (Punto 34)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,6	Bq/Kg
Emisores $\alpha$ total	--	286	--	1	1	--	Bq/Kg
Emisores $\beta$ total	--	1046	--	1	1	--	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,5	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,4	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Alimentos							
Pescados del Embalse Río Tercero							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,1	Bq/Kg
Cesio-137	0,06	0,07	0,04	2	2	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Leche de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	22,1	23	21,1	2	2	--	Bq/l
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,8	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,04	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,05	Bq/l
Yodo-131	--	< LD	--	10	0	0,3	Bq/l

Alimentos (continuación)							
Frutas de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	52,6	61,2	43,9	2	2	--	Bq/Kg
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,1	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Verduras de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	166,5	181	152	2	2	--	Bq/Kg
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,1	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aerosoles totales en aire			
	Punto blanco (Punto 32)	Punto persona representativa (Punto 29)	Punto de máxima concentración (Punto 34)
	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Muestra anual ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )
Estroncio-90	< LD (LD = 3,0)	< LD (LD = 3,3)	< LD (LD = 5,6)
Emisores $\alpha$ total	110	170	90
Emisores $\beta$ total	160	330	140
Cesio-137	< LD (LD = 0,7)	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 1,0)
Cobalto-60	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 1,0)
Yodo-131	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 1,0)	< LD (LD = 0,7)

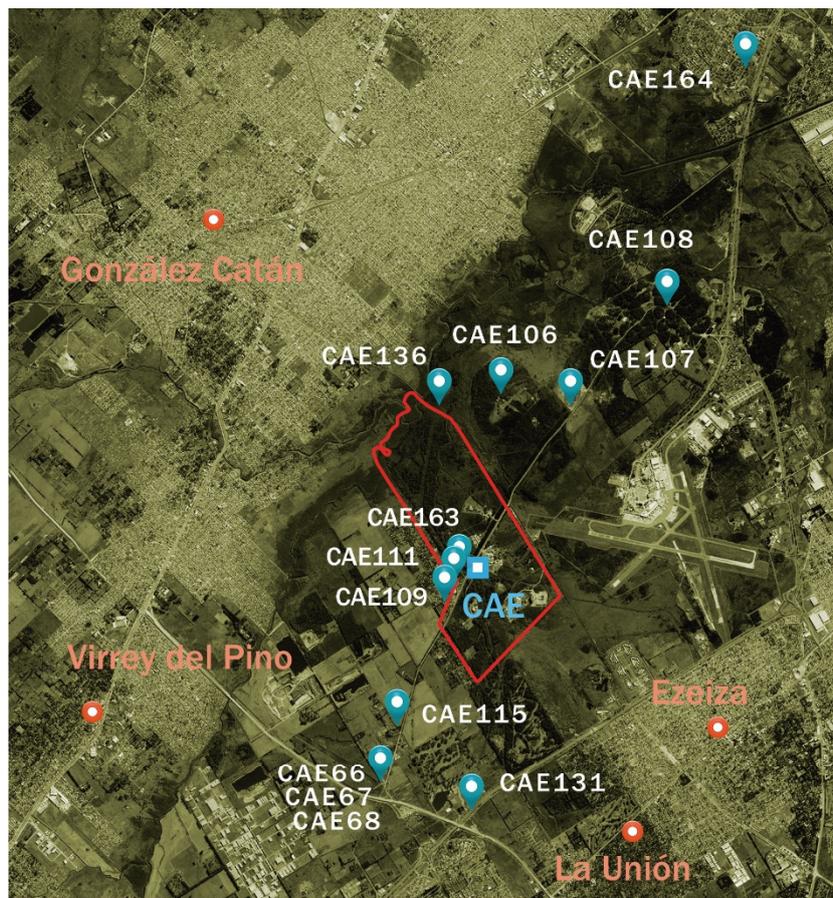
LD = Mayor límite de detección determinado

Tasa de dosis absorbida en aire			
Punto	Período de muestreo	Medición	Unidad
29 - Máxima concentración	13/12/2021 - 01/07/2022	55	nGy/h
32 – Blanco		50	nGy/h
34 – Máxima concentración alternativa		59	nGy/h
37 – Interés público		77	nGy/h
38 – Interés público		64	nGy/h
39 – Interés público		61	nGy/h
29 - Máxima concentración	01/7/2022 - 25/11/2022	56	nGy/h
32 – Blanco		69	nGy/h
34 – Máxima concentración alternativa		60	nGy/h
37 – Interés público		76	nGy/h
38 – Interés público		70	nGy/h
39 – Interés público		63	nGy/h

Al igual que en el CNA, en las muestras ambientales relacionadas con la CNE se detectó Tritio en muestras de aguas, aire y alimentos, producto de las descargas rutinarias de la central. Nuevamente los valores, si bien son más elevados que en el Río Paraná, debido a que la tasa de recambio del Embalse Río Tercero y el caudal del río son mucho menores, siguen siendo bajos con respecto a los niveles de referencia y, por lo tanto, son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

Asimismo, se observaron trazas de Cesio-137 en suelos y pescados, así como las concentraciones usuales de emisores alfa y beta naturales; en todos los casos, sin relevancia radiológica para la población.

## Centro Atómico Ezeiza (CAE)



Centro Atómico Ezeiza



Puntos de muestreo

CAE106,107, 108,109,111, 115	Agua de consumo humano (subterránea)
CAE66	Agua subterránea (Acuífero Puelche)
CAE67	Agua subterránea (Acuífero Pampeano)
CAE68	Agua subterránea (Acuífero freático)
CAE131,136	Agua superficial y sedimento (Arroyo Aguirre)
CAE163,164	Aire (tasa de dosis ambiental y material en suspensión)
CAE163,164	Suelo

Aguas superficiales del Arroyo Aguirre							
Aguas arriba del CAE - Punto blanco (Punto 131)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	12	0	6	Bq/l
Uranio	9,1	12,7	2,2	12	12	--	µg/l
Emisores α total	0,09	0,12	0,04	12	12	--	Bq/l
Emisores β total	0,6	0,7	0,4	12	12	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	12	0	0,6	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	12	0	0,4	Bq/l
Aguas abajo del CAE - Punto de máxima concentración (Punto 136)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	10	56	< LD	12	1	6	Bq/l
Uranio	8,4	14,2	< LD	12	11	2	µg/l
Emisores α total	0,1	0,3	0,03	12	12	--	Bq/l
Emisores β total	0,8	3,6	0,4	12	12	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	12	0	0,6	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	12	0	0,5	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos del Arroyo Aguirre							
Aguas arriba del CAE - Punto blanco (Punto 131)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Uranio	--	2	--	1	1	--	µg/g
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,4	Bq/Kg
Cesio.137	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Aguas abajo del CAE - Punto de máxima concentración (Punto 136)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Uranio	--	10,8	--	1	1	--	µg/g
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,4	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,53	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,1	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Suelos aledaños al CAE							
Punto blanco (Punto 164)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Uranio	--	1,04	--	1	1	--	µg/g
Cesio-137	--	0,1	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,07	Bq/Kg
Punto de máxima concentración (Punto 163)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Uranio	--	1,99	--	1	1	--	µg/g
Cesio-137	--	0,48	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas de consumo humano							
Punto 106							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	8,9	9,6	7,5	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,08	0,11	0,05	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,4	0,4	0,3	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Punto 107							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	7,4	7,7	7	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,09	0,1	0,07	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,4	0,5	0,3	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Punto 108							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	8	9,3	7	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,09	0,11	0,08	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,4	0,4	0,4	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,1	Bq/l

### Aguas de consumo humano (continuación)

#### Punto 109

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	16,8	20,1	14,2	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,2	0,2	0,1	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,7	0,8	0,6	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

#### Punto 111

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	25,6	28,7	23	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,2	0,3	0,2	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,9	0,9	0,9	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

#### Punto 115

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	4	0	6	Bq/l
Uranio	24,7	28	20,9	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,2	0,3	0,2	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,9	0,9	0,8	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

### Aguas subterráneas

#### Punto 66

	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	3	0	--	Bq/l
Uranio	5,4	6,5	4,3	4	4	--	µg/l
Emisores α total	0,07	0,1	0,05	4	4	--	Bq/l
Emisores β total	0,6	1,0	0,43	4	4	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	4	0	0.70	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	4	0	0.60	Bq/l

Aguas subterráneas (continuación)							
Punto 67							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	3	0	--	Bq/l
Uranio	5,0	5,2	4,6	3	3	--	µg/l
Emisores α total	0,08	0,1	0,07	3	3	--	Bq/l
Emisores β total	0,6	0,7	0,6	3	3	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	3	0	0,40	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	3	0	0,40	Bq/l
Punto 68							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	3	0	--	Bq/l
Uranio	5,2	6,5	3,5	3	3	--	µg/l
Emisores α total	0,09	0,10	0,08	3	3	--	Bq/l
Emisores β total	0,7	0,8	0,5	3	3	--	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	3	0	0,5	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	3	0	0,3	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Alimentos							
Leche de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Yodo-131	--	< LD	--	26	0	0,3	Bq/l
Verduras de hoja de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Otras verduras de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Los resultados obtenidos de los muestreos ambientales en los alrededores del CAE mostraron valores por encima de los límites de detección de las técnicas de medición para el uranio y para los emisores alfa y beta, en las muestras de aguas, sedimentos y suelos, siempre en concentraciones bajas y compatibles con la presencia natural de estos radionucleidos, medidas históricamente en la zona.

En algunos casos se llegó a medir trazas de Cesio-137 en suelos y algunos sedimentos, así como bajas concentraciones de Tritio en aguas del Arroyo Aguirre, compatibles con las actividades desarrolladas en el CAE.

Todos los valores detectados son muy bajos y se encuentran alejados de los niveles de referencia correspondientes para dichos radionucleidos y, por lo tanto, son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

## Centro Atómico Bariloche (CAB)



Centro Atómico Bariloche



Puntos de muestreo

CAB1,4,7,15 Agua superficial

CAB4,15 Sedimento

CAB16,17,18 Aire (tasa de dosis ambiental)

CAB16,17,18 Suelo

Aguas de consumo humano							
San Carlos de Bariloche (Punto 11)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Emisores $\beta$ total	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales							
Lago Nahuel Huapi – Aguas arriba de la desembocadura del Arroyo Gutiérrez (Punto 1)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Emisores $\beta$ total	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,3	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Arroyo Gutiérrez – Aguas abajo del CAB (Punto 4)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Lago Nahuel Huapi – Aguas abajo de la desembocadura del Arroyo Gutiérrez (Punto 7)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Arroyo Gutiérrez – Aguas arriba del CAB (Punto 15)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,02	Bq/l
Emisores $\beta$ total	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos							
Arroyo Gutiérrez – Aguas abajo del CAB (Punto 4)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	3,6	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,4	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Arroyo Gutiérrez – Aguas arriba del CAB (Punto 15)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	3,4	Bq/Kg
Cesio-137	--	0,2	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,1	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Suelos							
Usina frente al CAB (Punto 16)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,1	Bq/Kg
Guardería del CAB (Punto 17)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio-137	--	0,5	--	1	1	--	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,1	Bq/Kg
Cisterna del CAB - Punto máximo de descargas gaseosas (Punto 18)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Cesio 137	--	< LD	--	1	0	0,2	Bq/Kg
Cobalto 60	--	< LD	--	1	0	0,1	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tasa de dosis absorbida en aire			
Punto	Período de muestreo	Medición	Unidad
16 - Blanco	06/12/2021 - 28/06/2022	46	nGy/h
17 - Interés público		56	nGy/h
18 - Máxima concentración		53	nGy/h
16 - Blanco	28/06/2022 - 11/01/2023	48	nGy/h
18 - Máxima concentración		55	nGy/h

Los resultados obtenidos del muestreo ambiental en los alrededores del CAB solo evidenciaron valores detectables, pero muy bajos, de Cesio-137, en algunos suelos y sedimentos, compatibles con los valores de *fallout*, producto de los ensayos nucleares atmosféricos, realizados fundamentalmente entre las décadas del 50 y 80.

## Área no relacionada con instalaciones controladas (BAS)



- BAS
-  Puntos de muestreo
- BAS1 Aire (condensado de humedad, material particulado y tasa de dosis ambiental)
- BAS7 Agua superficial

Aguas del Río de la Plata							
Río de la Plata, espigón de Club de Pescadores (Punto 7)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	16,7	23,2	10,1	2	2	--	Bq/l
Emisores $\alpha$ total	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/l
Emisores $\beta$ total	0,1	0,1	< LD	2	1	0,07	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,1	Bq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Condensado de humedad							
Sede Central, ARN (Punto 1)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	0,06	0,09	< LD	24	3	0,09	Bq/m <sup>3</sup>

LD = Mayor límite de detección determinado

Particulado en aire							
Sede Central, ARN (Punto 1)							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	1	0	2,0	µBq/m3
Emisores α total	--	98	--	1	1	--	µBq/m3
Emisores β total	--	300	--	1	1	--	µBq/m3
Cesio-137	--	< LD	--	1	0	2,0	µBq/m3
Cobalto-60	--	< LD	--	1	0	0,8	µBq/m3

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Alimentos							
Leche de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	8	Bq/l
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,9	Bq/l
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,06	Bq/l
Verduras de hoja de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	7	Bq/Kg
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,2	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,03	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg
Otras verduras de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Estroncio-90	--	< LD	--	2	0	0,11	Bq/Kg
Cesio-137	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg
Frutas de la zona							
	Promedio	Máximo	Mínimo	Nº de muestras analizadas	Mayores al LD	LD	Unidad
Tritio	--	< LD	--	2	0	7	Bq/Kg
Estroncio90	--	< LD	--	2	0	0,05	Bq/Kg
Cesio-137	0,02	0,03	< LD	2	1	0,01	Bq/Kg
Cobalto-60	--	< LD	--	2	0	0,01	Bq/Kg

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tasa de dosis absorbida en aire			
Punto	Período de muestreo	Medición	Unidad
1	28/01/2022 - 03/02/2023	37	nGy/h

A manera de comparación con el muestreo ambiental realizado en los alrededores de las instalaciones bajo control regulatorio, la ARN toma muestras en algunos puntos alejados de dichos sitios, como muestras de agua en el Río de La Plata y de aire en la terraza del edificio de la Sede Central de la ARN, en CABA, y de algunos alimentos del Mercado Central, en la provincia de Buenos Aires.

Los resultados de las mediciones indican la presencia de Tritio en muy bajos valores, en aguas del río y en aire, como vestigios de las descargas autorizadas de las centrales nucleares (principalmente del CNA), y que son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

También se detectaron trazas de Cesio-137 en una muestra de fruta, lo que ejemplifica la distribución de ese radionucleido en sedimentos y suelos a consecuencia del *fallout*, producto de los ensayos nucleares atmosféricos, realizados fundamentalmente entre las décadas del 50 y 80.

## Complejo Fabril Córdoba (CFC)



Complejo Fabril Córdoba



Puntos de muestreo

CFC1,2,4,5, 7,10,12 Agua superficial

CFC2,10,12 Sedimento

Aguas de consumo humano - Ciudad de Córdoba							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
3	< LD	1,7	µg/l		< LD	3,7	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado

Aguas superficiales del Río Suquía *							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	1,5	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
2	1,2	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
4	5,7	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
5	9,2	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
7	9,2	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
10	14,7	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
12	10,7	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l

\* El río no pasa cerca del complejo. Los Puntos 1, 2 y 4 (blancos) son aguas arriba, y el resto, aguas abajo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

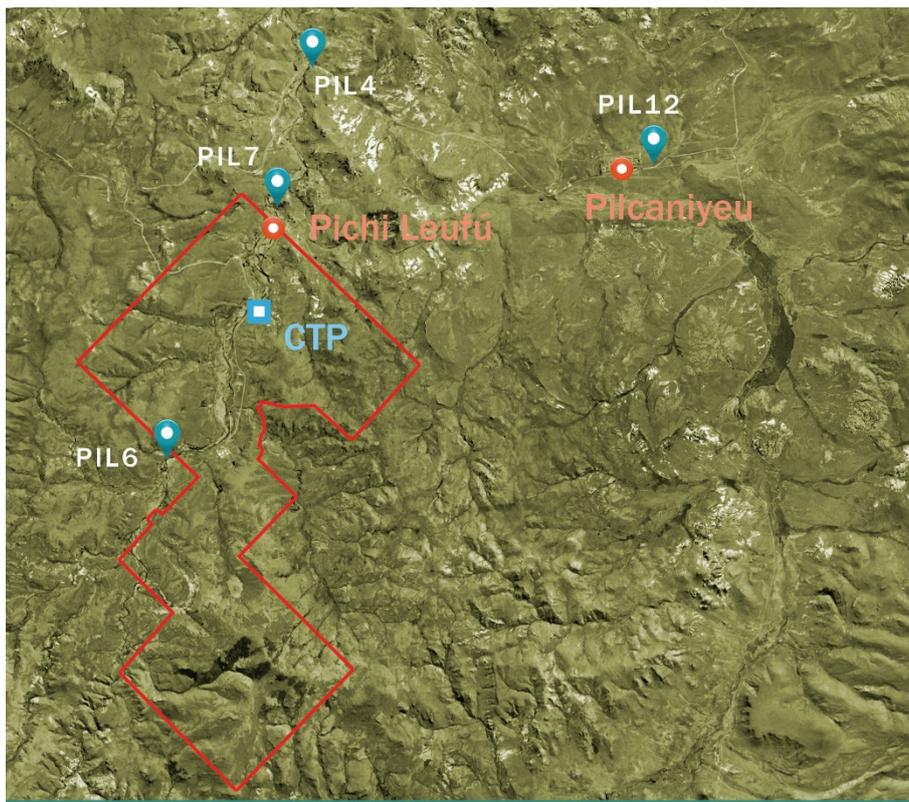
Sedimentos del Río Suquía							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	1,2	--	µg/g		26,7	--	mBq/g
10	5,8	--	µg/g		36,4	--	mBq/g
12	2,4	--	µg/g		51,7	--	mBq/g

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora de este tipo de elementos, como es el sedimento, es factible encontrar mayores concentraciones que en un curso de agua.

En el caso del Complejo Fabril Córdoba, los valores registrados no indican un aporte detectable debido a su presencia y son aceptables desde el punto de vista radiológico para la población.

## Complejo Tecnológico Pilcaniyeu (CTP)



Complejo Tecnológico Pilcaniyeu



Puntos de muestreo

PIL4,6,7

Agua superficial y Sedimento

PIL12

Suelo

### Aguas de consumo humano - Ciudad de Pilcaniyeu

Punto	Uranio	LD	Unidad
5	1,6	--	µg/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

### Aguas superficiales del Río Pichileufú

Punto	Uranio	LD	Unidad
4	< LD	0,4	µg/l
6	< LD	0,4	µg/l
7	< LD	0,4	µg/l

LD = Mayor límite de detección determinado

Sedimentos del Río Pichileufú*			
Punto	Uranio	LD	Unidad
4	1,4	--	µg/g
6	1,4	--	µg/g
7	3,0	--	µg/g

\*El Punto 6 (blanco) es aguas arriba del complejo, y los Puntos 4 y 7, aguas abajo.

LD = Mayor límite de detección determinado

Suelos			
Punto	Uranio	LD	Unidad
12	22	--	Bq/kg

El Uranio es un radionucleido natural que se encuentra presente en todas las matrices ambientales muestreadas.

Los resultados registrados indican concentraciones naturales de la zona, sin aporte detectable debido a la presencia del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.

## Ex Complejo Minero Fabril Pichiñán-Los Adobes (ADB)



Complejo Pichiñán-Los Adobes



Puntos de muestreo

ADB9,10,11, 12,13,14 Agua superficial (Río Chubut)

ADB9,10,11, 12,13,14 Sedimento (Río Chubut)

Aguas de consumo humano							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
16 - Los Altares	7,9	--	µg/l		< LD	4,1	mBq/l
22 - Gaiman	< LD	1,7	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
23 - Trelew	2,2	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
25 - Rawson	2	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales del Río Chubut*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	< LD	0,4	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
2	< LD	0,4	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
3	0,6	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
4	0,5	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
5	0,6	--	µg/l		< LD	4,1	mBq/l
7	0,6	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
8	0,6	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
9	2,1	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
10	0,7	--	µg/l		< LD	4,3	mBq/l
11	0,7	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
12	0,7	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
13	0,9	--	µg/l		< LD	4,3	mBq/l
14	0,6	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
15	1	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
18	0,9	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
19	2,2	--	µg/l		< LD	4,6	mBq/l
20	1,8	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
21	2,4	--	µg/l		< LD	4,2	mBq/l
24	1,6	--	µg/l		< LD	4,3	mBq/l
26	1,7	--	µg/l		< LD	4,3	mBq/l
27	2,5	--	µg/l		< LD	4,1	mBq/l

\* Los Puntos 1 a 11 son aguas arriba (blancos) del área del complejo y el resto son aguas abajo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	1,38	--	µg/g		19	--	mBq/g
2	1,42	--	µg/g		21	--	mBq/g
3	1,11	--	µg/g		24	--	mBq/g
4	1,52	--	µg/g		< LD	12	mBq/g
5	1,7	--	µg/g		31	--	mBq/g
7	1,52	--	µg/g		33	--	mBq/g
9	2,21	--	µg/g		29	--	mBq/g
11	1,7	--	µg/g		29	--	mBq/g
12	2	--	µg/g		27	--	mBq/g
13	1,69	--	µg/g		40	--	mBq/g
14	1,65	--	µg/g		36	--	mBq/g
15	1,75	--	µg/g		31	--	mBq/g
18	1,96	--	µg/g		29	--	mBq/g
26	1,89	--	µg/g		28	--	mBq/g

\* Los Puntos 1 a 11 son aguas arriba (blancos) del área del complejo y el resto son aguas abajo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

Los valores obtenidos son los naturales para la zona y no indican un aporte detectable debido a la presencia del Ex Complejo Minero Fabril Pichiñán-Los Adobes.

## Ex Complejo Minero Fabril Los Colorados (COL)



Ex Complejo minero fabril Los Colorados



Puntos de muestreo

COL2,4	Agua superficial (Arroyo Los Mogotes)
COL6	Agua superficial (Arroyo Saladillo)
COL7	Agua subterránea
COL2,4,6	Sedimento

### Aguas de consumo humano - Ciudad de Patquía

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
1	3,3	--	µg/l	< LD	3,6	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

### Aguas subterráneas

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
7	5,8	--	µg/l	< LD	3,6	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	2,9	--	µg/l		< LD	3,4	mBq/l
4	3,5	--	µg/l		< LD	3,4	mBq/l
6	1,1	--	µg/l		18	--	mBq/l

\* Puntos 2 y 4 corresponden al Arroyo Los Mogotes, aguas abajo y aguas arriba, respectivamente; mientras que el Punto 6, al Arroyo Saladillo, cercano al complejo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	2,74	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
4	2,48	--	µg/g		23	--	mBq/g
6	2,92	--	µg/g		55	--	mBq/g

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

Los valores obtenidos son los naturales para la zona y no indican un aporte detectable en los alrededores, por la presencia del Ex Complejo Minero Fabril Los Colorados.

## Ex Complejo Minero Fabril La Estela (EST)



Ex Complejo minero fabril  
La Estela



Puntos de muestreo

EST2	Agua superficial (Arroyo Benitez)
EST3,5,6	Agua superficial (Río Seco)
EST4	Agua superficial (Arroyo Gatica)
EST11,12	Agua superficial (Río Conlara)
EST9	Agua subterránea
EST2,3,4,5, 6,11	Sedimento

### Aguas de consumo humano

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
1 – Merlo	< LD	1,7	µg/l	< LD	3,9	mBq/l
8 – Villa Larca	3,6	--	µg/l	5,4	--	mBq/l
10 – Concarán	19,1	--	µg/l	4,2	--	mBq/l
13 – Santa Rosa del Conlara	4,7	--	µg/l	< LD	3,4	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales de Río Seco y afluentes*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
3	4,3	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
4	2,3	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
5	2,8	--	µg/l		7,3	--	mBq/l
6	3	--	µg/l		11,7	--	mBq/l

\* El Punto 3 corresponde al Río Seco, aguas arriba del complejo, y los Puntos 5 y 6 aguas abajo; mientras que el Punto 4 refiere al Arroyo Gatica, aguas arriba del complejo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	< LD	1,7	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
11	23,5	--	µg/l		8,4	--	mBq/l
12	62,3	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l

\* El Punto 2 corresponde al Arroyo Benítez (Punto blanco), no relacionado con el complejo; y los Puntos 11 y 12, aguas arriba y aguas abajo del Río Conlara, no relacionados con el complejo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas subterráneas*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
9 (Pozo)	12,8	--	µg/l		5,5	--	mBq/l

\*El Punto 9 es aguas abajo de la zona del complejo.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	7,9	--	µg/g		131	--	mBq/g
3	60	--	µg/g		176	--	mBq/g
4	8,8	--	µg/g		124	--	mBq/g
5	23,3	--	µg/g		436	--	mBq/g
6	30,8	--	µg/g		516	--	mBq/g
11	5,1	--	µg/g		45	--	mBq/g

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

En la zona que comprende los alrededores del sitio La Estela, se miden usualmente mayores concentraciones naturales de estos radionucleidos, comparadas con otras zonas relacionadas con la minería de Uranio.

Los valores obtenidos sugieren un posible aporte atribuible a la presencia del Ex Complejo Minero Fabril La Estela en los puntos más cercanos al mismo, pero en valores similares a las concentraciones naturales.

## Ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes (GIG)

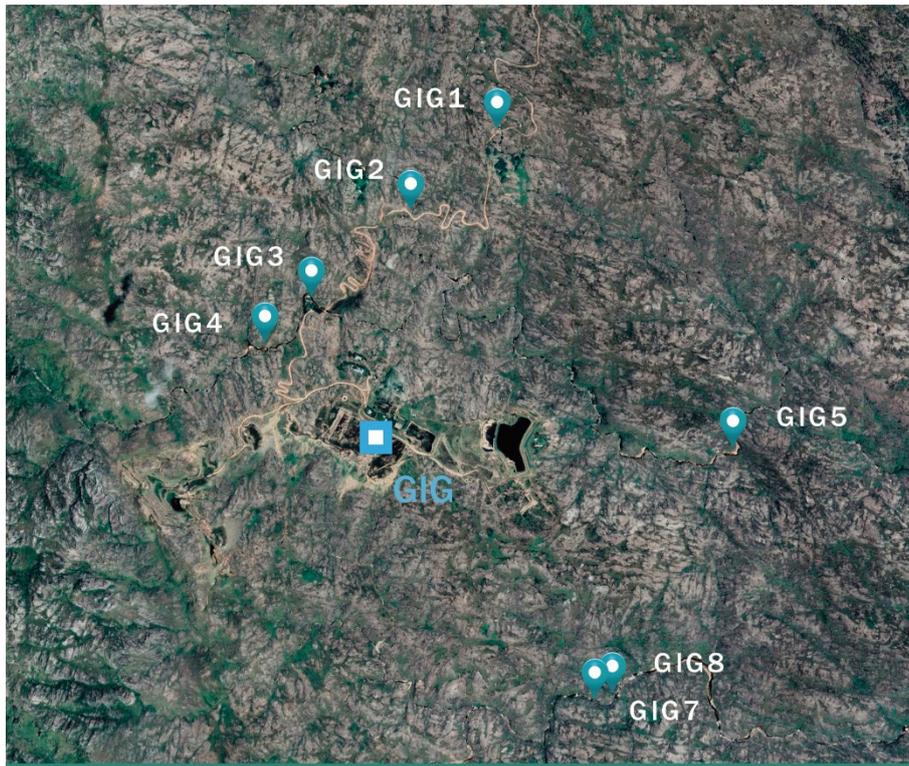


Ex Complejo minero fabril  
Los Gigantes



Puntos de muestreo

GIG1	Agua superficial (Arroyo Batán)
GIG2	Agua superficial (Arroyo Moreno)
GIG3,4,5	Agua superficial (Río Cajón)
GIG7,8	Agua superficial (Río Cambuche)
GIG9	Agua superficial (Río Icho Cruz)
GIG10,11	Agua superficial (Río San Antonio)
GIG12	Agua superficial (Lago San Roque)
GIG1,2,3,5, 9,10,11,12	Sedimento



Ex Complejo minero fabril  
Los Gigantes



Puntos de muestreo

- GIG1 Agua superficial (Arroyo Batán)
- GIG2 Agua superficial (Arroyo Moreno)
- GIG3,4,5 Agua superficial (Río Cajón)
- GIG7,8 Agua superficial (Río Cambuche)
- GIG1,2,3,5 Sedimento

#### Aguas de consumo humano - Villa Carlos Paz

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
13	< LD	1,7	µg/l	< LD	3,7	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	0,8	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
2	0,6	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
3	1,3	--	µg/l		< LD	4	mBq/l
4	0,9	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
5	0,7	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
7	1,5	--	µg/l		6	--	mBq/l
8	1,4	--	µg/l		6,9	--	mBq/l
9	1	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
10	1,1	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
11	2,7	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
12	1,4	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l

\* Los Puntos 1 y 2 son afluentes al Río Cajón, aguas arriba del complejo; los Puntos 3 y 4 pertenecen al Río Cajón, aguas arriba del complejo, y el Punto 5 es el Río Cajón, aguas abajo del complejo. El Punto 7 corresponde al Río Cambuche, aguas arriba, y el Punto 8, al Río Cambuche, aguas abajo del Arroyo Las Pilas. En tanto, los Puntos 9 y 10 representan al Río San Antonio, que recibe las aguas de los ríos Cajón y Cambuche, y el Punto 11 pertenece al Arroyo San Antonio, mientras que el punto 12 corresponde al Lago San Roque (Villa Carlos Paz).

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	3,2	--	µg/g		82	--	mBq/g
2	6,2	--	µg/g		106	--	mBq/g
3	6,7	--	µg/g		162	--	mBq/g
5	4,9	--	µg/g		86	--	mBq/g
9	2,8	--	µg/g		61	--	mBq/g
10	9,3	--	µg/g		171	--	mBq/g
11	2,1	--	µg/g		41	--	mBq/g
12	5	--	µg/g		128	--	mBq/g

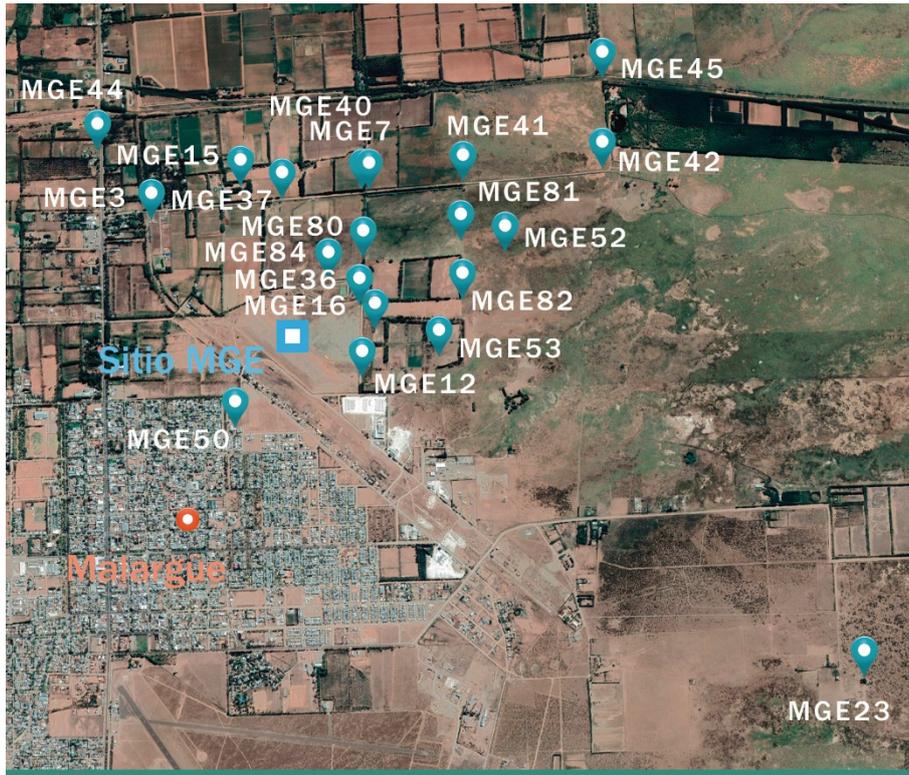
\* Ver tabla de aguas superficiales con el detalle de los puntos.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

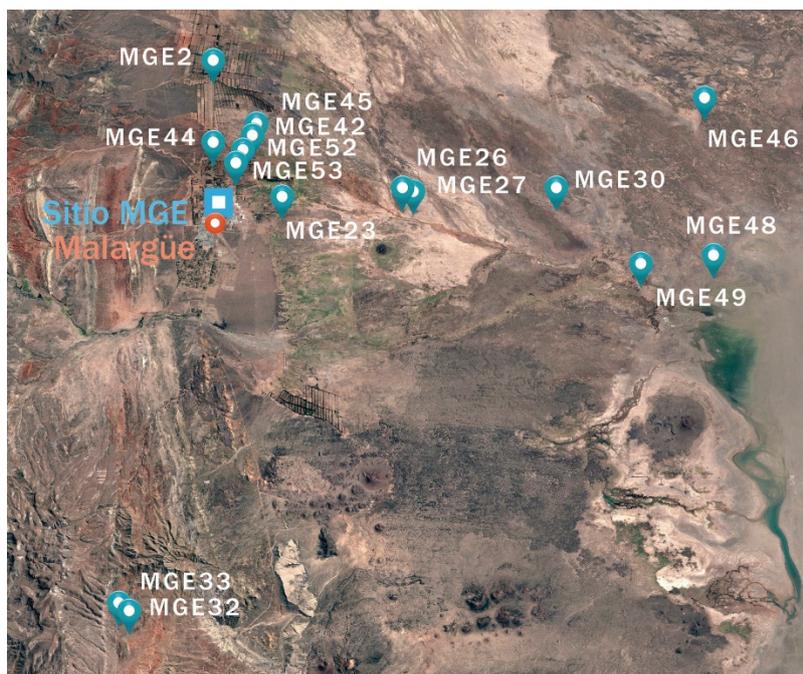
Los valores obtenidos son los naturales para la zona y no indican un aporte detectable debido a la presencia del Ex Complejo Minero Fabril Los Gigantes.

## Sitio Malargüe (MGE)



-  Sitio Malargüe
-  Puntos de muestreo

MGE12,36	Agua superficial (Hijuela cementada)
MGE37	Agua superficial (Drenaje superficial W)
MGE40	Agua superficial (Hijuela no cementada)
MGE42	Agua superficial (Zanjón Los Caballos)
MGE44,45	Agua superficial (Arroyo Durazno)
MGE15,16, 23,50,52, 53,80,81, 82,84	Agua subterránea
MGE3	Sedimento (Zanjón Los Caballos)
MGE7	Sedimento (Zanjón planta)
MGE41	Sedimento (Drenaje superficial Z3)
MGE37,40, 44,45	Sedimento



- Sitio Malargüe
- 📍 Puntos de muestreo

- MGE2,26 Agua superficial (Arroyo Chacay)
- MGE42 Agua superficial (Zanjón Los Caballos)
- MGE44,45 Agua superficial (Arroyo Durazno)
- MGE32 Agua superficial (Arroyo Agua Botada)
- MGE23,27, 49,52,53 Agua subterránea
- MGE30 Sedimento (Arroyo Mocho)
- MGE46 Sedimento (Arroyo Malo)
- MGE48 Sedimento (Laguna Llananelo)
- MGE33 Sedimento (Arroyo Mina Huemul)
- MGE2,26, 32,44,45 Sedimento

#### Aguas de consumo humano - Ciudad de Malargüe

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
10	3,3	--	µg/l	< LD	4	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

#### Aguas subterráneas (acuífero)\*

Punto	Uranio	LD	Unidad	Radio	LD	Unidad
50	2,8	--	µg/l	< LD	4,0	mBq/l
27	< LD	0,4	µg/l	< LD	3,9	mBq/l

\*El Punto 50 corresponde aguas arriba y el Punto 27 aguas abajo del sitio.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas subterráneas (freático)*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
15	22,4	--	µg/l		< LD	3,5	mBq/l
16	1660	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
23	9,1	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
49	2,8	--	µg/l		10,1	--	mBq/l
52	36,1	--	µg/l		< LD	3,5	mBq/l
53	4,1	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
80	36,1	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
81	78,4	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
82	41,3	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
84	13,5	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l

\* Los Puntos 23 y 49 se encuentran alejados del complejo y los restantes en sus inmediaciones.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	0,7	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
12	0,5	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
26	3,6	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
32	9,2	--	ug/l		< LD	3,7	mBq/l
36	< LD	0,4	ug/l		< LD	3,7	mBq/l
37	1	--	ug/l		9,4	--	mBq/l
40	25,1	--	ug/l		< LD	3,8	mBq/l
42	23,3	--	ug/l		< LD	3,9	mBq/l
44	< LD	0,4	µg/l		< LD	3,9	mBq/l
45	0,5	--	µg/l		< LD	4	mBq/l

\*El Punto 42 es aguas abajo del Zanjón Los Caballos. El Punto 12 es aguas arriba de los Puntos 36 y 40 de la hijuela vecina al complejo, así como el Punto 44 es aguas arriba, y el Punto 45 es aguas abajo del Arroyo Durazno. Los Puntos 2, 30, 46 y 47 son aguas arriba (Puntos Blancos) de la Laguna Llancañelo, siendo el Punto 26 aguas abajo del Punto 2 y el Punto 48 (Laguna Llancañelo) el receptor final. Los Puntos 32 y 33 corresponden a la zona de Mina Huemul.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	1,5	--	µg/g		46	--	mBq/g
3	1,3	--	µg/g		36	--	mBq/g
7	1,5	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
26	1,6	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
30	2,1	--	µg/g		43	--	mBq/g
32	1,3	--	µg/g		37	--	mBq/g
33	1,4	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
37	1,2	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
40	12,7	--	µg/g		42	--	mBq/g
41	3,4	--	µg/g		31	--	mBq/g
44	1,7	--	µg/g		40	--	mBq/g
45	1,3	--	µg/g		24	--	mBq/g
46	0,8	--	µg/g		21	--	mBq/g
48	1,2	--	µg/g		< LD	17	mBq/g

\* El Punto 3 es aguas arriba y el Punto 42 es aguas abajo del Zanjón Los Caballos. La ubicación de los demás puntos es la misma de la tabla anterior.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

Los valores obtenidos en los alrededores del Sitio Malargüe son, en su mayoría, los naturales de la zona y solo se verificó, como es de esperar, el impacto de las actividades pasadas de la instalación en pozos de muestreo de agua freática, ubicados junto al sitio. Esto se evidenció en una única medición en agua subterránea.

## Ex Complejo Minero Fabril San Rafael (SRF)

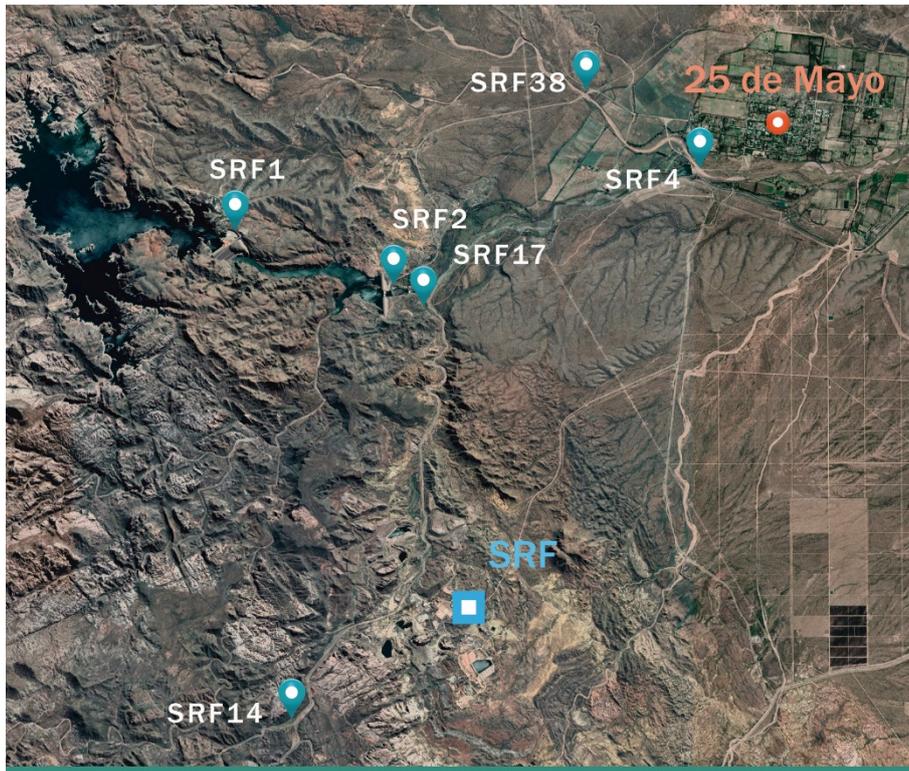


Ex Complejo minero fabril San Rafael



Puntos de muestreo

SRF1	Agua superficial (Embalse Los Reyunos)
SRF2	Agua superficial (Embalse El Tigre)
SRF14,17	Agua superficial (Arroyo El Tigre)
SRF4	Agua superficial (Embalse Galileo Vitali)
SRF6,7,9, 10,11	Agua superficial (Río Diamante)
SRF38	Agua superficial (Río Salado)
SRF1,2,4, 6,7,10,11, 14,17,38	Sedimento



Ex Complejo minero fabril San Rafael



Puntos de muestreo

SRF1	Agua superficial (Embalse Los Reyunos)
SRF2	Agua superficial (Embalse El Tigre)
SRF14,17	Agua superficial (Arroyo El Tigre)
SRF4	Agua superficial (Embalse Galileo Vitali)
SRF38	Agua superficial (Río Salado)
SRF1,2,4, 14,17,38	Sedimento

#### Agua de consumo humano

Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
5 (Villa 25 de Mayo)	< LD	1,5	µg/l		< LD	4	mBq/l
8 (San Rafael)	< LD	1,5	µg/l		< LD	3,5	mBq/l
12 (Monte Comán)	5,2	--	µg/l		9,6	--	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	1	--	µg/l		< LD	3,5	mBq/l
2	1,1	--	µg/l		3,7	--	mBq/l
4	1,3	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
6	1	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
7	1,2	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
9	3	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
10	4,4	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
11	3,2	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
14	2,8	--	µg/l		7,9	--	mBq/l
17	13,4	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
38	14,7	--	µg/l		< LD	3,9	mBq/l

\* Los Puntos 14 y 17 pertenecen al Arroyo Tigre, aguas arriba y aguas abajo, respectivamente, y el Punto 38 refiere al Río Seco Salado. El resto de los puntos corresponden al Río Diamante, de los cuales se consideran aguas arriba (blancos) a los Puntos 1 y 2, y aguas abajo al resto.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Sedimentos*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1	1,81	--	µg/g		49	--	mBq/g
2	1,25	--	µg/g		48	--	mBq/g
4	1,49	--	µg/g		49	--	mBq/g
6	1,58	--	µg/g		54	--	mBq/g
7	1,4	--	µg/g		42	--	mBq/g
10	1,66	--	µg/g		60	--	mBq/g
11	1,64	--	µg/g		36	--	mBq/g
14	1,01	--	µg/g		29	--	mBq/g
17	1,54	--	µg/g		< LD	20	mBq/g
38	1,01	--	µg/g		21	--	mBq/g

\* Corresponde la misma descripción que en la tabla anterior.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

Los valores obtenidos en los alrededores del Ex Complejo Minero Fabril San Rafael, son congruentes con los valores naturales de la zona y no evidencian un impacto significativo de las actividades pasadas de la instalación.

## Ex Complejo Minero Fabril Tonco (TCO)



Ex Complejo, minero fabril  
Tonco



Puntos de muestreo

TCO2	Agua superficial (Embalse Cabra Corral)
TCO3,4,5	Agua superficial (Río Las Conchas)
TCO7,8,10, 11,13	Agua superficial (Río Calchaquí)
TCO23,24	Agua superficial (Río Escoipe)
TCO2,3,4,5, 7,8,10,11, 13,23,24	Sedimento
TCO9,14,16	Sedimento (Río Tonco)

Aguas de consumo humano							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
1 (Ciudad de Salta)	< LD	2,8	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
6 (Cafayate)	< LD	2,8	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
12 (Cachi)	10,9	--	µg/l		3,9	--	mBq/l

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Aguas superficiales*							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	3,4	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
3	6,3	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
4	19,4	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
5	4,3	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l
7	8,6	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
8	8	--	µg/l		< LD	3,8	mBq/l
10	7,1	--	µg/l		< LD	3,4	mBq/l
11	5,8	--	µg/l		< LD	3,4	mBq/l
13	4	--	µg/l		< LD	3,5	mBq/l
23	3	--	µg/l		< LD	3,6	mBq/l
24	3,8	--	µg/l		< LD	3,7	mBq/l

\* Los Puntos 2, 3, 4 y 5 corresponden al Río Las Conchas, aguas abajo del Río Calchaquí. Los Puntos 7, 8, 10, 11 y 13 pertenecen al Río Calchaquí, encontrándose los Puntos 7 y 8 aguas abajo del Río Tonco, y el resto, aguas arriba. Los puntos 23 y 24 están ubicados aguas arriba del complejo y refieren al Río Escoipe.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Concentración de actividad en sedimento *							
Punto	Uranio	LD	Unidad		Radio	LD	Unidad
2	1,9	--	µg/g		27	--	mBq/g
3	3,1	--	µg/g		36	--	mBq/g
4	3,1	--	µg/g		77	--	mBq/g
5	1,8	--	µg/g		31	--	mBq/g
7	1,8	--	µg/g		< LD	20	mBq/g
8	2,0	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
9	2,4	--	µg/g		37	--	mBq/g
10	1,1	--	µg/g		< LD	19	mBq/g
11	2,1	--	µg/g		34	--	mBq/g
13	1,6	--	µg/g		40	--	mBq/g
14	1,8	--	µg/g		26	--	mBq/g
16	1,6	--	µg/g		< LD	18	mBq/g
23	1,7	--	µg/g		43	--	mBq/g
24	1,5	--	µg/g		19	--	mBq/g

\* Los puntos 2, 3, 4 y 5 corresponden al Río Las Conchas, aguas abajo del Río Calchaquí. Los Puntos 7, 8, 10, 11 y 13 pertenecen al Río Calchaquí, encontrándose los Puntos 7 y 8 aguas abajo del Río Tonco, y el resto aguas arriba. Los puntos 23 y 24 están ubicados aguas arriba del complejo, perteneciendo al Río Escoipe. Los puntos 9, 14 y 16 corresponden al Río Tonco, encontrándose los puntos 14 y 16 aguas arriba, mientras que el punto 9 es el único punto aguas abajo, ubicado fuera del complejo, al que se puede acceder para muestrear antes de desembocar en el Río Calchaquí.

LD = Mayor límite de detección determinado; "--" = no aplicable

Tanto el Uranio como el Radio-226 son radionucleidos naturales que se encuentran presentes en todas las matrices ambientales muestreadas. En una matriz acumuladora como es el sedimento, es factible encontrar concentraciones mayores que las disueltas en un curso de agua.

Los valores obtenidos en los alrededores del Ex Complejo Minero Fabril Tonco, son congruentes con los valores naturales de la zona y no evidencian un impacto significativo de las actividades pasadas de la instalación.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el período 2022, presentados en las tablas de este informe son similares a los resultados obtenidos en años anteriores y **son compatibles con distintos valores de referencia nacionales e internacionales**, lo cual indica que en todos los casos **se está muy por debajo del límite de dosis establecido en la normativa vigente para la protección del público, que es de 1 mSv/a (milisievert/año)**.

Las técnicas de medición empleadas garantizan que se pueden detectar radionucleidos en concentraciones bajas, las cuales están muy por debajo de niveles de riesgo para la población. Aún así, muchos valores resultan ser inferiores a los límites de detección (<LD). No obstante, se alcanzaron a detectar unos pocos radionucleidos artificiales, como por ejemplo el Tritio, debido a que es un elemento usual en las descargas autorizadas de algunas instalaciones, y por lo tanto, es esperable encontrarlo en algunas matrices ambientales, fundamentalmente agua. La mayoría de los valores que resultaron superiores a los límites de detección fueron radionucleidos naturales, como el Uranio o los emisores alfa y beta, y en menor medida, el Radio-226, ya que al ser naturales se encuentran distribuidos en las distintas matrices ambientales, independientemente de la presencia o no de instalaciones radiológicas y nucleares. En unos pocos casos, fue posible reconocer el aporte de alguna instalación por encima de las concentraciones naturales. También se detectó Cesio-137 en algunas muestras, el cual si bien es un radionucleido artificial, se lo encuentra distribuido ampliamente a consecuencia del *fallout* originado por los ensayos nucleares atmosféricos realizados entre las décadas de los 50 y 80. Por este motivo, aún se lo puede hallar en bajas concentraciones, fundamentalmente en suelos y sedimentos, y de manera independiente de las actividades de las instalaciones controladas por ARN. No obstante, en los pocos casos mencionados también se pudo detectar algún aporte de las descargas controladas.

**En conclusión, durante 2022, todas las concentraciones de radionucleidos medidas resultaron ser valores compatibles con los esperados, muy alejados de los límites y restricciones de dosis para el público, y no implicaron riesgo alguno para la población.**

## Referencias

- [1] International Atomic Energy Agency. (2005). Environmental and source monitoring for purposes of radiation protection. Safety Guide. IAEA Safety Standards Series n°. RS-G-1.8. International Atomic Energy Agency, Viena, ISBN 92-0-113404-5. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/publications/8461/environmental-and-source-monitoring-for-purposes-of-radiation-protection>
- [2] Autoridad Regulatoria Nuclear. (2017). Guía Regulatoria AR 14 Revisión 0: *Diseño y Desarrollo de un Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental*. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/gr14-r0\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/gr14-r0_0.pdf)
- [3] Organización Mundial de la Salud. (2017). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición que incorpora la primera adenda. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>