

**Comité Interjurisdiccional del río Colorado**  
**Secretaría de Energía de la Nación**  
**Grupo Interempresario**



# **CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO**

**Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado**

**Ciclo 2014**



## COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO (COIRCO)

### Consejo de Gobierno

MINISTRO DEL INTERIOR Y DE TRANSPORTE

Cdor. Aníbal Florencio Randazzo

#### Integrantes

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Don Daniel Scioli

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Cr. Oscar Jorge

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Dr. Francisco Pérez

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

Dr. Jorge Sapag

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Don. Alberto Weretilneck

### Comité Ejecutivo

#### PRESIDENTE

REPRESENTANTE DE LA NACIÓN

Ing. Miguel A. Boyero

#### REPRESENTANTES PROVINCIALES TITULARES Y ALTERNOS

BUENOS AIRES

Ing. Mauricio J. Pereyra; Ing. Mariano Dupuy

LA PAMPA

Ing. Néstor P. Lastiri; Dr. Jorge Dosio

MENDOZA

Agr. Gerardo R. Vaquer; Ing. Mariano Pombo

NEUQUÉN

Inga. Marcela S. González; Ing. Horacio Carvalho

RÍO NEGRO

Ing. Raquel Morales; Ing. Daniel Petri

GERENTE ADMINISTRATIVO

Cr. B. Alberto Perez Alvado

GERENTE TÉCNICO

Ing. Fernando O. Andrés

### SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN

SECRETARIO DE ENERGÍA

Inga. Mariana Matranga

DIRECTOR NACIONAL DE EXPLORACIÓN, PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE  
HIDROCARBUROS

Ing. Pablo Rascovschi

### COMISIÓN TÉCNICA FISCALIZADORA (CTF)

Integrada por el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) y la Secretaría de Energía y Minería de la Nación (Acta Acuerdo del Neuquén 17/03/97)

### GRUPO INTEREMPRESARIO

YPF SA; Petrobras Energía SA; Chevron Argentina SRL; Oldelval SA; Petrolera Entre Lomas SA; Pluspetrol SA; Gran Tierra; Medanito SA; San Jorge Petroleum SA; Petroquímica Comodoro Rivadavia SA; Apache Energía Argentina SRL; Petróleos Sudamericanos y Compañía General de Combustibles



PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO  
AÑO 2014

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN GENERAL

Ing. Fernando Oscar Andrés

AUTOR

Bioq. Ricardo Alcalde

PARTICIPACIÓN Y COLABORACIÓN

Inga. Inés Uribe Echevarría

Tec. Constanza Morete Castro

Mgs. Ing. Ricardo Coppo

Ing. Pedro Joaquín Lurbe

Tec. Iván Lizarazu

Lic. Geog. Federico Barragán



Aprobado por el Comité Ejecutivo del COIRCO, en reunión ordinaria mensual, celebrada el 14 de septiembre de 2015, con la presencia de los representantes provinciales y del representante de la Nación, en ejercicio de la Presidencia. Se autoriza la utilización de la información que contiene, siempre que se cite la fuente.



---

PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO

AÑO 2014

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

---

CONTENIDO

1.- Subprograma Calidad del Medio Acuático

2.- Calidad del Agua

3.- Sedimentos de Fondo

4.- Sustancias tóxicas en músculo de peces

Conclusiones y Recomendaciones

Anexo I: Metales y metaloides en columna de agua

Anexo II: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en columna de agua

Anexo III: Ensayos ecotoxicológicos con agua

Anexo IV: Metales y metaloides en sedimentos de fondo

Anexo V: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo

Anexo VI: Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

Anexo VII: Metales y metaloides en músculo de peces

Anexo VIII: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en músculo de peces

Anexo IX: Conductividad eléctrica, sales y concentraciones iónicas

Glosario

Agradecimientos



# **Subprograma Calidad del Medio Acuático**

**Capítulo 1**



## Contenido

1.1 Introducción .....	13
1.2 La Cuenca del río Colorado.....	19
1.2.1 Características del río Colorado.....	19
1.2.2 Aspectos hidrológicos.....	24
1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca .....	29
1.2.4 Conductividad eléctrica .....	31
1.2.5 Sólidos disueltos totales e iones mayores.....	31
1.2.6 Usos del agua en la cuenca.....	42
1.2.7 Actividad petrolera en la cuenca del río Colorado .....	43
1.2.8 Requerimientos de Autoridades al COIRCO y la CTF .....	43
1.3. Área de estudio del Subprograma de Calidad del Medio Acuático.....	44
Referencias .....	45



## 1.1 Introducción

La gestión integrada del recurso hídrico de la cuenca del río Colorado está a cargo del Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), junto con las cinco provincias condóminas de las aguas, es decir, Buenos Aires, La Pampa, Mendoza, Neuquén y Río Negro (Figura 1.1), y la activa participación del Estado Nacional a través del ejercicio de la Presidencia del Comité Ejecutivo y el Consejo de Gobierno.

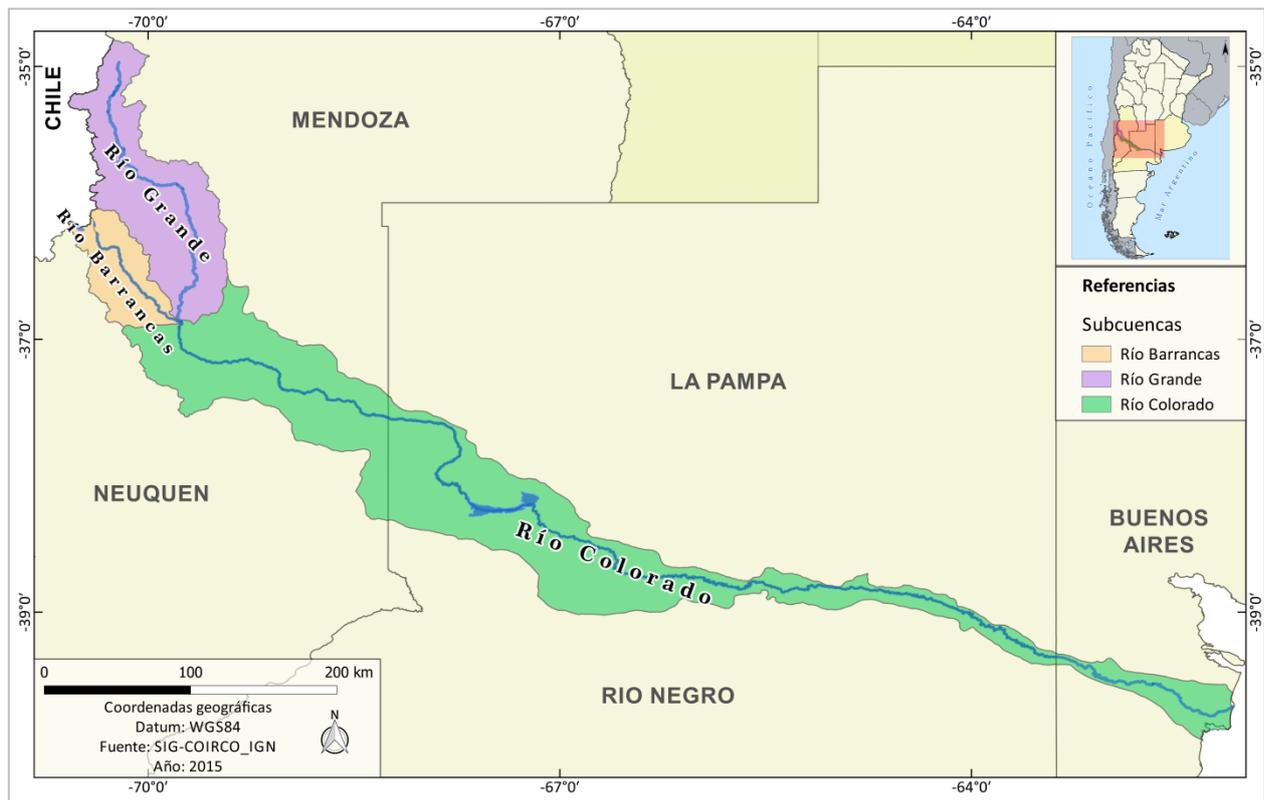


Fig. 1.1 – Cuenca del río Colorado abarcando el área de su nacimiento en la cordillera de Los Andes y su desembocadura en el Océano Atlántico.

La gestión integrada implica el accionar de distintas disciplinas, que en el caso de los usos del agua, el orden de prioridades son abastecimiento humano, riego, ganadería, industrial, petrolero y minero, y generación hidroeléctrica.

Inicialmente los esfuerzos del COIRCO se centralizaron en las variables de control que intervinieron en el Modelo de Distribución de las Áreas de Riego de la Cuenca del Río Colorado, es decir, caudal y conductividad eléctrica, extendiéndose a los principales iones vinculados a la aptitud del agua como fuente para abastecimiento humano, riego y consumo de ganadería.

Transcurrida una década del accionar del COIRCO, las provincias delegaron nuevas facultades al Organismo, algunas de ellas vinculadas a cuestiones ambientales. En tal sentido, y en cumplimiento de aquellas facultades, se ampliaron los análisis vinculados a la calidad del agua, diagramando el Programa Integral de Calidad de Aguas del río Colorado.

El mismo está compuesto por un conjunto de subprogramas (Figura 1.2), abarcando diferentes aspectos inherentes a la calidad del recurso. A través de dichos subprogramas, se evalúa la presencia y significación en el ambiente acuático de diferentes sustancias, las cuales podrían tener un origen natural o provenir de las diversas actividades desarrolladas en la cuenca.



Fig. 1.2. Esquema simplificado del Programa Integral de Calidad de Aguas implementado en la Cuenca del Río Colorado.

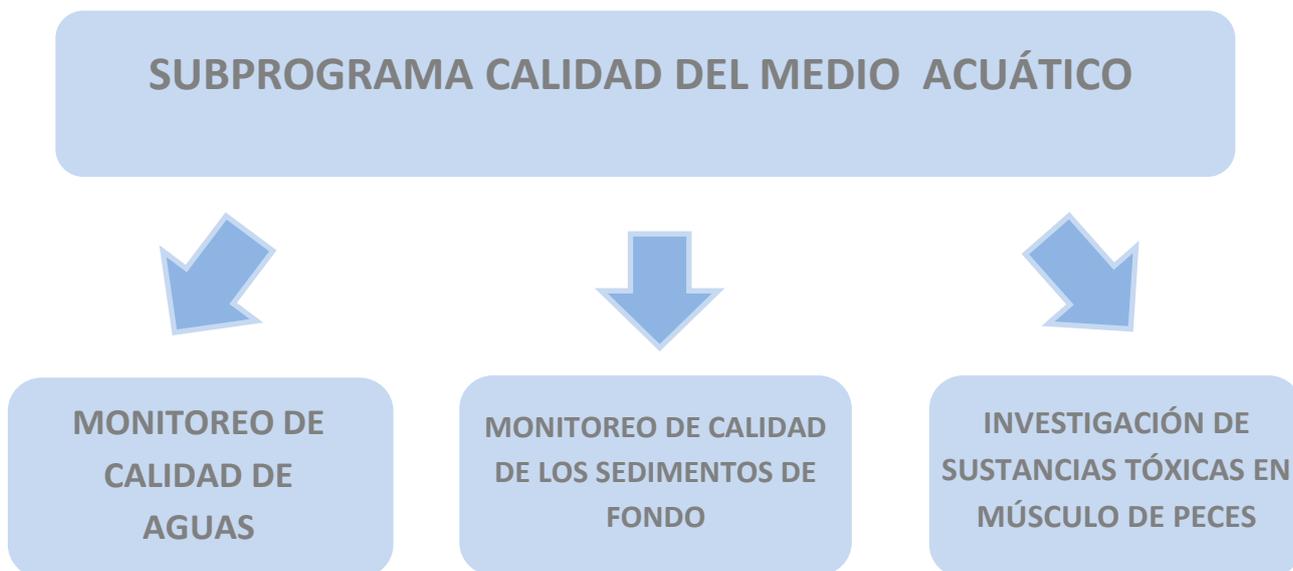


Fig. 1.3. Estudios incluidos en el Subprograma Calidad del Medio Acuático

En particular, el presente informe corresponde al Subprograma Calidad del Medio Acuático, y se presentan valores medios del Subprograma Red Histórica de Monitoreo de Calidad de Aguas. Este último subprograma, el cual fue el primero implementado por el COIRCO, a la fecha cumple 34 años de ejecución ininterrumpida realizando muestreos y análisis en estaciones de los ríos Grande, Barrancas y Colorado, e inclusive en afluentes del río Grande.

El diseño del mencionado Subprograma de Calidad del Medio Acuático (Figura 1.3) se basó en el diagnóstico logrado a través de un extenso relevamiento de la calidad del recurso y de las fuentes potenciales de contaminantes ejecutado entre 1997 y 1999 y tuvo como objetivo evaluar en forma permanente la posible incidencia de fuentes naturales y de las diferentes actividades productivas y de los asentamientos poblacionales existentes en el área.

La litología de la alta cuenca, ubicada en la Cordillera Principal, representa una fuente natural de sustancias, las cuales potencialmente pueden alterar la calidad del agua para los diferentes usos. Las nacientes de los arroyos y de los ríos en sus primeros tramos están ubicadas en un área de intenso volcanismo en el pasado (Sruoga, P. 2002; Llambias, E.J. 2008;), al que se suman episodios ocurridos en épocas recientes (Sruoga, P. 2002; Scotti, A & Torres, D.N. 2012), representada por rocas y materiales de este origen, las cuales contienen metales pesados en su composición (Figura 1.4). A través de fenómenos de meteorización tiene lugar la movilización de dichas sustancias, posibilitando su ingreso en el ambiente acuático.



Fig. 1.4 – Manifestaciones de volcanismo en la alta cuenca del río Colorado.

La evaluación de la calidad del ambiente acuático en relación con los mencionados contaminantes, se lleva a cabo con referencia a los usos del recurso que se desea proteger. Dichos usos son: fuente de agua potable, irrigación, bebida del ganado y medio para el desarrollo de la vida acuática (Fig. 1.5). La aptitud del agua para tales usos se define en función de las concentraciones detectadas de las sustancias seleccionadas, las cuales son contrastadas con valores guía internacionales (CCME 2012; O.M.S. 2008).



Fig. 1.5 – Usos del agua en la cuenca del río Colorado.

La evaluación de la calidad del ambiente acuático, en relación con la protección de la vida acuática, se completa a través de la investigación de la presencia de sustancias tóxicas en los sedimentos de fondo, tomándose también como referencia valores guía internacionales.

La investigación de estas sustancias en diferentes matrices, en relación con los usos previstos, implica la detección de niveles de concentración extremadamente bajos vinculados con efectos tóxicos crónicos. Esto determina que tanto las operaciones de muestreo como los análisis en laboratorio deban ser ejecutados bajo un riguroso programa de aseguramiento de la calidad, a fin de garantizar la calidad de los datos analíticos. Dichos datos posteriormente van a dar sustento a la toma de decisiones para los usos previstos en el Acuerdo del Colorado, en lo concerniente a la calidad del agua en la cuenca.

Las fuentes potenciales de contaminantes vinculadas a las actividades productivas están constituidas por la explotación petrolera y la agricultura, a las cuales se agregan los asentamientos poblacionales ribereños (Fig. 1.6). Dichas fuentes son generadoras potenciales de sustancias tóxicas tales como hidrocarburos, metales y agroquímicos.

Los resultados del monitoreo basado en el análisis químico, son confirmados y ampliados a través de ensayos de ecotoxicidad crónica efectuados con agua y sedimentos de fondo.

Con el fin de establecer riesgos potenciales para la salud humana en el marco del Subprograma, se monitorea la presencia de sustancias tóxicas en las partes comestibles de diferentes especies de peces presentes en el sistema del río Colorado.

A partir de los resultados del monitoreo de aguas, sedimentos de fondo y peces tiene lugar la elaboración de información sobre calidad de aguas, la cual es difundida en forma permanente a distintos sectores de la comunidad (gubernamentales, científico-técnicos, educativos y público en general) a través de distintos medios (informes técnicos como el presente, folletos de divulgación,

publicación en la página web oficial del COIRCO, audiencias públicas, charlas en establecimientos escolares y en agrupaciones de productores rurales, etc.).

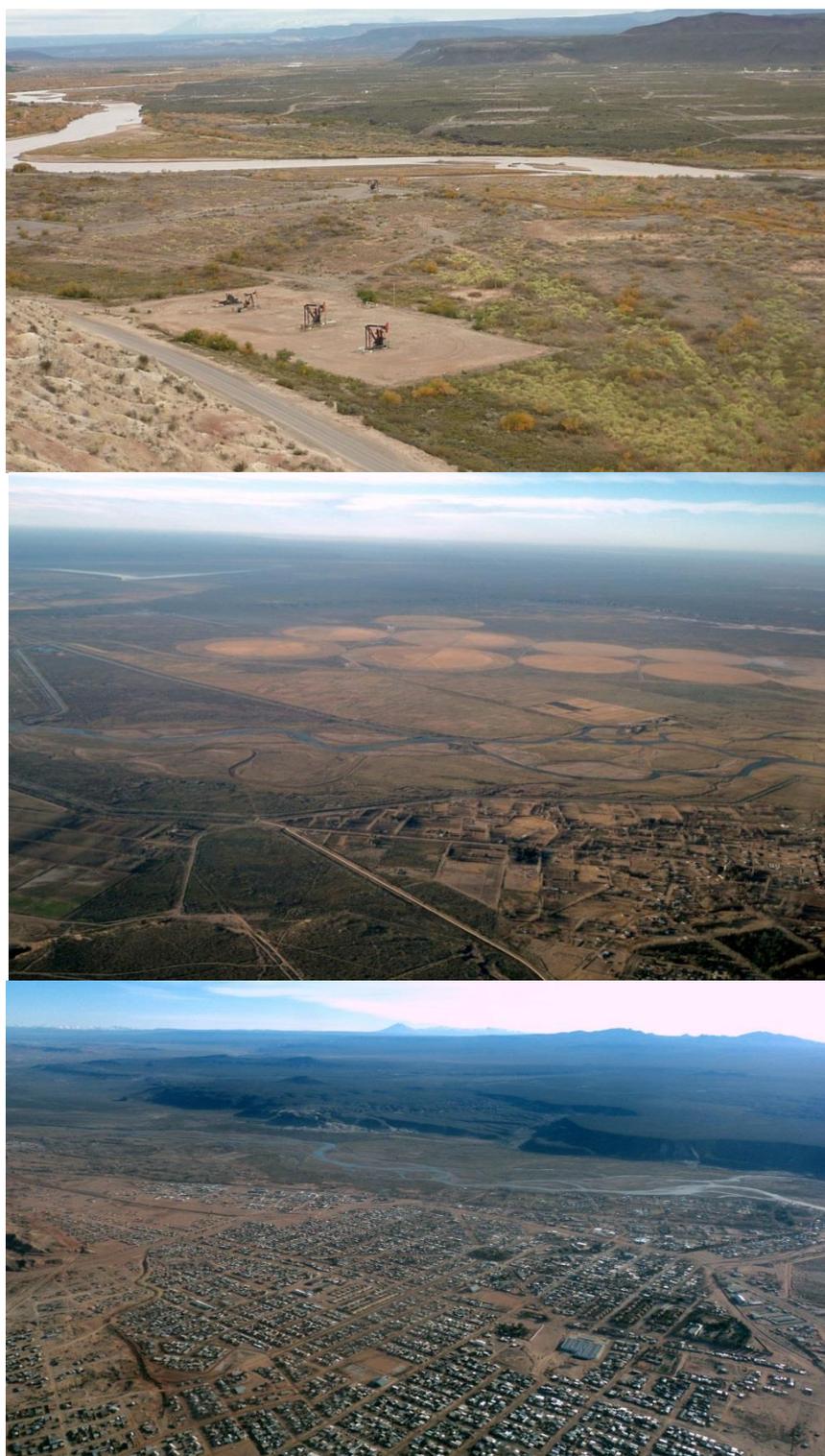


Fig. 1.6 - Fuentes potenciales de contaminantes derivadas de las actividades productivas (explotación petrolera y agricultura) y asentamientos poblacionales.

El presente informe contiene los resultados obtenidos en el ciclo de estudio 2014 cuyo diseño se basó en las recomendaciones del ciclo anterior, las cuáles eran las siguientes:

Continuar con:

- *"El monitoreo de metales/metaloides e hidrocarburos en columna de agua en las estaciones establecidas al efecto con el fin de lograr una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.*
- *La realización de ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado como complemento del análisis químico en los sitios evaluados en el presente ciclo.*
- *El monitoreo de metales/metaloides y HAPs en sedimentos de fondo en las estaciones establecidas para ese fin en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra con el fin de obtener una evaluación continua en el tiempo.*
- *La realización de ensayos ecotoxicológicos con la mencionada matriz, con el fin de mantener un seguimiento permanente y observar la evolución de los resultados variables obtenidos en el ciclo 2013 en la evaluación de biomarcadores en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra.*
- *El monitoreo de sustancias tóxicas en músculo de peces, a fin de contar con información actualizada sobre la variación en el tiempo de las concentraciones de metales/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares. Para estos últimos se debe procurar alcanzar límites de cuantificación más bajos que los alcanzados hasta el presente".*

Entre las conclusiones obtenidas en el presente ciclo, se destaca que el agua del río es apta para los usos previstos como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

## 1.2 La Cuenca del Río Colorado

La cuenca del río Colorado es la primera y única cuenca interprovincial de la Argentina que cuenta con un Acuerdo de Distribución de Caudales, el cual por sí solo es hecho por demás significativo, y que fue resorte de otros logros que también fortalecen las relaciones interjurisdiccionales, así como los derechos y deberes de los usuarios del recurso hídrico compartido.

La cuenca del río Colorado cubre un área de 48.000 km<sup>2</sup>, que se extiende sobre las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, que la convierten en una cuenca hídrica interprovincial.

Desde sus orígenes en la Cordillera de los Andes, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, presenta una extensión de 1.200 km, de los cuales 920 km corresponden al río Colorado propiamente dicho.

### 1.2.1 Características del río Colorado

El río Colorado se origina a partir de la confluencia de los ríos cordilleranos Grande (Mendoza) y Barrancas (Mendoza y Neuquén) (Fig. 1.7) a 835 m.s.n.m y escurre hacia el Océano Atlántico con dirección NO – SE.

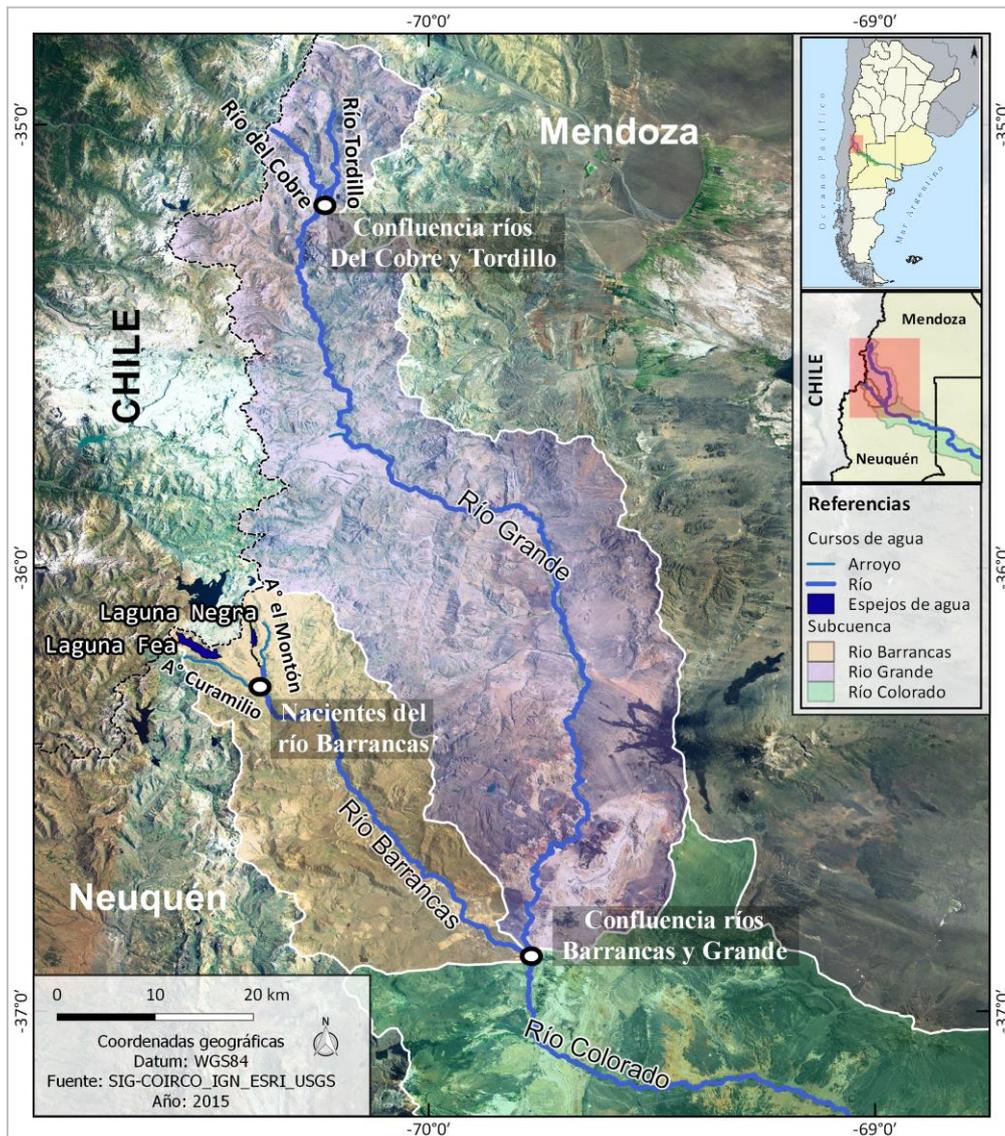


Fig. 1.7 – Alta cuenca del río Colorado y de las cuencas de los ríos Grande y Barrancas, ubicadas en territorio de las provincias de Mendoza y Neuquén. Naciente del río Grande en la confluencia de los ríos Cobre y Tordillo, naciente del río Barrancas en las lagunas Negra y Fea y naciente del río Colorado en la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

El régimen hídrico del río Colorado se caracteriza como fuertemente estacional, producto de que la alimentación preponderante corresponde a la fusión nival originada en la cuenca activa o cuenca alta (subcuencas de los ríos Grande y Barrancas) (Fig. 1.8)

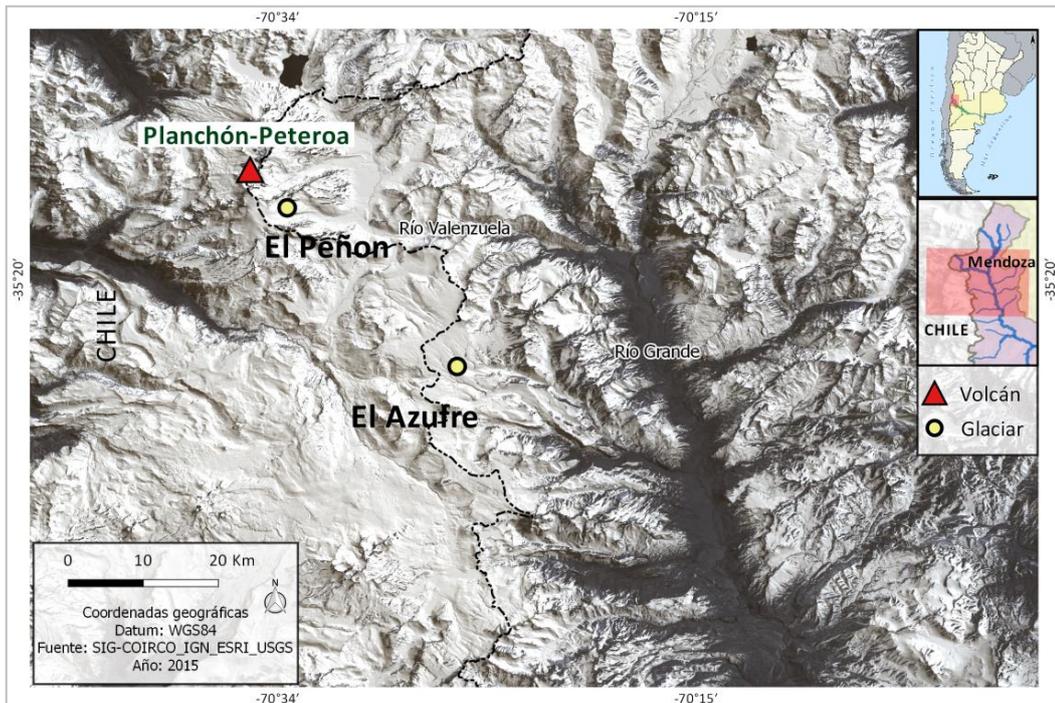


Fig. 1.8.1 – Acumulación de nieve en la alta cuenca del río Grande (imagen correspondiente al día 15 septiembre 2014).

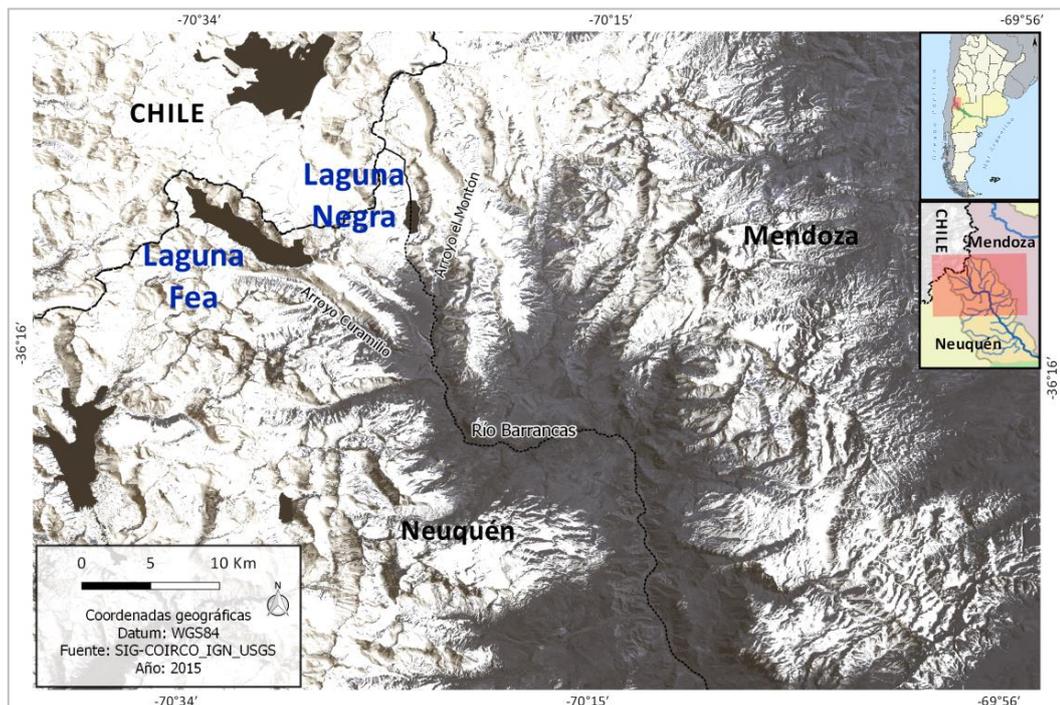


Fig. 1.8.2 – Acumulación de nieve en la alta cuenca del río Barrancas (imagen correspondiente al día 15 septiembre 2014).

Concluido el derretimiento de la nieve, el aporte de numerosas vertientes contribuye al mantenimiento del caudal de los arroyos y ríos de la cabecera de la cuenca (Figs. 1.9 y 1.10).

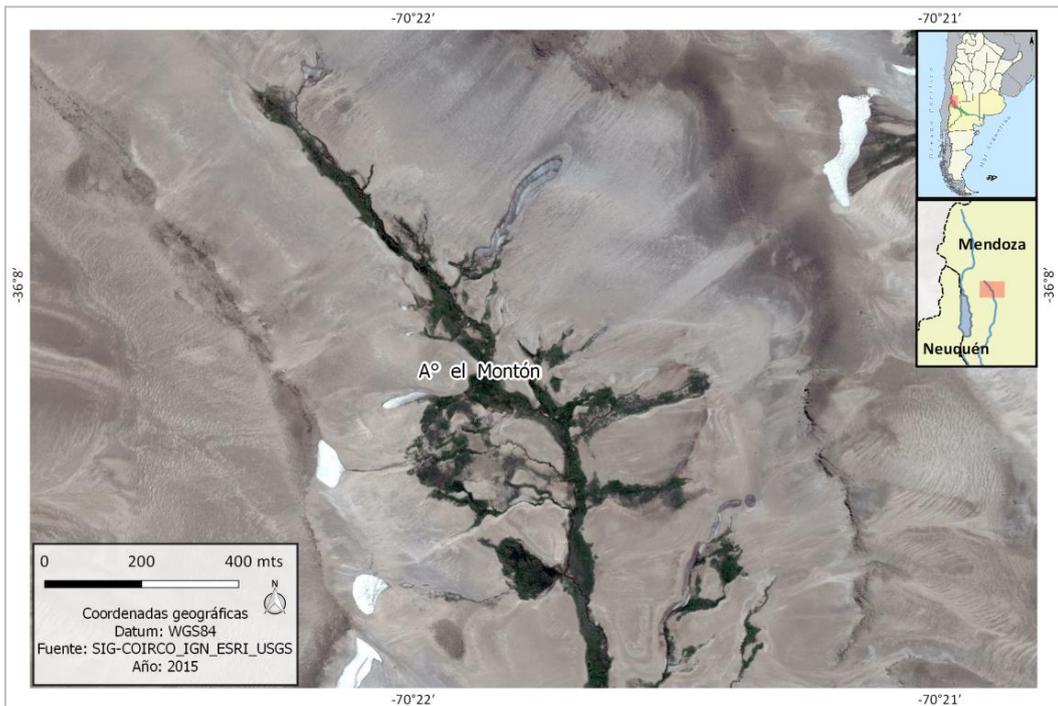


Fig. 1.9 – Vertientes en la alta cuenca del río Barrancas, en proximidades de las lagunas Negra y Fea.

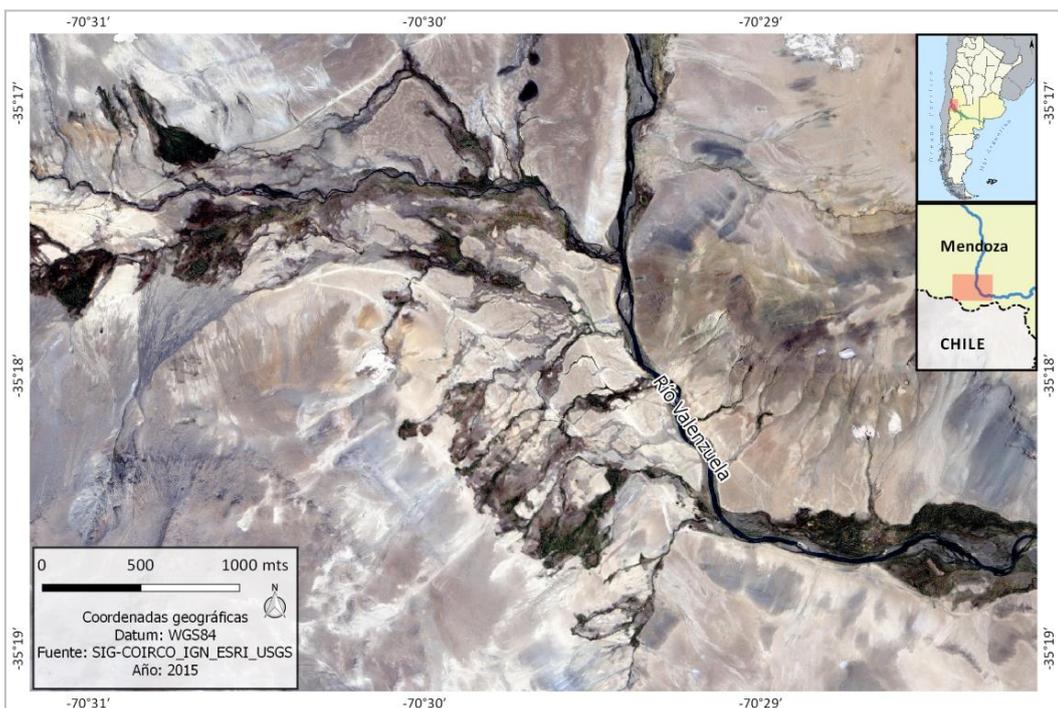


Fig. 1.10 – Vertientes en las nacientes del río Valenzuela.

## Río Barrancas

El río Barrancas nace en la cordillera de Los Andes de los emisarios de las lagunas Negra y Fea (Fig. 1.11) en cercanías al límite internacional con Chile. Su caudal

promedio anual registrado en la estación Barrancas es 36,0 m<sup>3</sup>/s para el período 1960 – 2013 (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación).

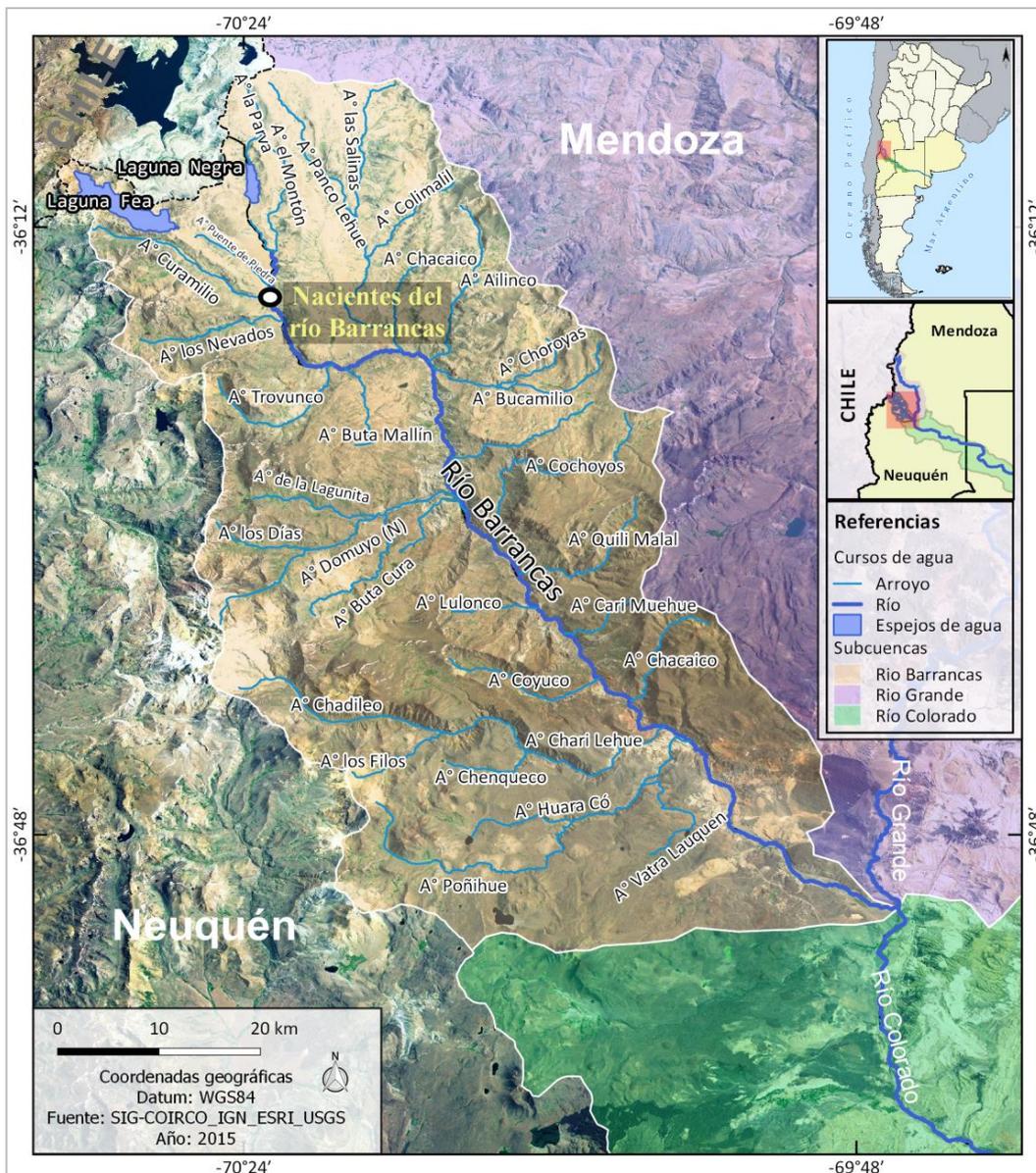


Fig. 1.11 – Cuenca del río Barrancas.

## Río Grande

El río Grande, nace en la unión de los ríos Cobre y Tordillo (Fig. 1.12) aproximadamente a los 35°11'23" S y 70°14'56" O, en la Cordillera Principal, cercano al límite con Chile. Su caudal promedio anual registrado en la estación de aforo La Gotera es 107,0 m<sup>3</sup>/s para el período 1972-2013 (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación), y recorre 257 km antes de su confluencia con el río Barrancas para formar el Colorado.

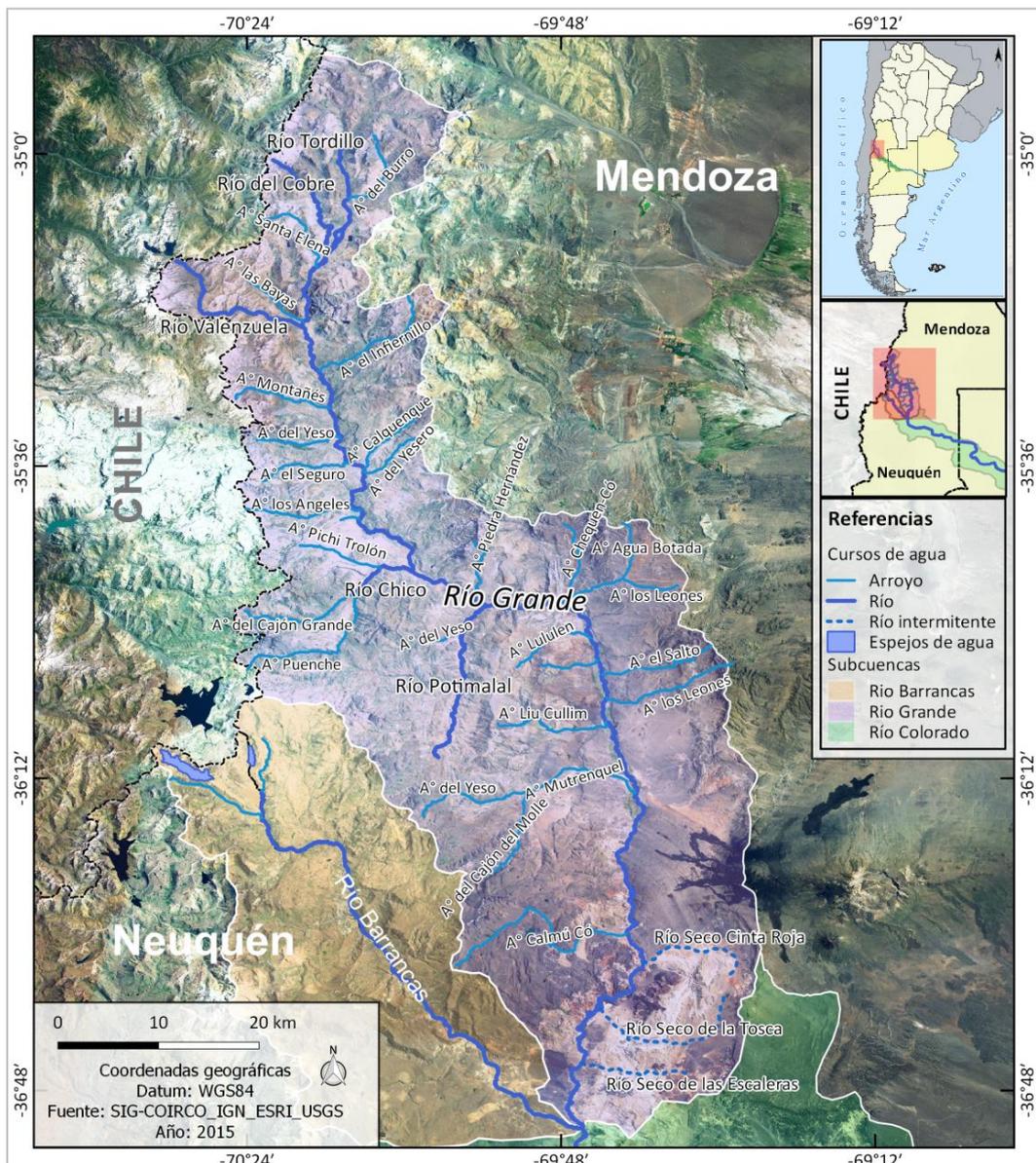


Fig. 1.12 – Cuenca del río Grande, su nacimiento en la confluencia de los ríos Tordillo y Cobre y confluencia con el río Barrancas para formar el río Colorado.

## 1.2.2 Aspectos hidrológicos

El río Colorado es de régimen nival, con crecidas que tienen inicio en los meses de octubre o noviembre, y que se extienden hasta los meses de enero o febrero, dependiendo de la acumulación de nieve y las condiciones climáticas.

Por lo dicho anteriormente, históricamente los ciclos hidrológicos en el río Colorado se definen desde el 1° de julio al 30 de junio del año siguiente.

La estación de aforo de Buta Ranquil del río Colorado, ubicada inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, dispone desde el año 1940 de una estación de medición hidrométrica, propiedad de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. De acuerdo a la información disponible, para el

período abril 1940 – junio 2013, el derrame medio anual es de 4.634 hm<sup>3</sup>, equivalente a un caudal módulo de 148,3 m<sup>3</sup>/s. En aquella estación, el derrame máximo anual fue de 9.151 hm<sup>3</sup> para el ciclo 1982-1983, mientras que el mínimo registrado corresponde al ciclo hidrológico 1968 – 1969 con 1.658 hm<sup>3</sup>.

En la Figura 1.13, se visualiza la distribución de la mencionada serie, actualizada al 30 de junio 2015, complementada con datos propios de COIRCO (según Normas de Manejo de Aguas, Ente Casa de Piedra).

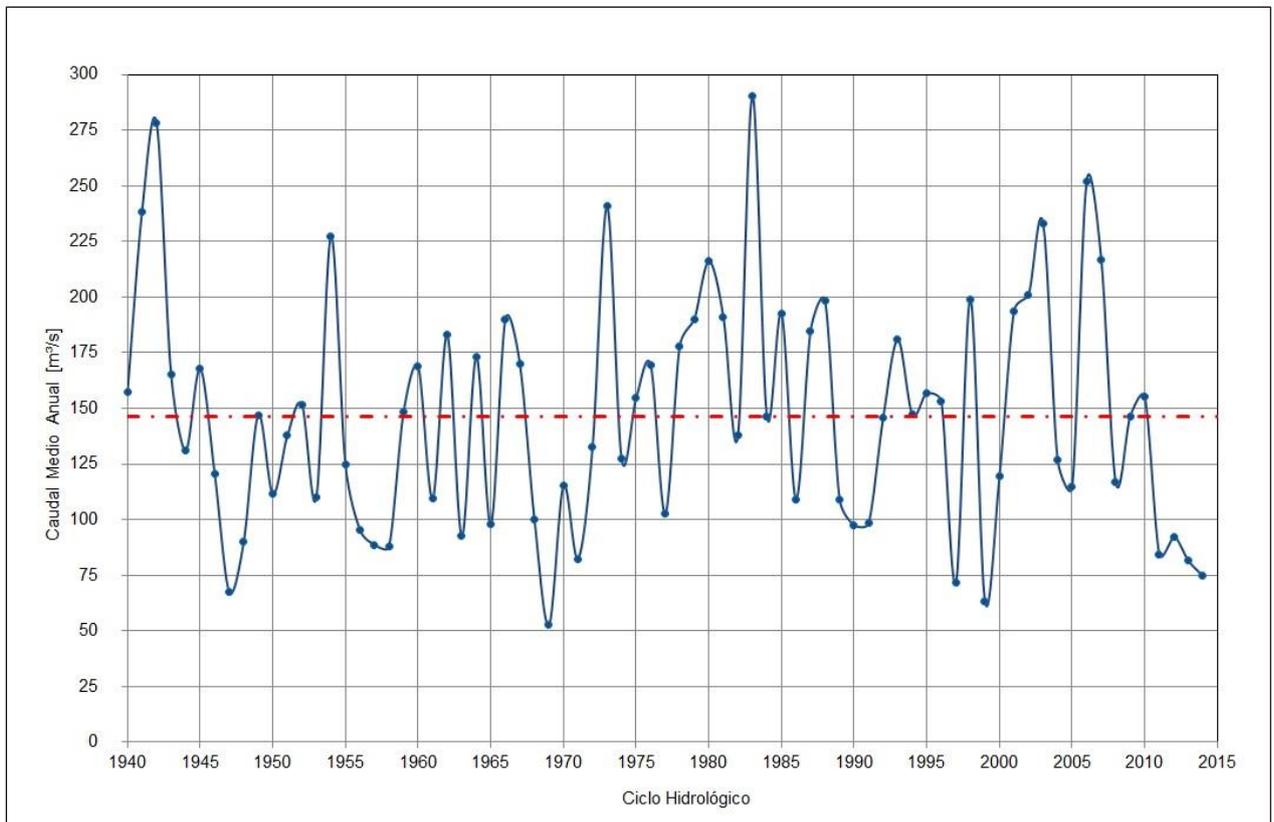


Fig. 1.13. Serie de ciclos hidrológicos del río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil (Fuente de información: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, COIRCO y Ente Casa de Piedra, según Normas de Manejo de Aguas).

Si bien se indicó que el río Colorado tiene un comportamiento claramente nival, presenta crecidas pluviales, generalmente entre los meses de febrero y agosto. Estas crecidas pueden alcanzar caudales instantáneos importantes (superando los 500 m<sup>3</sup>/s), sin embargo, debido a su corta duración, el derrame asociado no es significativo.

En la estación de aforo Buta Ranquil, se han registrado crecidas máximas con valores superiores a los 1.000 m<sup>3</sup>/s, tanto de origen nival (diciembre de 1982), como pluviales (mayo 2008, cuyo caudal máximo instantáneo fue de 1.050 m<sup>3</sup>/s, siendo esta la máxima crecida histórica por lluvias).

Para la evaluación del recurso disponible en la estación de aforo Buta Ranquil, se consideran de dos informaciones de base: i) aforos, semanales, quincenales y mensuales, variable con los meses del año, y los escenarios singulares de crecidas o estiajes; ii) registros hidrométricos continuos de aparatos limnigráficos con frecuencia de medición cada cinco minutos que son complementados con un

lectura diaria de escala. A partir del procesamiento de la información registrada en campo, se obtienen valores de caudales medios diarios y mensuales.

En la Tabla 1.1, se indican los valores de caudales promedios mensuales y caudales instantáneos máximos y mínimos mensuales para el año calendario 2014, con registros suministrados diariamente por el Ente Casa de Piedra, en cumplimiento con las Normas de Manejo de Aguas del Embalse.

Tabla 1.1 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2014.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Máximo Instantáneo	89	57	44	146	55	57	48	115	58	227	317	175
Mínimo Instantáneo	55	44	26	31	47	41	47	48	47	60	130	115
Promedio Mensual	74	50	39	46	50	49	47	64	52	128	195	145

Los valores máximos y mínimos (en revisión) se refieren a registros instantáneos. Se utilizan fórmulas hQ para la gestión operativa de la cuenca. Los promedios mensuales (en revisión) corresponden a los valores medios diarios y a registros de aforos (Fuente de información: COIRCO - Ente Casa de Piedra, según Normas de Manejo de Aguas, y Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación).

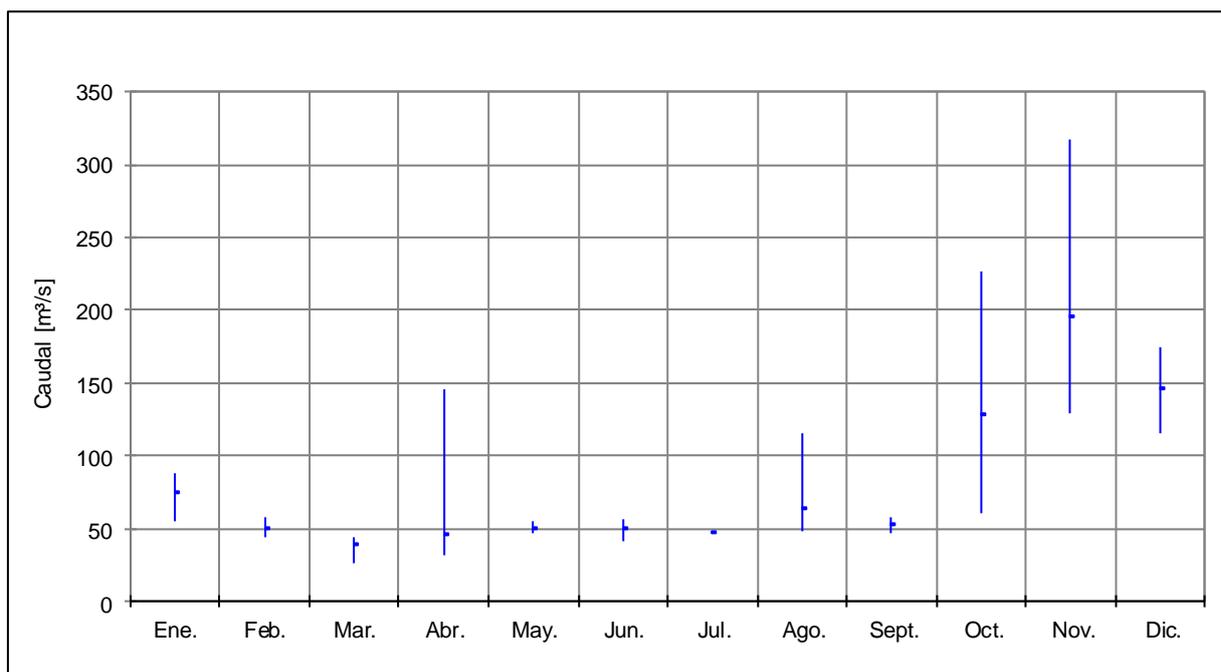


Fig. 1.14 - Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2014.

Durante el año 2014 el caudal promedio fue de aproximadamente 78 m³/s. En la Figura 1.14, se grafican los valores de la Tabla 1.1. Se pueden apreciar dos picos, uno en abril y otro en el mes de noviembre, este último asociado a fusión nival.

A través de la información de la Tabla 1.1 y de la Figura 1.14, se puede observar que durante el año 2014, el escurrimiento del río Colorado estuvo muy por debajo

de los valores normales o medios, alcanzando un caudal anual promedio equivalente al 54% del módulo de la serie histórica.

A continuación se muestran los derrames del río Colorado, en la misma estación de referencia (Buta Ranquil), para los últimos diez ciclos hidrológicos.

Tabla 1.2 Derrames anuales del río Colorado en la estación Buta Ranquil, para el año hidrológico 1º julio al 30 de junio.

Ciclo	Derrame Anual [hm <sup>3</sup> ]
2005 - 2006	7.944
2006 - 2007	6.851
2007 - 2008	3.688
2008 - 2009	4.621
2009 - 2010	4.544
2010 - 2011	2.665
2011 - 2012	2.913
2012 - 2013 (*)	2.573
2013 - 2014 (*)	2.357
2014 - 2015 (*)	2.627
Serie Histórica	4.634
Media 2005 - 2015	4.086
Media 2007 - 2015	3.258
Media 2010 - 2015	2.627

(\*) En revisión.

(Fuente de información: COIRCO - Ente Casa de Piedra, según Normas de Manejo de Aguas)

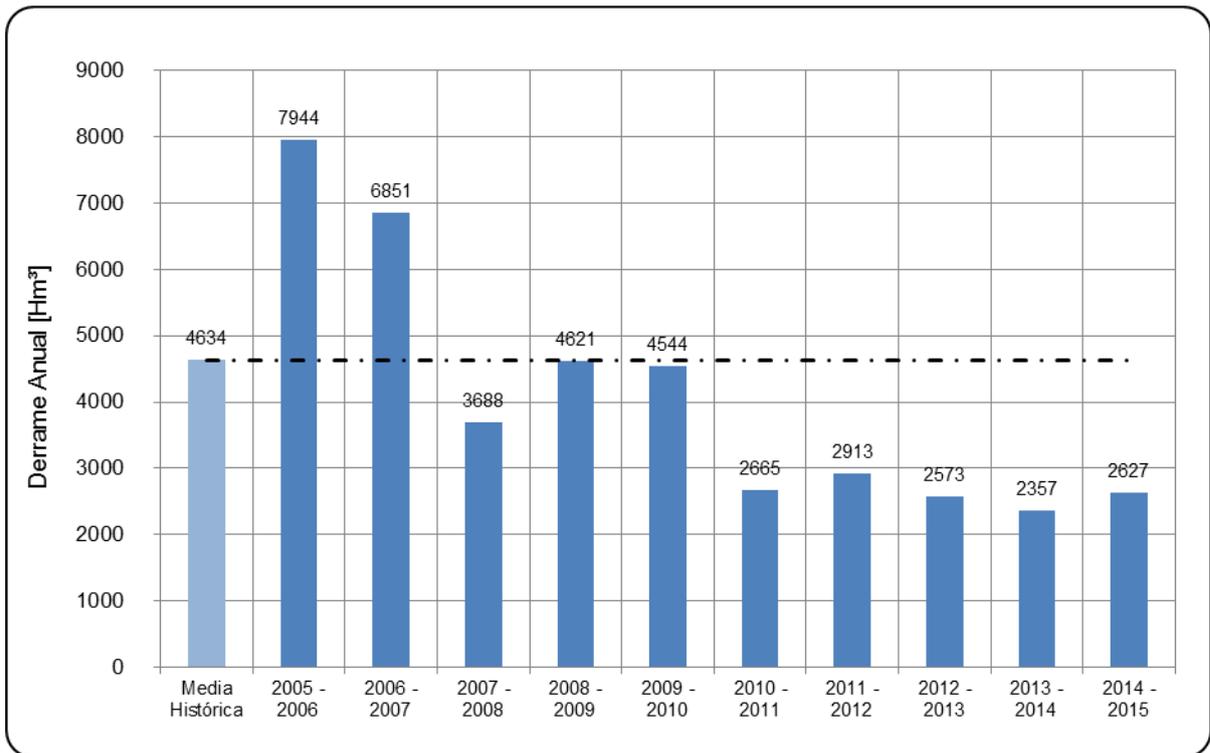


Figura 1.15 - Derrames anuales del río Colorado en la Estación Buta Ranquil  
 Del análisis de los derrames escurridos en los últimos cinco ciclos, indicados en la Tabla 1.2 y la Figura 1.15, se puede apreciar que la media para ellos representa un 57% de la media de la serie histórica con registros desde el 1940.

Esta notable diferencia entre los valores medios, pone de manifiesto que el déficit en el volumen disponible, para el período julio 2010 – junio 2015 es de 10.036 hm<sup>3</sup>. Dicho volumen supera al que corresponde a dos años del promedio de la serie histórica.

En el año 2014 el río Colorado continuó atravesando la crisis hídrica, y la sección de aforo de referencia de la cuenca alta, Buta Ranquil, fue escenario de esta situación mostrando un cauce por momentos angosto, con registros de altura variables en el metro.



Figura 1.16 - Imágenes de la estación de aforo Buta Ranquil mostrando la crisis hídrica (Foto de la izquierda: desde aguas arriba margen derecha correspondiente al día 1º de mayo 2014, foto de la derecha: desde aguas abajo margen derecha correspondiente al día 12 julio 2014).

Atendiendo a las condiciones hidrológicas de la cuenca, de reserva del embalse, y la continuidad de la crisis hídrica, el Comité Ejecutivo del COIRCO, en función de los términos del Acuerdo del Colorado, tomó la decisión de implementar un período de veda simultáneo de riego común en todas las áreas irrigadas aguas abajo de Casa de Piedra, y que durante dicho lapso se erogara un caudal mínimo extraordinario, con el objetivo de mejorar la reserva del embalse. Dicho caudal permitió satisfacer todos los usos consuntivos aguas abajo del embalse, respetando las prioridades de uso del Acuerdo del Colorado, aunque fue necesario suspender la generación de energía hidroeléctrica en la Central Casa de Piedra y en Salto Andersen.

El período de veda durante el año 2014 se extendió por 132 días, permitiendo así que el embalse casa de Piedra recupere volumen almacenado equivalente a 390 hm<sup>3</sup>, pasando de cota 271,55 msnm en el inicio de la veda a 274,20 msnm al fin del mismo período.

Considerando la evolución diaria de la cota del embalse durante el año 2014, el 1º de enero el valor era de 273,89 msnm, y el 31 de diciembre fue de 276,05 msnm. La mejora en la reserva del embalse se debe a la gestión integrada del recurso, y a las componentes de reducción de las erogaciones y los períodos de veda de riego implementados desde el año 2011 para la zona de riego aguas abajo del mismo.

### **1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca**

El río Colorado corresponde a un curso cuyo régimen es níveo-pluvial, recibiendo sus mayores aportes dado el deshielo de la nieve en la alta cuenca.

A pesar de este principal componente en el derrame del río, como se expresó anteriormente, las lluvias pueden producir crecidas puntuales, de corta duración y volúmenes que no son significativos, aunque pueden ser importantes los caudales instantáneos.

Por esto, a continuación se muestran (Fig. 1.17) algunas de las estaciones pluviométricas de referencia para la cuenca del río Colorado, que contribuyen al derrame. En la Tabla 1.3 se indican registros pluviométricos mensuales para el año 2014, correspondientes a las estaciones Buta Ranquil y Rincón de los Sauces, ubicadas sobre la margen neuquina del río Colorado; estación evaporimétrica Casa de Piedra, ubicada en el lago Casa de Piedra; estaciones Pichi Mahuida y El Gualicho, situadas sobre la margen derecha del río Colorado en la provincia de Río Negro, y la estación meteorológica Pedro Luro, en la provincia de Buenos Aires.

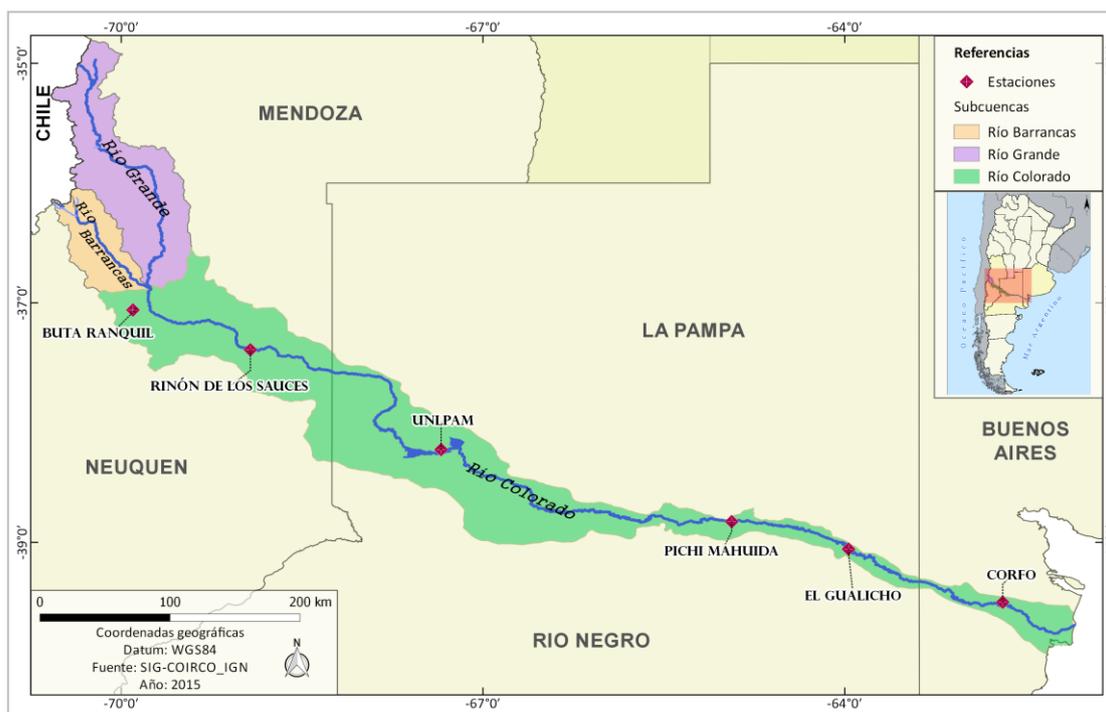


Fig. 1.17 – Estaciones pluviométricas en la cuenca del Río Colorado.

Tabla 1.3 - Registros pluviométricos mensuales en estaciones ubicadas en las márgenes del río Colorado para el año 2014, valores expresados en milímetros.

Año 2014	Buta Ranquil	Rincón de los Sauces	Casa de Piedra	Pichi Mahuida	El Gualicho	Pedro Luro
Enero	0,3	0,3	1,2	0,0	20,0	4,2
Febrero	23,6	11,5	67,2	12,5	0,0	30,8
Marzo	0,8	1,8	4,6	28,0	81,0	109,2
Abril	53,3	106,2	210,4	164,5	116,0	96,4
Mayo	18,5	15,6	31,6	82,0	83,0	73,4
Junio	9,7	5,6	2,0	16,5	5,0	20,4
Julio	0,3	0,0	19,4	0,0	29,0	56,8
Agosto	20,4	3,6	9,4	76,5	86,0	94,2
Septiembre	3,8	8,4	39,0	65,0	105,0	59,4
Octubre	6,8	31,5	61,6	93,0	120,0	107,4
Noviembre	9,4	23,4	13,2	25,0	34,0	35,6
Diciembre	0,5	6,1	23,2	0,0	20,0	7,8
<b>Total Anual</b>	<b>147,4</b>	<b>214,0</b>	<b>482,8</b>	<b>563,0</b>	<b>699,0</b>	<b>695,6</b>

(Fuentes de información: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Convenio COIRCO – EVARSA, Convenio COIRCO – Universidad Nacional de La Pampa, CORFO Río Colorado).

## 1.2.4 Conductividad eléctrica

En el Modelo de Distribución de Áreas de Riego, base para el Acuerdo del Río Colorado de las cinco provincias condóminas de la Cuenca del Río Colorado, la conductividad eléctrica es una de las variables tenidas en cuenta.

En la Figura 1.18 se presenta el hidrograma de caudales medios diarios y aforos de la estación Buta Ranquil, correspondiente al año 2014, junto con las determinaciones de conductividad eléctrica *in situ* en las estaciones Buta Ranquil (río no regulado) y descarga de Casa de Piedra (río regulado), para cada una de las doce campañas mensuales.

La conductividad eléctrica presenta variaciones a lo largo del año. En términos generales se reduce con la crecida debida a la fusión nival (deshielo, que oscila entre octubre y febrero, variable con los ciclos hidrológicos), y se incrementa con los caudales bajos de los restantes meses (ver Figura 1.18). También sufre incrementos puntuales, y de corta duración en el caso de lluvias en el sector de la Cuenca Alta y Media del río Colorado propiamente dicho.

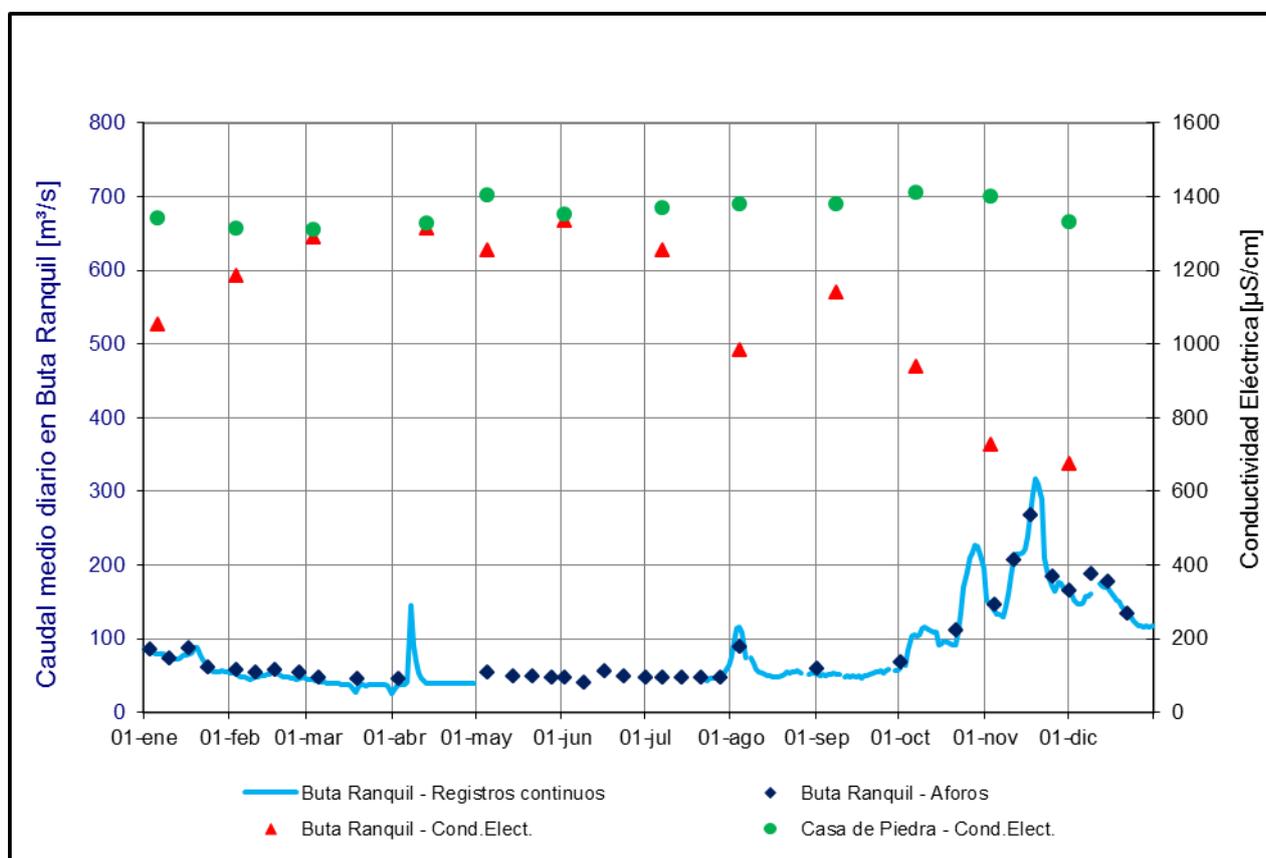


Figura 1.18. Hidrograma de caudal medio diario para la estación Buta Ranquil y registros de conductividad eléctrica en Buta Ranquil y descarga Casa de Piedra, para las campañas de muestreo mensuales del año 2014 (Fuentes de información: COIRCO – Ente Casa de Piedra, según Normas de Manejo de Aguas, Monitoreos Ambientales).

## 1.2.5 Sólidos disueltos totales e iones mayores

El Subprograma Red histórica del Monitoreo de Calidad de Aguas, incluye la determinación de sólidos disueltos totales e iones mayores, en una serie de

estaciones en la cuenca, varias de ellas no coincidentes con las estaciones del Subprograma Calidad del Medio Acuático.

Complementariamente a las observaciones señaladas en el punto anterior "1.2.4. Conductividad eléctrica", donde se indica que este parámetro presenta variaciones estacionales y otras en ocasiones de lluvias, las condiciones de años hidrológicos secos (debajo de los valores medios) que se han presentado desde el ciclo 2007 – 2008, permite visualizar cómo se incrementan las concentraciones en las distintas estaciones de monitoreo, inclusive en las estaciones de referencia de los tres ríos, esto es, Bardas Blancas, Puente Barrancas y Buta Ranquil, en los ríos Grande, Barracas y Colorado, respectivamente

### Sólidos Disueltos Totales

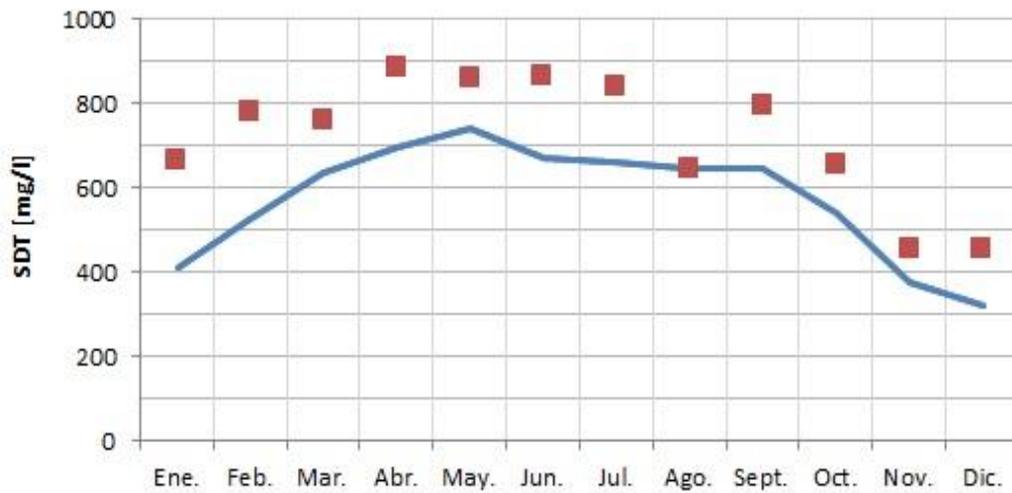


Fig 1.19 a .- Río Grande



Fig 1.19 b .- Río Barrancas

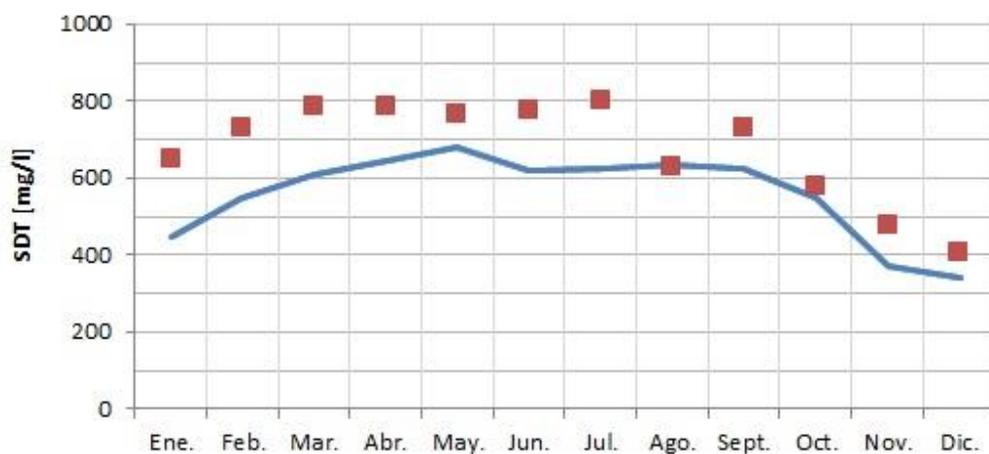


Fig 1.19 c .- Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.19 - Registros mensuales de la concentración de sólidos disueltos totales realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Conductividad Específica



Fig 1.20 a .- Río Grande



Fig 1.20 b .- Río Barrancas

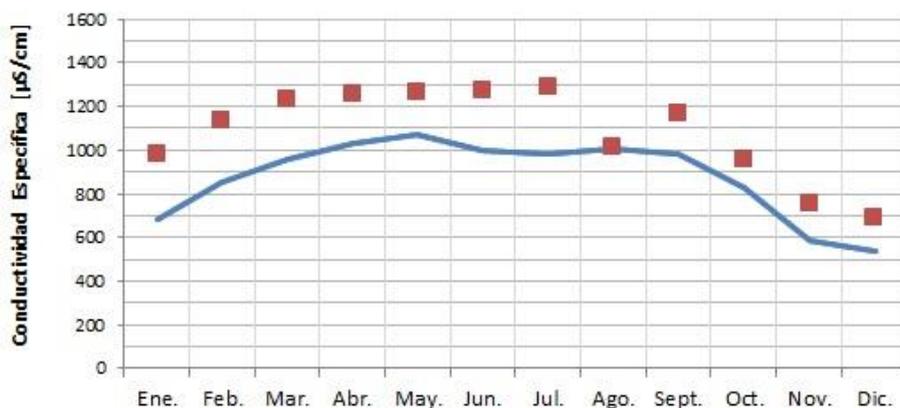


Fig 1.20 c .- Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.20 - Registros mensuales de conductividad realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Sulfato

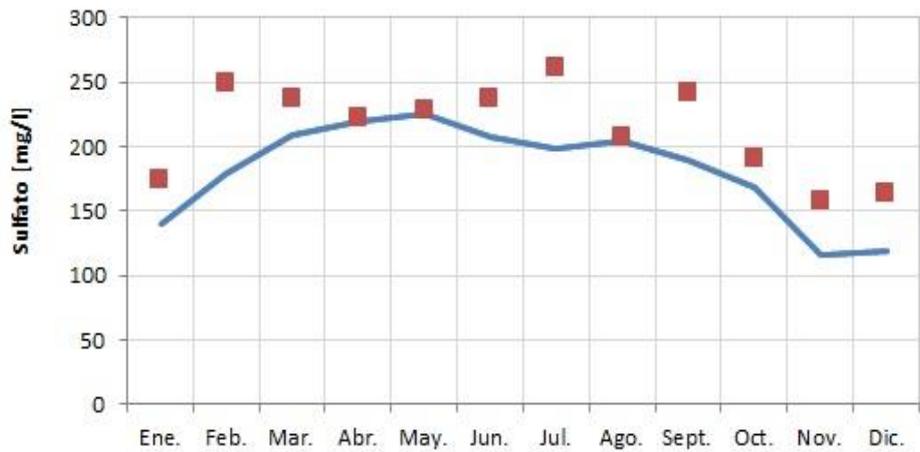


Fig 1.21 a .- Río Grande



Fig 1.21 b .- Río Barrancas

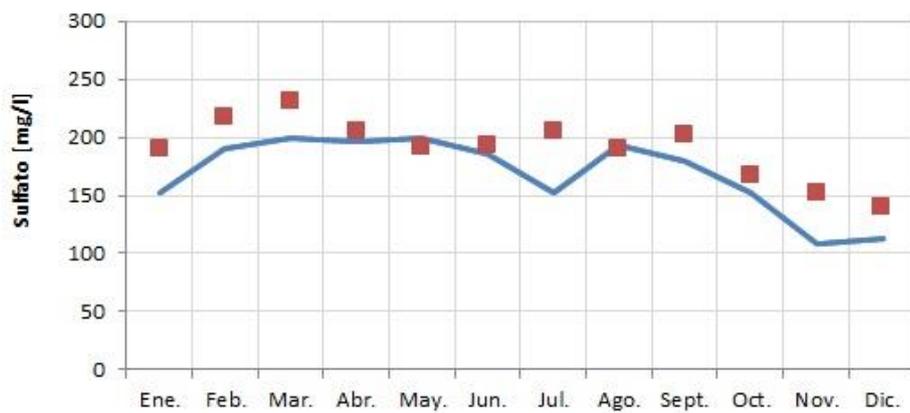


Fig 1.21 c .- Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.21 - Registros mensuales de la concentración de sulfato realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Cloruro



Fig 1.22 a .- Río Grande



Fig 1.22 b .- Río Barrancas

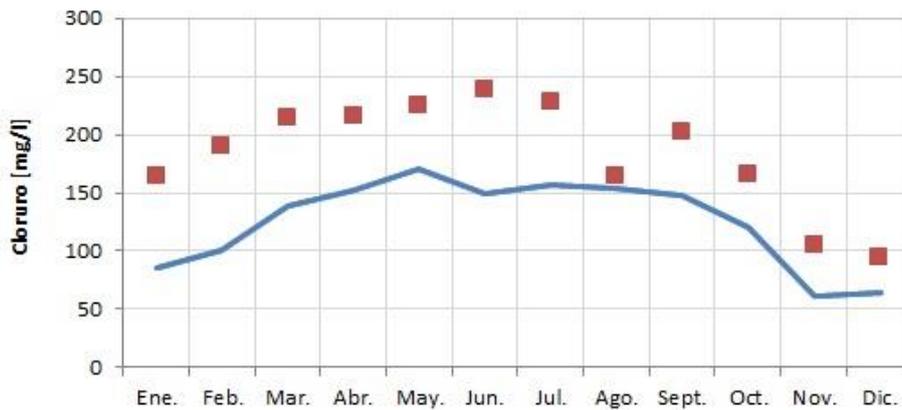


Fig 1.22 c .- Río Colorado

— 1999-2009    ■ 2014

Fig. 1.22 - Registros mensuales de la concentración de cloruro realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Sodio

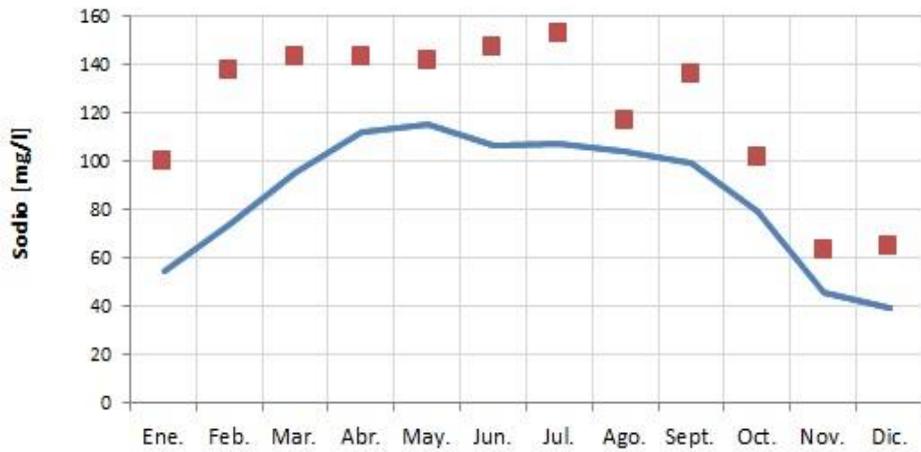


Fig 1.23 a .- Río Grande

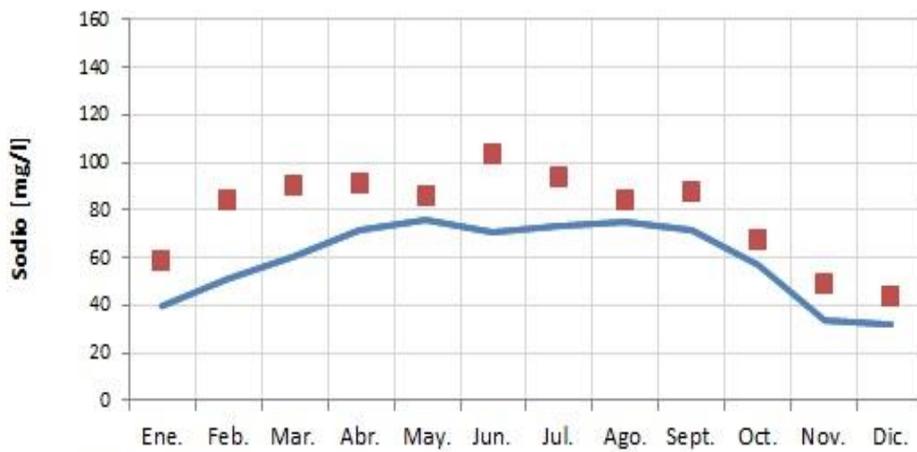


Fig 1.23 b .- Río Barrancas

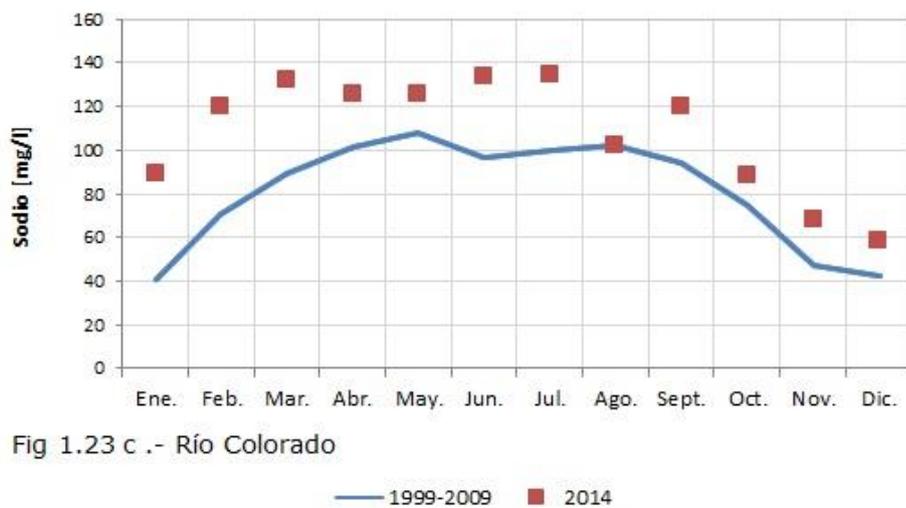


Fig 1.23 c .- Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.23 - Registros mensuales de la concentración de sodio realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

## Potasio

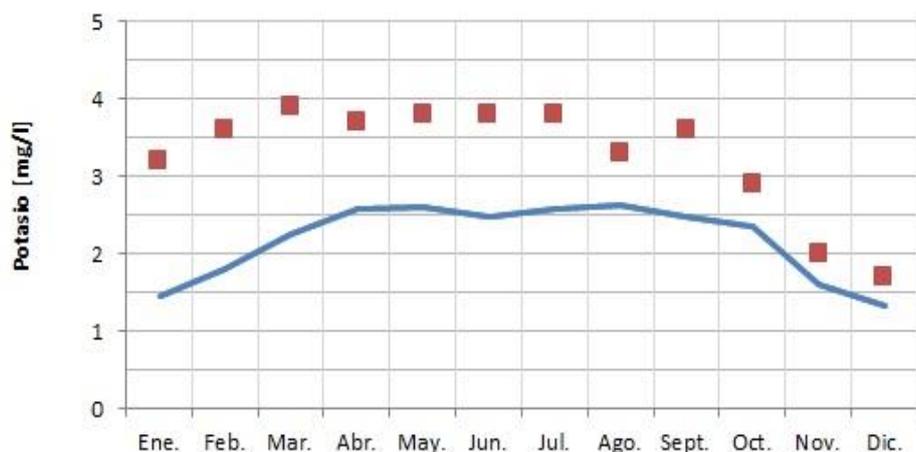


Fig 1.24 a .- Río Grande

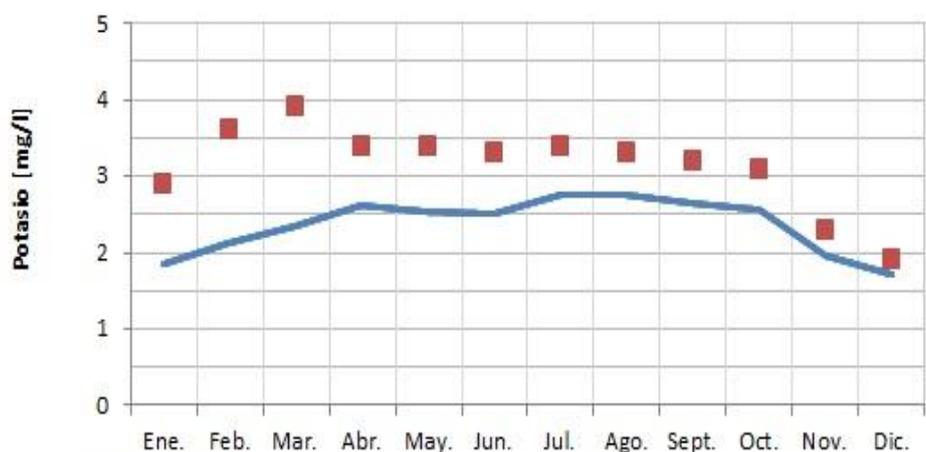


Fig 1.24 b .- Río Barrancas

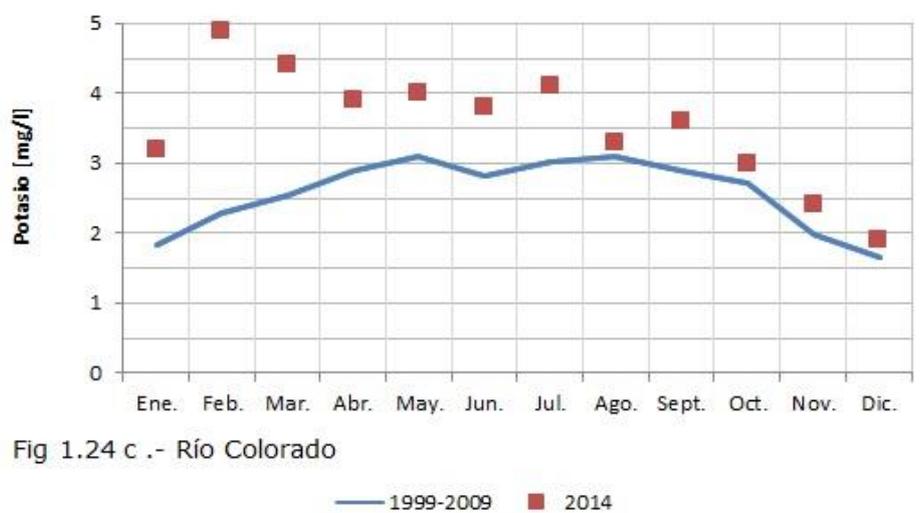


Fig 1.24 c .- Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.24- Registros mensuales de la concentración de potasio realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

## Calcio

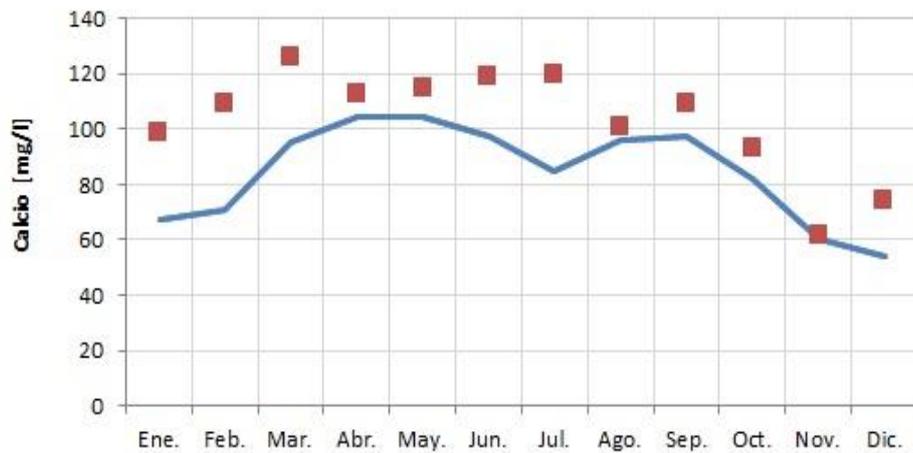


Fig 1.25 a .- Río Grande



Fig 1.25 b .- Río Barrancas

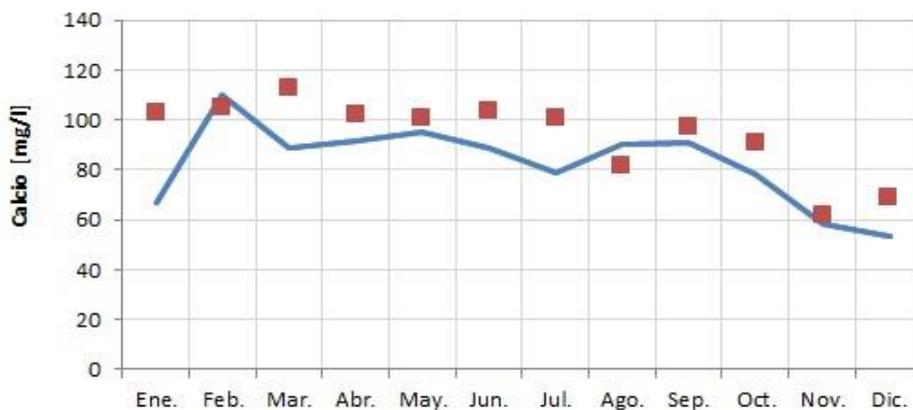


Fig 1.25 c .- Río Colorado

— 1999-2009    ■ 2014

Fig. 1.25 - Registros mensuales de la concentración de calcio realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Magnesio

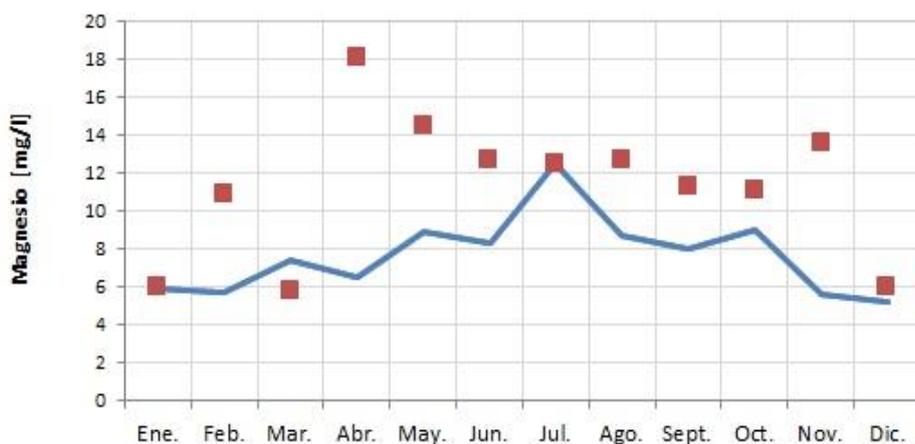


Fig 1.26 a .- Río Grande

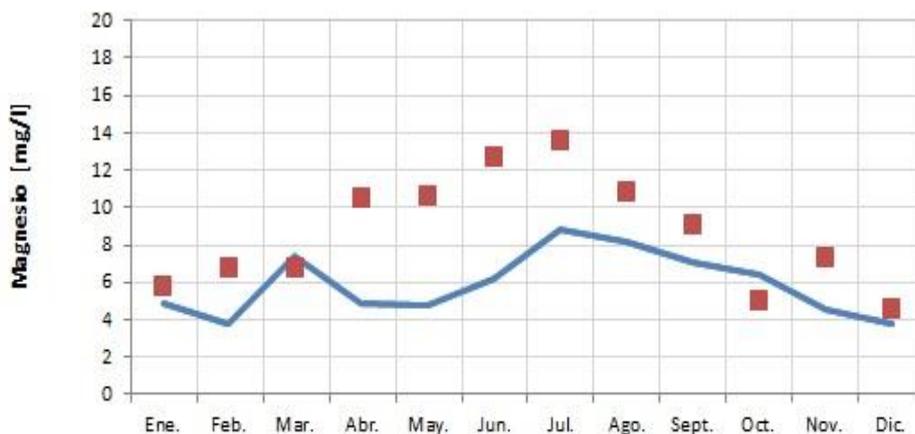


Fig 1.26 b .- Río Barrancas

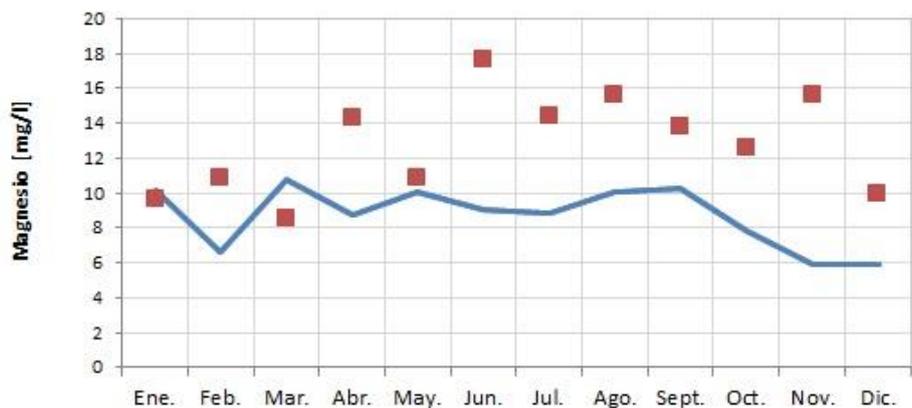


Fig 1.26 c. - Río Colorado

— 1999-2009 ■ 2014

Fig. 1.26 - Registros mensuales de la concentración de magnesio realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

### Dureza Total

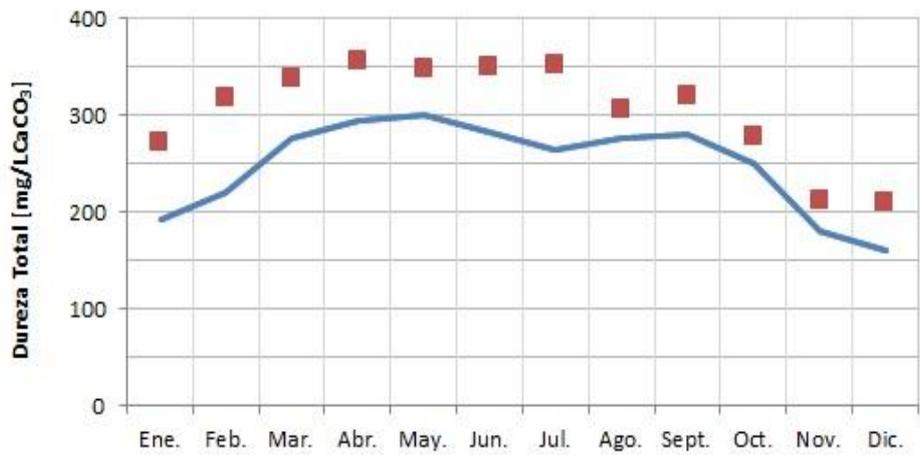


Fig 1.27 a .- Río Grande

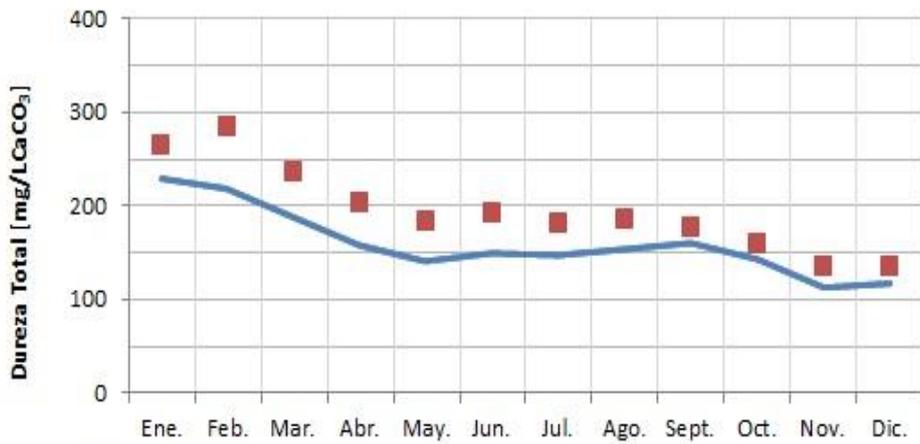


Fig 1.27 b .- Río Barrancas

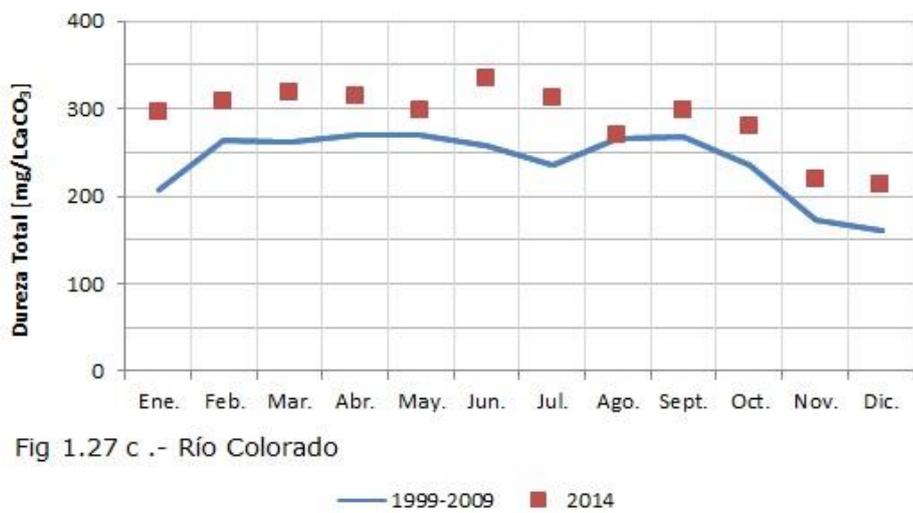


Fig 1.27 c .- Río Colorado

— 1999-2009    ■ 2014

Fig. 1.27 - Registros mensuales de dureza total realizados en el año 2014 en comparación con los promedios mensuales del período 1999-2009 en los ríos Grande (a), Barrancas (b) y Colorado (c) en Buta Ranquil.

En el Anexo IX se presentan los promedios de los registros mensuales para el año 2014, de sólidos disueltos totales e iones mayores, correspondiente al subprograma Red histórica del Monitoreo de Calidad de Aguas, desarrollado por el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), para muestras de agua en estaciones del río Colorado, Grande y Barrancas, y sus principales afluentes. Dicho estudio tiene continuidad desde 1981 a la fecha, con muestreos que inicialmente fueron semanales, luego quincenales y actualmente son mensuales.

## 1.2.6 Usos del agua en la cuenca

En la Tabla 1.10 se indica el total de las áreas potencialmente regables en cada una de las provincias, según el Acuerdo firmado por las provincias ribereñas. En la misma tabla se informa el total de los consumos de agua para el ciclo 2014 - 2015 según las declaraciones de cada una de las jurisdicciones provinciales, expresados en hectómetros cúbicos anuales (Figura 1.28) los cuales incluyen otros usos, tales como fuente de agua potable, ganadero, industrial, petrolero y minero.

Tabla 1.10. Usos del agua en la Cuenca del Río Colorado, expresado en hectómetros cúbicos anuales, para el ciclo 2014 - 2015.

Jurisdicción	Urbano	Agrícola Ganadero	Minero	Petrolero
Buenos Aires	2,5	1.083	0	0
La Pampa	12,5	240	0	1,8
Mendoza	1,2	1	0	5,8
Neuquén	3,2	60	0	4,3
Río Negro	4,9	355	0	1,5
TOTAL	24,3	1.739	0	13,4

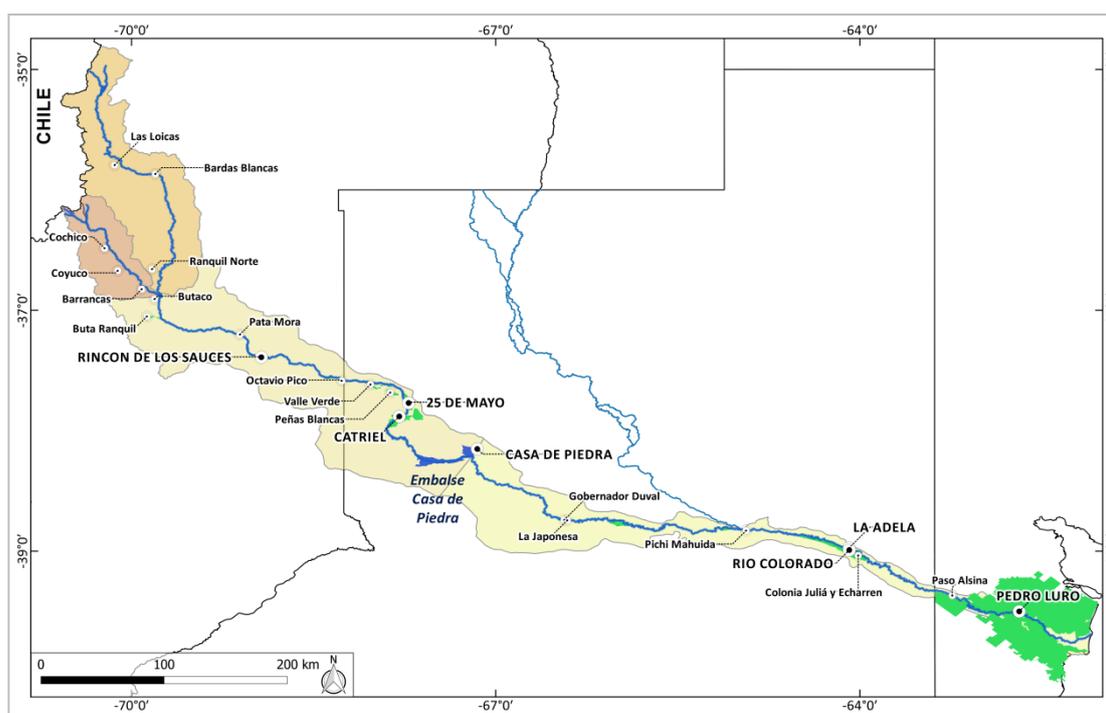


Figura 1.28 - Cuenca del río Colorado, localidades y áreas de riego.

### **1.2.7 Actividad petrolera en la cuenca del río Colorado**

El desarrollo de la actividad petrolera en la cuenca del río Colorado se extiende desde Bardas Blancas en el río Grande hasta el embalse Casa de Piedra en el río Colorado, a lo largo de las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro y La Pampa. En el año 1997 por acuerdo de las cinco provincias condóminas del río Colorado, Buenos Aires, La Pampa, Mendoza, Neuquén y Río Negro, y el Estado Nacional, se creó la Comisión Técnica Fiscalizadora (CTF), integrada por la Secretaría de Energía de la Nación y el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, para inspeccionar las actividades de exploración, explotación y transporte, con el objeto de preservar la calidad de los recursos de la cuenca.

En tal sentido, se realizan inspecciones de campo en los yacimientos, y el presente Subprograma de Calidad del Medio Acuático.

Con relación a las inspecciones, anualmente el COIRCO y la CTF realizan presentaciones en audiencias públicas sobre sus actividades, además de publicar el Informe Anual de Incidentes en el sitio web del organismo.

Como consecuencia de la activa dinámica de trabajo de explotación se producen incidentes diariamente en la cuenca del río Colorado, sin embargo, los mismos no impactan en los cursos hídricos, y generalmente quedan contenidos en los predios de sus instalaciones. Paralelamente, el saneamiento es realizado con mayor dinámica.

En particular, en el año 2014 como consecuencia de una lluvia extraordinaria ocurrida en el mes de abril, se produjo un incidente en la Planta de Tratamiento de Crudo del yacimiento Puesto Hernández, propiedad de YPF S.A.

Este evento de tormenta convectiva, provocó inundaciones en la zona petrolera y en la zona urbana de la localidad de Rincón de los Sauces, y rotura de rutas provinciales y nacionales pavimentadas.

Ante este escenario, y de acuerdo al procedimiento adoptado por las provincias responsables de los servicios de abastecimiento de agua potable y agua para riego, se decidió interrumpir, de manera preventiva, el suministro de agua, y simultáneamente con el Grupo Interempresario se coordinó la movilización de cuadrillas de trabajo a zonas donde potencialmente podrían producirse otros incidentes.

Con posterioridad al incidente en la Planta de Tratamiento de Crudo Puesto Hernández, se implementaron monitoreos en puntos acordados del río Colorado con la activa participación de las provincias de La Pampa y Río Negro, la CTF, y la coordinación del COIRCO. Los resultados de laboratorio confirmaron la ausencia de contaminantes en el río.

### **1.2.8 Requerimientos de Autoridades al COIRCO y la CTF**

Debido al desarrollo de la actividad petrolera en la cuenca, y en particular al incidente ocurrido el mes de abril de 2014, en la Sede Operativa del COIRCO se recibieron requerimientos judiciales y pedidos de informes desde distintos

organismos. A continuación se detallan los destinatarios de las respuestas brindadas:

- Fiscalía Federal de Primera Instancia, Ministerio Público Fiscal de Neuquén.
- Juzgado Federal de Primera Instancia General Roca, Río Negro.
- Defensor del Pueblo de la Nación
- Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Provincial, Ministerio del Interior y Transporte de la Nación.
- Honorable Cámara de Senadores de la Nación
- Medios periodísticos
- Jornada Anual Informativa, 8 de octubre 2014 en Villa Casa de Piedra

Además se interactuó con otros organismos, en algunos casos en forma directa desde la Sede Operativa del COIRCO, y en otros a través de los Representantes Provinciales del Comité Ejecutivo

### **1.3. Área de estudio del Subprograma de Calidad del Medio Acuático**

El área de estudio comprende desde las estaciones en los ríos Grande y Barrancas, donde no hay actividad humana en forma sistemática, hasta la estación de muestreo en El Gualicho, próxima a la Comarca de Río Colorado – La Adela (Provincias de La Pampa y Río Negro), aguas arriba de la última derivación, en la provincia de Buenos Aires, para el suministro de agua para uso de agua potable, riego y ganadero.

En forma independiente desde COIRCO, se desarrollan otros estudios a lo largo de la cuenca, o en sectores específicos, según las necesidades como son:

- Monitoreo de parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Colorado
- Monitoreo del embalse Casa de Piedra – Estudio Estado Trófico
- Monitoreo del criadero de truchas en el embalse Casa de Piedra
- Monitoreo de las descargas de líquidos cloacales
- Monitoreo de la descarga de la planta de Tratamiento de Pichi Mahuida

En forma paralela, las jurisdicciones provinciales desarrollan estudios específicos de acuerdo con sus necesidades de abastecimiento y ejercicio de la acción de contralor y regulador, los cuales no se indican en el detalle anterior.

## Referencias

- CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment, (2012), *Canadian Environmental Quality Guidelines*, Canada
- Llambías, E. J., (2008), *El distrito volcánico de la Payunia: un paisaje lunar en nuestro planeta*. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Buenos Aires, p. 264- 280.
- Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), (2008), *Guías para la Calidad del Agua Potable*, Volumen 1: Recomendaciones, Tercera Edición.
- Scotti, A. y Torres, D.N., 2012, *Caracterización de cenizas del volcán Peteroa*, En José Ruzzante y M. Isabel López Pumarega (eds.) Cuadernos ICES 5, 1ed., Comisión Nacional de Energía Atómica, 70p, Buenos Aires.
- Sruoga, P., 2002. *El volcanismo reciente y riesgo asociado en la provincia de Mendoza*. En Trombotto, D. y Villalba, R. (eds) IANIGLA, 30 años de investigación básica y aplicada en Ciencias Ambientales. 255-260p, Mendoza



# Calidad del Agua

**Capítulo 2**



## Contenido

2.1	Introducción.....	51
2.2	Estaciones de monitoreo.....	51
2.3	Metodología de muestreo y mediciones in situ .....	64
2.4	Metodologías analíticas.....	66
2.4.1	Análisis de metales y metaloides .....	66
2.4.1.1	Técnicas y métodos analíticos .....	66
2.4.1.2	Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio.....	68
2.4.2	Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) y alifáticos .....	68
2.4.2.1	Técnica y métodos analíticos .....	69
2.4.2.2	Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio.....	69
2.5	Resultados.....	70
2.5.1	Metales y metaloides .....	103
2.5.2	HAPs .....	104
2.5.3	Valores guía .....	104
2.6	Discusión.....	106
2.7	Ensayos ecotoxicológicos .....	107
2.7.1	Estaciones de monitoreo .....	107
2.7.2	Metodología de muestreo .....	108
2.7.3	Ensayos con Daphnia magna .....	108
2.7.4	Resultados .....	109
2.7.4.1	Supervivencia .....	109
2.7.4.2	Reproducción .....	110
2.7.5	Discusión .....	111



## 2.1 Introducción

En el presente informe se presentan los resultados obtenidos en la operación de la red de monitoreo del Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Subprograma Calidad del Medio Acuático durante el año 2014.

Dicho Subprograma, se está ejecutando en forma continua desde su puesta en marcha en el año 2000. Para su diseño se partió de las conclusiones extraídas del extenso relevamiento de calidad de aguas llevado a cabo en la cuenca del Río Colorado en el año 1997 (COIRCO 1999). En el mencionado relevamiento se llevó a cabo un inventario de las fuentes potenciales de contaminantes generadas por las actividades productivas existentes y en los asentamientos poblacionales ribereños, efectuándose un diagnóstico preliminar de la calidad del agua para los diferentes usos a que es sometida (fuente de agua potable, irrigación, ganadería y medio para el desarrollo de la vida acuática).

En base a las actividades productivas que se desarrollan en el área y a su capacidad de generar sustancias tóxicas o con capacidad de afectar la calidad del agua, se seleccionó una lista de parámetros prioritarios. La presencia de dichos parámetros fue monitoreada en la columna de agua durante un año, en sitios representativos de fuentes potenciales de contaminantes y de usos relevantes del recurso. También se incluyeron estaciones de referencia, ubicadas en zonas libres de influencia antrópica, a los fines de verificar las condiciones de base.

Las sustancias seleccionadas para ser monitoreadas son hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) y un grupo de metales pesados y metaloides relevantes por su toxicidad para el ser humano, los cultivos, el ganado y la biota acuática.

La evaluación de la aptitud del agua para los diferentes usos considerados se lleva a cabo contrastando las concentraciones observadas con diferentes valores guía internacionales. Dichos valores guía son niveles extremadamente bajos de las sustancias de interés, haciendo necesario el empleo de técnicas analíticas basadas en instrumental de alta complejidad y un riguroso programa de aseguramiento de la calidad de las operaciones de campo y laboratorio.

Con el objeto de confirmar y ampliar las observaciones efectuadas a través de los análisis químicos, se llevan a cabo ensayos ecotoxicológicos crónicos en sitios seleccionados. Los mencionados ensayos aportan información sobre la actividad ecotoxicológica global en la columna de agua.

## 2.2 Estaciones de monitoreo

La Fig. 2.1 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de columna de agua en el área de estudio. Dichas estaciones son identificadas como:

Río Grande:

Estación CL 0: área Bardas Blancas.

Río Barrancas:

Estación CL 1: área Puente Ruta Nacional N° 40.

Río Colorado:

Estación CL 2: área Buta Ranquil.

Estación CL 3: área Desfiladero Bayo.

Estación CL 4: área Punto Unido.

Estación CL 5: área Pasarela Medanito.

Río Colorado – tramo regulado:

Estación CL 6: área descarga embalse Casa de Piedra.

Estación CL 10: área El Gualicho.

En las mismas se extrajeron muestras con frecuencia mensual para el análisis de metales/metaloideos, HAPs e hidrocarburos alifáticos. Las estaciones CL 7 (La Adela) y CL 8 (Colonia Juliá y Echarren) no se encuentran actualmente en operación, habiendo sido reemplazadas por la estación CL 10 (El Gualicho).



Figura 2.1 – Estaciones de monitoreo de agua del Subprograma Calidad del Medio Acuático en el sistema del río Colorado.

A continuación se da una descripción somera de las estaciones de monitoreo, con su ubicación geográfica e imágenes que ilustran el ambiente donde se encuentran ubicadas.

Estación CL 1 – Río Grande – Área Bardas Blancas



Se ubica en el río Grande, sobre su margen derecha, a la altura de la localidad de Bardas Blancas. Son sus coordenadas  $35^{\circ} 52' 15.4''$  S y  $69^{\circ} 50' 14''$  O. Corresponde a una zona libre de influencia antrópica y representa también una estación de referencia. Fue establecida para el programa de relevamiento general llevado a cabo entre 1997 y 1999, designándose entonces como estación N° I. Es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas desde el año 2000. Geográficamente la zona que representa se ubica en las estribaciones orientales de la Cordillera Principal de Los Andes.

Marca el límite entre ésta al oeste y la franja de sedimentos marinos jurásicos plegados de la denominada Fosa del Agrio, que se introduce como una cuña entre la cordillera y el campo volcánico de Payunia. Este último, se encuentra ubicado al este del río Grande y al norte y al sur del primer tramo del Colorado.

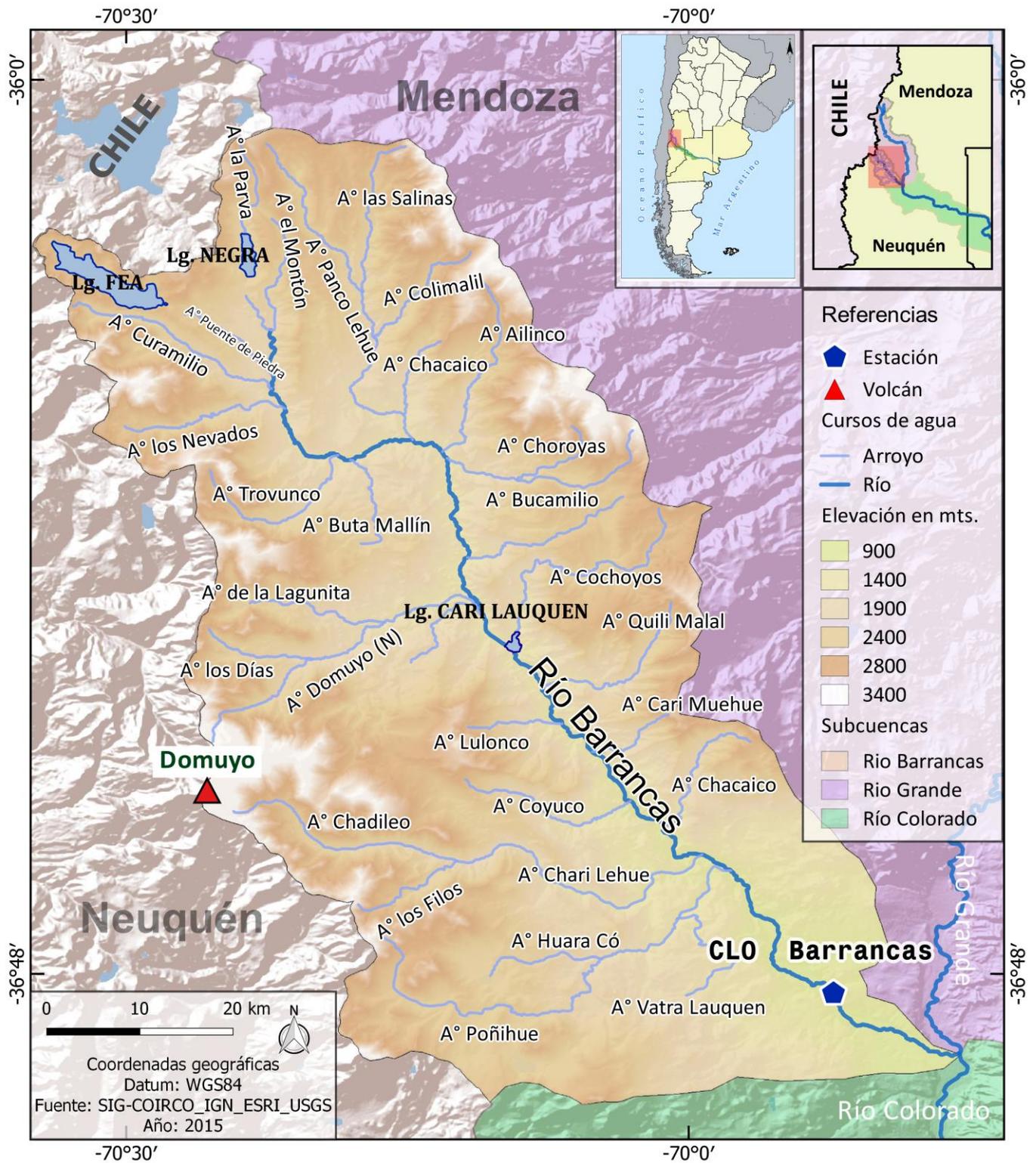
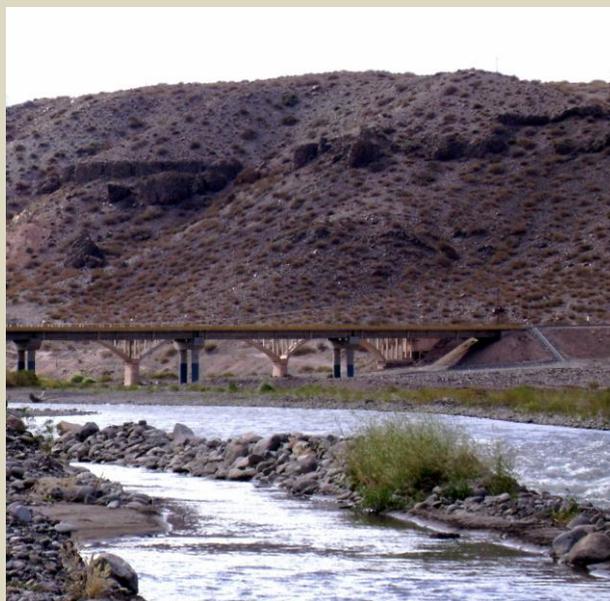


Figura 2.2 – Cuenca del río Barrancas

Estación CL 0 – Río Barrancas – Área Puente Ruta Nacional Nº 40



Se encuentra ubicada sobre la margen derecha del río Barrancas, a la altura del puente de la ruta Nacional Nº 40. Son sus coordenadas geográficas  $36^{\circ} 49' 02.3''$  S y  $69^{\circ} 52' 16.4''$  O. Es representativa de una zona libre de influencia antrópica y por lo tanto se la considera como estación de referencia. Esta estación fue establecida para el relevamiento general llevado a cabo en el período 1997-1999, designándose entonces como estación Nº III y fue operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas desde el año 2002 hasta el presente.

El río Barrancas nace de la confluencia de los emisarios de las lagunas Negra y Fea, situadas en la Cordillera Principal de Los Andes y desciende hacia el sudeste por esta formación, atravesando en su último tramo una pequeña extensión de los sedimentos marinos jurásicos plegados de la Fosa del Agrio. Recibe la afluencia de numerosos arroyos y alimenta al lago Cari Lauquen, desde la cual continúa su curso hasta la confluencia con el río Grande para formar el Colorado.

En la zona de las nacientes del río Barrancas, el volcán Domuyo y extensas coladas lávicas en el área de las lagunas Fea y Negra dan testimonio de la actividad volcánica en el pasado.

Estación CL 1 – Río Grande – Área Bardas Blancas



Se ubica en el río Grande, sobre su margen derecha, a la altura de la localidad de Bardas Blancas. Son sus coordenadas  $35^{\circ} 52' 15.4''$  S y  $69^{\circ} 50' 14''$  O. Corresponde a una zona libre de influencia antrópica y representa también una estación de referencia. Fue establecida para el programa de relevamiento general llevado a cabo entre 1997 y 1999, designándose entonces como estación N° I. Es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas desde el año 2000. Geográficamente la zona que representa se ubica en las estribaciones orientales de la Cordillera Principal de Los Andes.

Marca el límite entre ésta al oeste y la franja de sedimentos marinos jurásicos plegados de la denominada Fosa del Agrio, que se introduce como una cuña entre la cordillera y el campo volcánico de Payunia. Este último, se encuentra ubicado al este del río Grande y al norte y al sur del primer tramo del Colorado.

Estación CL 2 – Río Colorado – Área Buta Ranquil



Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha, a la altura de Buta Ranquil, a los  $37^{\circ} 07' 48.7''$  S y  $69^{\circ} 38' 40.2''$  O en un área donde tiene lugar la actividad petrolera. Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándose entonces como estación N° IV. Desde el año 2000 es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas.

Esta zona corresponde al denominado campo volcánico. Este último, se encuentra ubicado al este del río Grande y al norte y al sur del primer tramo del Colorado. Es una formación que presenta extensas manifestaciones volcánicas modernas (cuartarias), caracterizadas por mesetas y grandes planicies formadas por inmensas emisiones de lava, donde se destacan el volcán Tromen y, más alejado, hacia el noreste la altiplanicie del Payún y el volcán del mismo nombre.

### Estación CL 3 – Río Colorado – Área Desfiladero Bayo



Se ubica en el río Colorado sobre la margen derecha, a la altura del puente de Desfiladero Bayo, a los  $37^{\circ} 21' 57.7''$  S y  $69^{\circ} 01' 00.1''$  O, corresponde también a un área donde tiene lugar la actividad petrolera. Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándose entonces como Estación N° VII. Desde el año 2000 es operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas

Esta zona presenta características geológicas similares a Buta Ranquil, con extensas manifestaciones volcánicas modernas (cuartarias), representadas por mesetas y grandes planicies resultado de emisiones de lava de gran magnitud. Se destacan la sierra de Chachahuen al norte del río Colorado en territorio de la provincia de Mendoza y la sierra de Auca Mahuida (provincia de Neuquén) y derrames basálticos que forman relieves tabulares al sur de dicho río.

Estación CL 4 – Río Colorado – Área Punto Unido



Está ubicada en el río Colorado, sobre la margen izquierda a la altura de Punto Unido, a los  $37^{\circ} 43' 28.5''$  S y  $67^{\circ} 45' 50.7''$  O. Representa un área de captación y distribución de agua para diferentes usos. Fue establecida en el programa de relevamiento general (1997-1999), designándose entonces como Estación N° XIV. Se la opera desde el año 2000 como estación perteneciente a la red de monitoreo de calidad de aguas.

El área está formada por sedimentos aluviales (arenas, limos y arcillas). Al norte del río Colorado, una extensa superficie está cubierta por rocas basálticas (terciarias y cuartarias) provenientes de centros efusivos ubicados hacia el oeste (Payunia), en la provincia de Mendoza. Al sur del río Colorado se presentan afloramientos de rocas sedimentarias cretácicas (Cuenca Neuquina). Particularmente al norte del río, se destaca la presencia de grandes salitrales.

Estación CL 5 – Río Colorado – Área Pasarela Medanito



Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha, a la altura de la pasarela Medanito y en proximidades de la cola del embalse Casa de Piedra, a los  $38^{\circ} 01' 34.9''$  S y  $67^{\circ} 52' 53.9''$  O. Representa un área de actividad petrolera. Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándosele como Estación N° XXII. Desde el año 2000 forma parte de la red de monitoreo de calidad de aguas.

Estación CL 6 – Área descarga embalse Casa de



La estación CL 6 corresponde a la descarga del embalse Casa de Piedra, sobre la margen izquierda a los  $38^{\circ} 13' 14.8''$  S y  $67^{\circ} 11' 18.8''$  O. Tiene por objeto evaluar la calidad del agua restituida del embalse al río Colorado. Se estableció para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándosele entonces como estación N° XXIV. Desde el año 2000 se opera como estación integrante de la red de monitoreo de calidad de aguas.

Estación CL 10 – Río Colorado – Área El Gualicho



Esta estación fue establecida para ser operada a partir del ciclo 2014, en reemplazo de la estación Colonia Juliá y Echarren (CL 8). Está ubicada aproximadamente 2500 m aguas abajo de esta última, sobre la margen derecha. Son sus coordenadas S 39° 03' 41.77" O 63° 56' 03.22". Es representativa de las condiciones del río aguas abajo de las descargas urbanas y retornos agrícolas de la Comarca Río Colorado – La Adela y de la colonia Juliá y Echarren.

## 2.3 Metodología de muestreo y mediciones in situ

Las muestras de agua fueron extraídas con frecuencia mensual en las estaciones de monitoreo establecidas al efecto.

Los muestreos se efectuaron de acuerdo a los lineamientos generales dados en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF, 1998). En las correspondientes estaciones de monitoreo se extrajeron muestras de agua para análisis de metales y metaloides, siendo envasadas en bidones de polietileno de 500 mL de capacidad y preservadas mediante la adición de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) hasta  $\text{pH} < 2$  y refrigeradas a temperatura  $< 4$  °C. Los recipientes utilizados fueron sometidos previamente a un procedimiento de limpieza consistente en: lavado con detergente y agua corriente, enjuague prolongado con agua corriente, enjuague con agua destilada (Tipo IV ASTM), secado a temperatura ambiente, inmersión durante 12 horas en solución de ácido nítrico 1+1, enjuague con agua destilada, enjuague con agua ultrapura (Tipo I ASTM) y secado a temperatura ambiente (Procedimiento Operativo Estándar PO A001, Sección 4.4.1).

Las mediciones de parámetros ambientales *in situ* (pH, temperatura y conductividad) se llevaron a cabo mediante una sonda multiparámetro *Hydrolab Minisonde*® (Figs. 2.3 y 2.4)



Fig. 2.3 – Calibración del medidor multiparámetro *Hydrolab Minisonde*®

Para el análisis de hidrocarburos se extrajeron muestras de agua de 2 L, siendo envasadas en recipientes de vidrio de 1 L de capacidad (Fig. 2.5), los cuales habían sido sometidos previamente a igual procedimiento de limpieza que los envases para análisis de metales y metaloides más un enjuague con acetona de alta pureza (grado cromatográfico) (Procedimiento Operativo Estándar PO A001,

Sección 4.4.2). Las muestras fueron preservadas mediante la adición de 2 mL/L de ácido clorhídrico (HCl) 1+1 (Fig. 2.6) y refrigeración a temperatura  $<4$  °C y en esas condiciones enviadas al laboratorio.

Los muestreos y mediciones *in situ*, al igual que en los ciclos anteriores, fueron realizados por la empresa Monitoreos Ambientales.



Fig. 2.4 – Medición *in situ* de parámetros ambientales con la sonda Hydrolab



Fig. 2.5 – Obtención de muestras de agua para análisis de HAPs.



Fig. 2.6 – Preservación de las muestras mediante el agregado de ácido.

## 2.4 Metodologías analíticas

### 2.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en muestras de agua fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005), estando acreditadas dichas determinaciones por el Organismo Argentino de Acreditación (O.A.A.) a partir del mes de junio de 2014.

Las concentraciones medidas de los diferentes metales y metaloides fueron informadas con las respectivas incertidumbres de medición (valores expresados a continuación con el símbolo  $\pm$ ), las cuales son incertidumbres expandidas (factor de cobertura  $k=2$ ) y corresponden a un nivel de confianza de aproximadamente el 95%. Dichas incertidumbres fueron calculadas en el Laboratorio del INTEMIN empleando la metodología de la guía EURACHEM/CITAC (*Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*).

#### 2.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 - Técnicas y métodos analíticos empleados para el análisis de metales y metaloides en agua con sus respectivos límites de cuantificación.

Metal/metaloides	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/L)
Arsénico	ICP-MS	EPA 200.7	5
Cadmio	ICP-MS	EPA 200.7	1
Cinc	ICP-MS	EPA 200.7	2
Cobre	ICP-MS	EPA 200.7	2
Cromo	ICP-MS	EPA 200.7	1
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 245.1	1
Molibdeno	ICP-MS	EPA 200.7	10
Níquel	ICP-MS	EPA 200.7	5
Plomo	ICP-MS	EPA 200.7	5
Selenio	ICP-MS	EPA 200.7	2
Uranio	ICP-MS	EPA 200.7	0,5

AA: espectrometría de absorción atómica – ICP-MS: espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo con detector de masas.

A partir de la acreditación de las determinaciones de metales/metaloides por el O.A.A., se produjo el cambio a técnicas analíticas más sensibles y métodos analíticos más sencillos, alcanzándose límites de cuantificación más bajos, los cuales se detallan en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 - Técnicas y métodos analíticos empleados para las determinaciones de metales y metaloides en agua acreditadas por el O.A.A. con sus respectivos límites de cuantificación.

Metal/metaloide	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/L)
Arsénico	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,2
Cadmio	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,2
Cinc	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,5
Cobre	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,2
Cromo	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,4
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 245.1	0,2
Molibdeno	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,6
Níquel	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,3
Plomo	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,6
Selenio	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,4
Uranio	ICP-MS	SMWW-Método 3125	0,2

ICP-MS: espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo con detector de masas.  
 SMWW: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – 22 ed.

#### 2.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

La verificación de la calidad analítica se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de agua réplicas (duplicado) de una muestra de agua extraída en la estación CL 5 (Pasarela Medanito) en cada campaña.

#### 2.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) y alifáticos

Los análisis de HAPs e hidrocarburos alifáticos en muestras de agua fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del

Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

### 2.4.2.1 Técnica y métodos analíticos

La etapa preparativa se efectuó de acuerdo con el Método EPA 3510. Se extrajo con diclorometano 1 litro de cada una de las muestras. Luego, las fracciones de diclorometano de cada muestra se secaron y evaporaron hasta sequedad. La etapa analítica se llevó a cabo según el Método EPA 8270. Cada extracto se redisolvió en 100 µL de diclorometano, de los cuales se inyectó 1 µL en el cromatógrafo para cada ensayo (dos distintos para cada muestra: cualitativo de identificación y cuantitativo para hidrocarburos alifáticos y para HAPs (HP5 MS). En la Tabla 2.4 figuran los respectivos límites de cuantificación.

Tabla 2.4 – Límites de cuantificación del método para los diferentes HAPs analizados

HAPs	Límite de detección del método (µg/L)	Límite de cuantificación del método (µg/L)
Naftaleno	0,0033	0,010
Acenafteno	0,0017	0,005
Acenaftileno	0,0017	0,005
Fluoreno	0,0017	0,005
Fenantreno	0,0017	0,005
Antraceno	0,0017	0,005
Metilnaftaleno	0,0033	0,010
Dimetilnaftaleno	0,0066	0,020
Metilfenantreno	0,0066	0,020
Dimetilfenantreno	0,0066	0,020
Fluoranteno	0,0017	0,005
Pireno	0,0017	0,005
Benzo[b]fluoranteno	0,0017	0,005
Benzo[k]fluoranteno	0,0017	0,005
Criseno	0,0017	0,005
Benzoantraceno	0,0017	0,005
Benzo[a]pireno	0,0017	0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	0,0017	0,005
Benzo[g,h,i]perileno	0,0017	0,005
Indeno[c,d]pireno	0,0017	0,005

### 2.4.2.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

Para el control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio correspondientes al análisis de hidrocarburos se analizaron junto con los lotes de

muestras de cada campaña, un blanco de agua ultra pura y una réplica (duplicado) de una de la muestra obtenida en la estación CL 5. El origen e identificación de estas muestras eran desconocidos por el laboratorio.

## 2.5 Resultados

En las Tablas 2.5 a 2.28 se presentan los resultados obtenidos en el curso del año 2014 en las mediciones *in situ* de parámetros ambientales y en los análisis en laboratorio de metales/metaloideos y HAPs en muestras de agua extraídas en las estaciones de monitoreo del Subprograma Calidad del Medio Acuático. En los ANEXOS I y II del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2010, 2011a y 2011b, 2012, 2013 y 2014; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2004, 2006; Perl 2000, 2002).

Estación CL 0 – Río Barrancas – Área puente Ruta  
Nacional N° 40



Tabla 2.5 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 0 (Río Barrancas en puente Ruta nº 40) en el período Enero 2014 - Noviembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (05/01/14)	2 (02/02/14)	3 (02/03/14)	4 (12/04/14)	5 (04/05/14)	6 (01/06/14)	7 (06/07/14)	8 (03/08/14)	9 (07/09/14)	10 (06/10/14)	11 (02/11/14)	12 (30/11/14)
Hora	14:52	14:56	15:45	15:19	14:16	14:36	16:19	14:39	14:59	14:55	14:26	14:31
pH	7,79	7,87	8,13	8,11	8,01	8,36	8,43	8,03	8,13	8,29	8,32	8,34
Temperatura agua (°C)	20,67	18,27	19,54	11,20	10,01	6,47	5,02	5,94	10,71	14,38	13,40	13,67
Temperatura del aire (°C)	32,5	28,5	25,0	16,0	20,0	21,0	15,0	11,5	19,0	31,0	18,0	23,0
Conductividad específica [µS/cm]	835	947	916	886	829	807	812	717	785	650	504	480

Tabla 2.6 – Concentraciones de metales/metaloideos en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 (río Barrancas) en el período Enero 2014 – Noviembre 2014

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (05/01/14)	2 (02/02/14)	3 (02/03/14)	4 (12/04/14)	5 (04/05/14)	6 (01/06/14)	7 (06/07/14)	8 (03/08/14)	9 (07/09/14)	10 (06/10/14)	11 (02/11/14)	12 (30/11/14)
Arsénico	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	1,5 $\pm$ 0,4	2,2 $\pm$ 0,6	1,1 $\pm$ 0,3
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	44 $\pm$ 3	32 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	25 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	11 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3,7 $\pm$ 0,8	4,7 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 0,2
Cobre	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	5 $\pm$ 1	<2	2,1 $\pm$ 0,5	6,2 $\pm$ 0,7	1,7 $\pm$ 0,2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,5 $\pm$ 0,1	<1	<0,4	0,5 $\pm$ 0,2	<0,4
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	1,8 $\pm$ 0,4	2 $\pm$ 1	1,6 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,3
Níquel	8 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 0,6	3,7 $\pm$ 0,8	3,1 $\pm$ 0,7
Plomo	22 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	5 $\pm$ 1	<1	1,1 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 0,3
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,5 $\pm$ 0,1	<2	<0,4	0,5 $\pm$ 0,2	<0,4
Uranio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5 $\pm$ 0,1	<0,5	0,3 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1



# Estación CL 1 – Río Grande – Área Bardas Blancas



Tabla 2.8 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 1 (Río Grande, Bardas Blancas, aguas arriba del puente de la Ruta Nacional N° 40) en el período Enero 2014 - Noviembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (05/01/14)	2 (02/02/14)	3 (02/03/14)	4 (12/04/14)	5 (04/05/14)	6 (01/06/14)	7 (06/07/14)	8 (03/08/14)	9 (07/09/14)	10 (06/10/14)	11 (02/11/14)	12 (30/11/14)
Hora	17:32	17:29	18:37	18:08	17:16	16:57	18:56	17:32	17:58	18:02	17:08	17:17
pH	7,95	8,10	8,27	8,14	7,91	8,46	8,70	8,15	7,93	7,92	8,18	8,11
Temperatura agua (°C)	19,93	16,23	15,49	8,24	8,75	4,65	2,31	3,63	7,20	12,05	10,09	8,66
Temperatura del aire (°C)	36,0	26,5	22,0	11,0	19,0	18,0	9,5	6,0	15,0	23,0	18,0	15,0
Conductividad específica [μS/cm]	1105	1292	1355	1473	1398	1314	1402	1083	1258	1036	706	733

Tabla 2.9 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 1 (Río Grande en Bardas Blancas) en el período Enero 2014 – Noviembre de 2014.

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (05/01/14)	2 (02/02/14)	3 (02/03/14)	4 (12/04/14)	5 (04/05/14)	6 (01/06/14)	7 (06/07/14)	8 (03/08/14)	9 (07/09/14)	10 (06/10/14)	11 (02/11/14)	12 (30/11/14)
Arsénico	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2,2 $\pm$ 0,6	2,7 $\pm$ 0,9	1,6 $\pm$ 0,4
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	14 $\pm$ 1	20 $\pm$ 2	31 $\pm$ 2	22 $\pm$ 2	10 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	11 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	4,9 $\pm$ 0,9	9 $\pm$ 1	4,7 $\pm$ 0,5
Cobre	11 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	21 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	4,6 $\pm$ 0,5
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,8 $\pm$ 0,2	<1	0,5 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2	0,5 $\pm$ 0,2
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,1 $\pm$ 0,2	<2	<0,6	1,1 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,2
Níquel	4 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4,0 $\pm$ 0,9	7 $\pm$ 1	4,4 $\pm$ 0,8
Plomo	2 $\pm$ 1	<1	<1	<1	2 $\pm$ 1	<1	<1	3 $\pm$ 1	<1	1,3 $\pm$ 0,4	2,7 $\pm$ 0,7	0,8 $\pm$ 0,3
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,9 $\pm$ 0,2	<2	<0,4	0,6 $\pm$ 0,2	<0,4
Uranio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5 $\pm$ 0,1	<0,5	0,2 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1



## Estación CL 2 – Río Colorado - Área Buta Ranquil



Tabla 2.11 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 2 (Río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, provincia de Neuquén) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Hora	08:12	08:38	08:21	08:20	07:59	08:06	08:34	08:33	07:50	07:42	07:35	07:41
pH	7,95	7,91	7,85	7,73	8,05	8,25	8,53	8,18	8,14	7,95	8,12	8,18
Temperatura agua (°C)	19,24	16,41	17,25	8,18	10,23	5,82	3,63	4,65	9,10	12,86	9,19	10,50
Temperatura del aire (°C)	20,0	27,5	14,0	3,0	3,0	1,0	-3,0	-4,0	13,0	7,0	4,0	11,0
Conductividad específica [ $\mu$ S/cm]	1054	1185	1289	1312	1255	1334	1254	982	1139	939	725	676

Tabla 2.12 - Concentraciones de metales/metaloideos en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 2 (Río Colorado a la altura de Buta Ranquil) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Arsénico	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 0,9	2,7 $\pm$ 0,9	1,8 $\pm$ 0,5
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,3 $\pm$ 0,1	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	24 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1	23 $\pm$ 2	12 $\pm$ 1	<2	<2	14 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	27 $\pm$ 2	5,3 $\pm$ 0,6
Cobre	5 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	14 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	20 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	5,5 $\pm$ 0,6
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,8 $\pm$ 0,2	<1	0,6 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm$ 0,2
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,5 $\pm$ 0,3	<2	1,0 $\pm$ 0,2	1,3 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,2
Níquel	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1
Plomo	6 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	3 $\pm$ 1	<1	<1	5 $\pm$ 1	<1	2,4 $\pm$ 0,7	2,5 $\pm$ 0,7	4,1 $\pm$ 0,8
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,9 $\pm$ 0,2	<2	<0,4	0,6 $\pm$ 0,2	0,4 $\pm$ 0,2
Uranio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7 $\pm$ 0,1	<0,5	<0,5	0,9 $\pm$ 0,2	<0,5	0,5 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,2



## Estación CL 3 - Río Colorado – Área Desfiladero Bayo



Tabla 2.14 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 3 (Río Colorado, Desfiladero Bayo, sector petrolero aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Pcia de Neuquén) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Hora	09:48	10:10	10:01	10:01	09:34	09:44	10:33	10:23	09:45	09:22	09:10	09:22
pH	7,93	7,93	8,06	7,73	8,11	8,19	8,45	8,13	8,15	7,91	8,17	08:13
Temperatura agua (°C)	20,63	17,29	17,96	9,22	10,57	5,70	3,86	4,98	9,90	13,76	10,67	13,05
Temperatura del aire (°C)	26,0	20,5	23,0	6,0	9,0	1,0	4,0	4,0	9,0	15,0	10,0	18,0
Conductividad específica [µS/cm]	1107	1195	1308	1432	1326	12,42	1264	1029	1158	937	755	673

Tabla 2.15 – Concentraciones de metales/metaloide en la columna de agua en la Estación CL 3 (Río Colorado, Desfiladero Bayo, sector petrolero aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Provincia de Neuquén) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014

Metal/metaloide (µg/L)	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Arsénico	6±1	4±1	2±1	3±1	5±1	2±1	2±1	7±1	2±1	3±1	4±1	1,8±0,5
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6±0,1	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	20±2	76±5	20±1	26±2	12±1	<2	<2	35±2	2±1	9±1	14±1	5,6±0,6
Cobre	7±1	6±1	3±1	5±1	12±1	3±1	3±1	31±2	4±1	13±1	13±1	6,0±0,7
Cromo	<1	<1	<1	<1	1±0,1	<1	<1	1,4±0,4	<1	0,7±0,2	1,4±0,3	0,9±0,3
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	<2	2±1	<2	<2	<2	<2	<2	1,8±0,4	<2	1,1±0,2	1,4±0,2	1,0±0,2
Níquel	7±1	6±1	4±1	4±1	10±1	4±1	3±1	18±2	4±1	6±1	10±1	6±1
Plomo	23±2	2±1	<1	<1	5±1	<1	<1	11±2	<1	4±1	5±1	2,0±0,5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,0±0,4	<2	<0,4	0,5±0,2	<0,4
Uranio	<0,5	<0,5	<0,5	0,6±0,1	1±0,1	<0,5	<0,5	1,8±0,4	<0,5	0,6±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1



## Estación CL 4 - Río Colorado – Área Punto Unido



Tabla 2.17 Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 4 (Río Colorado, Punto Unido, aprovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, provincia de La Pampa) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Hora	15:08	15:27	15:08	15:02	14:22	14:31	15:45	15:25	14:45	14:27	13.34	14:24
pH	7,94	7,86	8,06	7,87	8,12	8,17	8,28	8,02	8,12	8,11	7,91	7,85
Temperatura agua (°C)	25,26	23,39	22,86	11,60	13,35	7,07	5,72	7,84	14,23	17,56	11,71	18,21
Temperatura del aire (°C)	35,0	26,5	28,0	21,0	16,0	14,0	12,0	17,0	23,0	25,0	15,0	24,0
Conductividad específica [μS/cm]	1100	1357	1381	1550	1421	1354	1354	1267	1269	1165	801	705

Tabla 2.18 – Concentraciones de metales/metaloideos ( $\mu\text{g/L}$ ) en la columna de agua en la Estación CL 4 (Río Colorado, Punto Unido, aprovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, provincia de La Pampa) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Arsénico	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	2,8 $\pm$ 0,9
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5 $\pm$ 0,1	<0,5	0,4 $\pm$ 0,1	<0,2	<0,2
Cinc	22 $\pm$ 2	62 $\pm$ 4	16 $\pm$ 1	29 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1	<2	2 $\pm$ 1	19 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	20 $\pm$ 2	16 $\pm$ 1	19 $\pm$ 1
Cobre	6 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	19 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	48 $\pm$ 3	15 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,1 $\pm$ 0,3	<1	1,4 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,3	1,6 $\pm$ 0,3
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	<2	2 $\pm$ 1	<2	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	2 $\pm$ 1	2,1 $\pm$ 0,4	2 $\pm$ 1	1,0 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,2
Níquel	6 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	14 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	16 $\pm$ 2	11 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1
Plomo	4 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	10 $\pm$ 2	<1	10 $\pm$ 2	6 $\pm$ 1	4,1 $\pm$ 0,8
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,1 $\pm$ 0,4	<2	<0,4	0,6 $\pm$ 0,2	<0,4
Uranio	0,5 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,1	2,0 $\pm$ 0,4	1,3 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,2



## Estación CL 5 - Río Colorado – Área Pasarela Medanito



Tabla 2.20 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 5 (Río Colorado, Pasarela Medanito, margen derecha, provincia de Río Negro) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Hora	13:31	13:49	14:14	13:45	12:58	13:13	14:15	13:46	13:11	12:56	12:15	12:49
pH	7,88	7,88	8,09	7,86	8,03	8,04	8,42	8,11	7,95	7,94	7,96	8,06
Temperatura agua (°C)	24,74	22,21	22,70	10,36	13,07	6,89	5,05	7,57	13,66	17,25	10,70	18,19
Temperatura del aire (°C)	36,0	28,0	28,0	15,0	23,0	10,0	18,0	17,0	21,0	23,0	15,0	31,0
Conductividad específica [ $\mu$ S/cm]	1151	1368	1412	1957	1490	1417	1371	1224	1305	1257	810	740

Tabla 2.21 – Concentraciones de metales metaloides en réplicas de columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 5 (río Colorado, Pasarela Medanito, margen derecha, provincia de Río Negro) en el período Enero 2014 – Diciembre 2014

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Arsénico	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/ 4 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/ 2,5 $\pm$ 0,8	2,9 $\pm$ 0,9/ 3,0 $\pm$ 0,9
Cadmio	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	<0,5/ <0,5	0,4 $\pm$ 0,1/ 0,4 $\pm$ 0,1	<0,5/ <0,5	<0,2/ 0,2 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1/ <0,2	<0,2/ <0,2
Cinc	66 $\pm$ 5/ 7 $\pm$ 1	30 $\pm$ 2/ 40 $\pm$ 3	17 $\pm$ 1/ 12 $\pm$ 1	24 $\pm$ 2/ 20 $\pm$ 2	12 $\pm$ 1/ 8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	19 $\pm$ 1/ 19 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	11 $\pm$ 1/ 13 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1/ 0,9 $\pm$ 0,2	11 $\pm$ 1/ 12 $\pm$ 1
Cobre	7 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/ 7 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1/ 8 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	18 $\pm$ 2/ 15 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	16 $\pm$ 2/ 17 $\pm$ 2	16 $\pm$ 2/ 1,8 $\pm$ 0,2	9 $\pm$ 1/ 10 $\pm$ 1
Cromo	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ 1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,2/ 0,8 $\pm$ 0,2	<1/ <1	0,8 $\pm$ 0,2/ 0,9 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,3/ <0,4	1,4 $\pm$ 0,3/ 1,7 $\pm$ 0,4
Mercurio	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<1/ <1	<0,2/ <0,2	<1/ <1	<0,2/ <0,2	<0,2/ <0,2	<0,2/ <0,2
Molibdeno	<2/ <2	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	<2/ <2	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1 /2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	2,0 $\pm$ 0,4/ 2,1 $\pm$ 0,4	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	1,0 $\pm$ 0,2/ 2,3 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,2/ 3,6 $\pm$ 0,5	1,1 $\pm$ 0,2/ 1,2 $\pm$ 0,2
Níquel	7 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/ 8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/ 4 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/ 8 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1/ 7 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	11 $\pm$ 1/ 9 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/ 9 $\pm$ 1	12 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/ 10 $\pm$ 1
Plomo	5 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1/ 5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/ 3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1/ 1 $\pm$ 0,1	<1/ <1	<1/ <1	9 $\pm$ 1/ 8 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,1/ 1 $\pm$ 0,1	6 $\pm$ 1/ 6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1/ <0,6	3,8 $\pm$ 0,8/ 4,1 $\pm$ 0,8
Selenio	<2/ <2	<2/ <2	<2/ <2	<2/ <2	<2/ <2	<2/ <2	<2/ <2	0,9 $\pm$ 0,2/ 0,8 $\pm$ 0,2	<2/ <2	<0,4/ <0,4	0,6 $\pm$ 0,2/ 0,9 $\pm$ 0,2	0,4 $\pm$ 0,2/ 0,4 $\pm$ 0,2
Uranio	0,7 $\pm$ 0,5/ 0,7 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,5/ 0,7 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,1/ 0,6 $\pm$ 0,1	2 $\pm$ 1/ 2 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,1/ 1 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1/ 0,6 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1/ 0,6 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,4/ 1,6 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,1/ 0,9 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,3/ 1,2 $\pm$ 0,3	0,9 $\pm$ 0,2/ 0,3 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,2/ 0,8 $\pm$ 0,2



Estación CL 6 - Área descarga embalse Casa de Piedra



Tabla 2.23 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 6 (en la descarga del embalse Casa de Piedra, margen derecha) en el período Enero 2014 – Diciembre 2014

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Hora	17:23	17:34	17:18	17:23	16:41	16:36	18:31	17:50	17:17	17:01	15:45	16:35
pH	8,19	7,90	8,04	8,11	8,09	8,37	8,45	8,28	7,91	8,10	8,14	7,91
Temperatura agua (°C)	22,33	22,12	20,19	15,50	14,27	11,85	7,70	8,03	9,75	12,32	15,29	18,67
Temperatura del aire (°C)	36,0	28,0	28,0	16,0	19,0	9,0	11,0	13,0	17,0	26,0	19,0	33,0
Conductividad específica [μS/cm]	1341	1312	1311	1327	1403	1352	1369	1379	1378	1411	1400	1330

Tabla 2.24 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 6 (en la descarga del embalse Casa de Piedra, margen derecha) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (06/01/14)	2 (03/02/14)	3 (03/03/14)	4 (13/04/14)	5 (05/05/14)	6 (02/06/14)	7 (07/07/14)	8 (04/08/14)	9 (08/09/14)	10 (07/10/14)	11 (03/11/14)	12 (01/12/14)
Arsénico	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2,4 $\pm$ 0,8	2,9 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,6
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	1 $\pm$ 0,5	56 $\pm$ 4	<2	20 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	<2	<2	1,7 $\pm$ 0,8	<2	2,0 $\pm$ 0,7	1,9 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,2
Cobre	<2	2 $\pm$ 1	<2	<2	3 $\pm$ 1	<2	<2	2,1 $\pm$ 0,6	<2	2,0 $\pm$ 0,6	2,5 $\pm$ 0,5	1,7 $\pm$ 0,2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,4	<1	<0,4	<0,4	<0,4
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3,7 $\pm$ 0,7	4 $\pm$ 1	3,3 $\pm$ 0,7	4,4 $\pm$ 0,7	3,9 $\pm$ 0,6
Níquel	5 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	4,0 $\pm$ 0,9	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1
Plomo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,6	<1	<0,6	<0,6	<0,6
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,0 $\pm$ 0,4	<2	<0,4	1,0 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,2
Uranio	1 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,5	0,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2	1 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1	<0,2	1,0 $\pm$ 0,3



## Estación CL 10 –Río Colorado - Área El Gualicho



Tabla 2.26 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 10 (Río Colorado, El Gualicho) margen derecha, provincia de Río Negro) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (07/01/14)	2 (03/02/14)	3 (04/03/14)	4 (14/04/14)	5 (06/05/14)	6 (04/06/14)	7 (08/07/14)	8 (06/08/14)	9 (09/09/14)	10 (09/10/14)	11 (04/11/14)	12 (03/12/14)
Hora	12:25	19:35	13:52	11:13	13:27	08:18	11:09	08:19	10:21	07:39	10:04	07:57
pH	8,13	7,88	8,07	7,72	8,13	8,27	8,42	8,34	8,11	8,14	7,95	8,16
Temperatura agua (°C)	23,45	24,16	23,63	11,97	13,38	11,00	5,08	9,00	12,19	14,76	12,91	21,42
Temperatura del aire (°C)	26,0	28,5	24,0	16,0	14,5	10,0	8,0	7,0	11,0	9,0	15,0	18,0
Conductividad específica [µS/cm]	1524	1426	1519	1470	1943	2056	1995	1967	1898	2019	1733	1498

Tabla 2.27 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 10 (Río Colorado, El Gualicho) en el período Enero 2014 - Diciembre 2014.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas											
	1 (07/01/14)	2 (03/02/14)	3 (04/03/14)	4 (14/04/14)	5 (06/05/14)	6 (04/06/14)	7 (08/07/14)	8 (06/08/14)	9 (09/09/14)	10 (09/10/14)	11 (04/11/14)	12 (03/12/14)
Arsénico	2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<0,2	2,8 $\pm$ 0,9
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Cinc	9 $\pm$ 1	14 $\pm$ 1	24 $\pm$ 2	9 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	8 $\pm$ 1	<2	1,3 $\pm$ 0,3	<0,5	1,3 $\pm$ 0,3
Cobre	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	<2	5 $\pm$ 1	<2	2 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 0,6	3 $\pm$ 1	3,0 $\pm$ 0,7	<0,2	2,4 $\pm$ 0,3
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0,5 $\pm$ 0,1	<1	<0,4	<0,4	<0,4
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2
Molibdeno	4 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	4,7 $\pm$ 0,8	5 $\pm$ 1	5,1 $\pm$ 0,9	<0,6	4,2 $\pm$ 0,6
Níquel	5 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<0,3	6 $\pm$ 1
Plomo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,6	<1	<0,6	<0,6	<0,6
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	1,4 $\pm$ 0,5	<2	0,7 $\pm$ 0,2	<0,4	0,7 $\pm$ 0,2
Uranio	1 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	2 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	1 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,2	2 $\pm$ 1	1,4 $\pm$ 0,2	<0,2	<0,2



## 2.5.1 Metales y metaloides

Frecuentemente hubo detección de arsénico, cinc, cobre, molibdeno, níquel, plomo y uranio en todas las estaciones muestreadas (Tablas 2.6, 2.9, 2.12, 2.15, 2.18, 2.21, 2.24 y 2.27). También se registró la presencia de cromo y selenio aunque con menor frecuencia. En la Tabla 2.29 se muestra el resumen estadístico de los valores observados de los metales/metaloides mencionados.

Tabla 2.29 – Estadística de las concentraciones registradas de metales/metaloides durante el ciclo 2014.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	U	Zn
Número de muestras	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Frecuencia (%)	99	6,5	23	88	0	60	98	75	18,5	71	88
Máximo (µg/L)	8,0	0,6	1,6	48,0	<LC	9,0	18,0	22,0	1,4	2,0	56,0
Mínimo (µg/L)	1,1	0,2	0,5	1,7	<LC	0,9	2,0	1,1	0,4	0,2	0,8
Media (µg/L)	3,1	0,39	0,2	6,1	-	1,8	5,6	4,1	0,2	0,6	8,7
Mediana (µg/L)	3,0	0,4	<LC	4,3	-	1,7	5,0	3,0	<LC	0,6	4,0
Percentil 75 (µg/L)	4,0	0,5	0,5	8	-	3	7,0	6,0	<LC	1,0	11,4

(As): arsénico, (Cd): cadmio, (Cr): cromo, (Cu): cobre, (Hg): mercurio, (Mo): molibdeno, (Ni): níquel, (Pb): plomo, (Se): selenio, (U) uranio, (Zn): cinc.

Se detectó arsénico en todas las estaciones de monitoreo y en la totalidad de las campañas, a excepción del muestreo realizado en el mes de noviembre en la estación CL 10.

Las detecciones de cinc tuvieron lugar en todas las estaciones, aunque no en todas las campañas. Este elemento no fue detectado en las estaciones CL 0 (julio), CL 2 (junio y julio), CL 3 (junio y julio), CL 4 (junio), CL 6 (marzo, junio, julio y septiembre) y CL 10 (julio, septiembre y noviembre). En tanto que para cobre, con igual frecuencia de detección que la exhibida por cinc, no fue hallado sólo en tres estaciones: CL 0 (marzo, julio y septiembre), CL 6 (enero, marzo, abril, junio, julio y septiembre) y CL 10 (marzo, abril, junio y noviembre).

Se registró la presencia de níquel en todas las estaciones de monitoreo y en casi la totalidad de las campañas, con la excepción de las estaciones CL 0 en el mes de julio y CL 10 en el mes de noviembre.

Las detecciones de plomo fueron menos frecuentes, aunque también tuvieron lugar en todas las campañas y en casi todas las estaciones muestreadas, con la excepción de CL 0 (junio, julio y septiembre), CL 1 (febrero, marzo, abril, junio, julio y septiembre), CL 2 (marzo, abril, junio, julio y septiembre), CL 3 (marzo, abril, junio, julio y septiembre), CL 4 (junio, julio y septiembre) y CL 5 (junio,

julio y noviembre). No hubo detección de este elemento en las estaciones CL 6 y CL 10.

La presencia de molibdeno fue registrada en todas las estaciones y en casi todas las campañas con un patrón variable. Hubo detecciones de este elemento en todas las campañas en la estación CL 6, en once de las doce campañas en las estaciones CL 0 y CL 10, en 10 campañas en la estación CL 5, en 9 campañas en la estación CL 4, en 5 campañas en la estación CL 3, en 4 campañas en la estación CL 2 y en 3 campañas en la estación CL 1

Las detecciones de cromo fueron poco frecuentes. Se registró su presencia en 5 de las 12 campañas en las estaciones CL 3 y CL 5, en 4 campañas en las estaciones CL 1, CL 2 y CL4, en 2 campañas en la estación CL 0 y en una campaña en la CL 10. No hubo detección de este metal en la estación CL 6.

La presencia de selenio fue también poco frecuente. Se detectó en 3 de las 12 campañas en las estaciones CL 2, CL 5, CL 6 y CL 10, en 2 campañas en las estaciones CL 0, CL 1, CL 3 y CL 4.

El monitoreo de uranio mostró su presencia en todas las campañas en las estaciones CL 4 y CL 5, en 11 de las 12 campañas en la estación CL 6, en 10 campañas en la estación CL 10, en 6 campañas en la estación CL 3, en cinco campañas en la estación CL 2, en 4 campañas en las estaciones CL 0 y CL 1, en 2 campañas.

Cadmio fue detectado en 3 de las 12 campañas en la estación CL 5, en 2 campañas en la estación CL 4 y en 1 sola campaña en las estaciones CL 2 y CL 3. No se registró su presencia en ninguna campaña en las estaciones CL 0, CL 1, CL 6 y CL 10.

No hubo detecciones de mercurio en ninguna de las estaciones muestreadas durante el período de estudio.

## **2.5.2 HAPs**

En la casi totalidad de las determinaciones de HAPs llevadas a cabo en el curso del presente ciclo no se observó la presencia de este tipo de sustancias en ninguna de las estaciones monitoreadas. La excepción la constituyó dos detecciones de naftaleno, una en la estación CL 2 en el mes de marzo y la restante en la estación CL 6 en mayo.

## **2.5.3 Valores guía**

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides en muestras de agua fueron evaluados tomando como referencia valores guía (Tabla 2.30) que definen la aptitud del agua para diferentes usos (WHO 1993, 1998, 2006; *Canadian Environmental Quality Guidelines* 2005, 2006, 2011; CCREM 1987).

Tabla 2.30 - Valores guía para diferentes usos del agua

Parámetro	Valor guía (µg/L)			
	Agua Potable <sup>(1,2)</sup>	Irrigación <sup>(3)</sup>	Ganadería <sup>(4)</sup>	Vida acuática <sup>(5)</sup>
Arsénico	10	100	25	5
Cadmio	3	5,1	80	0,37 <sup>(*)</sup>
Cinc	3.000 <sup>(6)</sup>	1.000-5.000 <sup>(7)</sup>	50.000	30
Cobre	2.000	200 -1.000 <sup>(8)</sup>	500-1.000-5.000 <sup>(9)</sup>	4 <sup>(*)</sup>
Cromo	50 <sup>(10)</sup>	4,9-8,0 <sup>(11)</sup>	50	1,0-8,9 <sup>(12)</sup>
Mercurio	6 <sup>(13)</sup>	-	3	0,026
Molibdeno	70	10-50 <sup>(14)</sup>	500	73
Níquel	70	200	1.000	150 <sup>(*)</sup>
Plomo	10	200	100	7 <sup>(*)</sup>
Selenio	10	20-50 <sup>(15)</sup>	50	1
Uranio	15 <sup>(16)</sup>	10	200	15

<sup>1</sup> Dado que en la mayoría de los suministros de agua potable con captaciones en el río Colorado, el único tratamiento de potabilización aplicado es la desinfección, se han adoptado los valores guía para el agua de bebida como valores guía de calidad de la fuente; <sup>(2)</sup> WHO, 1993, 1998, 2008; <sup>(3)</sup> CCME, (2005) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses – Irrigation*; <sup>(4)</sup> CCME, (2005) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses – Livestock*; <sup>(5)</sup> CCME, (2006, 2011) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. – <sup>(6)</sup> La OMS no fija valor guía para el cinc basado en consideraciones sobre la salud humana. El valor de 3000 µg/L está referido a la aceptabilidad por parte de consumidor. <sup>(7)</sup> 1.000 µg/L cuando el pH del suelo es <6,5, 5.000 µg/L cuando el pH del suelo es >6,5; <sup>(8)</sup> 200 µg/L para cereales; 1000 µg/L para cultivos tolerantes; <sup>(9)</sup> 500 µg/L para ovinos, 1000 µg/L para bovinos, 5.000 µg/L para porcinos; <sup>(10)</sup> Para cromo total; <sup>(11)</sup> 4,9 µg/L para cromo total, 8,0 para cromo trivalente; <sup>(12)</sup> 1,0 µg/L para cromo hexavalente, 8,9 µg/L para cromo trivalente; <sup>(13)</sup> Para mercurio inorgánico. <sup>(14)</sup> La concentración no debe exceder 10 µg/L para uso continuo en todos los suelos o 50 µg/L para uso no prolongado en suelos ácidos. <sup>(15)</sup> 20 µg/L para uso continuo en todos los suelos; 50 µg/L para uso intermitente en todos los suelos. <sup>(16)</sup> Para uranio inorgánico. <sup>(\*)</sup> Los valores guía para la protección de la vida acuática para cadmio, cobre, níquel y plomo, son los que recomienda en la última actualización de *Canadian Environmental Quality Guidelines* (15/01/2014) para valores de dureza total mayores de 180 mg/L (cobre, níquel y plomo) y de 280 mg/L (cadmio).

La evaluación de los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en agua se llevó a cabo tomando como referencia los valores guías para la protección de la vida acuática publicados en *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* (CCME 2014), los cuales figuran en la Tabla 2.31.

Tabla 2.31 – Valores guía de HAPs para la protección de la vida acuática<sup>1</sup>

Hidrocarburo	Valor guía (µg/L)
Acenafteno	5,8
Antraceno	0,012
Benzo[a]antraceno	0,018
Benzo[a]pireno	0,015
Fluoranteno	0,04
Fluoreno	3,0
Naftaleno	1,1
Fenantreno	0,4
Pireno	0,025

(1) *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2014*

En relación con la salud humana, los resultados obtenidos fueron contrastados con el valor guía de la Organización Mundial de la Salud para benzo[a]pireno, el cual es 0,7 µg/L (WHO 2006). Este valor guía, en base a estimaciones de la potencia relativa de los HAPs (WHO 1998, 2008), da protección para el resto de los miembros del grupo.

## 2.6 Discusión

### Metales y metaloides

Las concentraciones de metales/metaloides detectadas en el presente ciclo en casi todos los casos fueron inferiores a los respectivos valores guía para uso como fuente de agua potable y para uso agrícola y ganadero. La única excepción la constituyó el plomo, cuyos valores en el mes de enero en dos ocasiones superaron el valor guía para uso como fuente de agua potable, una en la estación CL 0 y la restante en la estación CL 3. Esta situación, dada su corta duración, no significa un deterioro de la calidad del agua para el mencionado uso.

Los valores guía para la protección de la vida acuática para arsénico, cinc, cobre, cromo, plomo y selenio fueron superados en diversas oportunidades. En tanto que las concentraciones detectadas de molibdeno, níquel y uranio fueron inferiores a dichos valores guía.

Las aisladas detecciones de cadmio arrojaron valores ligeramente superiores al valor guía para la protección de la vida acuática. Cabe aclarar que con el cambio del método analítico correspondiente a partir de la acreditación del laboratorio,

actualmente es posible lograr un límite de cuantificación para este metal inferior al citado valor guía, por lo tanto se ha eliminado la fuente de incertidumbre que existía con el método utilizado con anterioridad. Igual situación se ha producido para selenio.

En el presente ciclo no hubo detección de mercurio. No obstante, el límite de cuantificación para este metal es superior al respectivo valor guía para la protección de la vida acuática. Por lo tanto, la aptitud del agua para este uso no puede ser evaluada a través del análisis químico con el instrumental analítico disponible. Esta situación y la superación del citado valor guía por algunos metales/metaloides fue evaluada mediante la realización de ensayos ecotoxicológicos (Sección 2.7).

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el agua mantiene su aptitud para todos los usos a que es sometida en la cuenca.

El origen de los metales y metaloides detectados se atribuye a la litología de la alta cuenca, ya que a los mismos se los detecta, en algunos casos en concentraciones superiores en esa zona la cual no está sometida a influencia antrópica.

### HAPs

Las aisladas detecciones de HAPs, dada la naturaleza y concentración de los compuestos hallados, no implican un deterioro de la calidad del agua para ninguno de los usos considerados.

## **2.7 Ensayos ecotoxicológicos**

Los ensayos ecotoxicológicos crónicos con agua fueron llevados a cabo en el laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología – Departamento de Ciencias Básicas - Universidad Nacional de Luján, Luján, provincia de Buenos Aires.

### **2.7.1 Estaciones de monitoreo**

Las muestras de agua para ensayos ecotoxicológicos fueron extraídas en el río Colorado en el mes de Octubre de 2014, en un área donde tienen lugar actividades potencialmente generadoras de contaminantes (estación CL 3) y en un sitio de uso relevante del agua (estación CL 4). En la Tabla 2.32 figuran las estaciones de muestreo con su ubicación geográfica.

Tabla 2.32 Estaciones de muestreo de agua en el río Colorado para ensayos ecotoxicológicos

Estación	Sitio	Coordenadas
CL 3	Desfiladero Bayo	S 37° 21' 57.7" O 69° 01' 00.1"
CL 4	Punto Unido	S 37° 43' 28.5" O 67° 45' 50.7"

### 2.7.2 Metodología de muestreo

En los sitios seleccionados se extrajeron muestras de 20 L de agua de acuerdo a lo indicado en el Procedimiento Operativo Estándar PO A002, Sección 4.3.5, las cuales fueron envasadas en bidones de plástico de 5 L de capacidad, previamente lavados (PO A001, Sección 4.4.6) sin dejar cámara de aire y cerrados herméticamente. Las muestras fueron conservadas con hielo y despachadas en esas condiciones, dentro de las 24 h de su recolección y tomando los recaudos necesarios para su arribo al laboratorio dentro de las 48 h.

### 2.7.3 Ensayos con *Daphnia magna*

(Tomado de Saenz, María Elena, Alberdi, José Luis, Tortorelli, María del Carmen; Di Marzio, Walter D. - Programa de Investigación en Ecotoxicología – Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Programa Integral de Calidad de Agua del Sistema del Río Colorado – Año 2014, Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, Noviembre de 2014).

La evaluación de la ecotoxicidad crónica del agua se llevó a cabo utilizando como organismo de ensayo *Daphnia magna*, registrándose como variables la supervivencia y la reproducción (a través de la estimación del índice reproductivo denominado Tasa Neta de Reproducción) de la población de este microcrustáceo del zooplancton dulceacuícola, al cabo de 21 días de exposición a las muestras de agua extraídas en sitios seleccionados en el río Colorado en el mes de Octubre de 2014.

Los ensayos de ecotoxicidad crónica preliminares y definitivos se realizaron de acuerdo a los lineamientos del protocolo recomendado por U.S. EPA, 1996, *Ecological Effects Test Guidelines, OPPTS 850.1300, Daphnid Chronic Toxicity Test, Public Draft*, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, 7101, EPA – 712-C-96-120: 1-10 y US EPA, 2002, *Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms – Fourth Edition – October, EPA-821-R02-013*.

A partir de los resultados observados a lo largo del período de exposición, se llevó a cabo un procesamiento estadístico de comprobación de la hipótesis nula la cual

establece que las respuestas observadas en las distintas condiciones de exposición resultan ser iguales a las registradas en controles no expuestos.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se llevó a cabo mediante test de *Shapiro - Wilk* para normalidad de los datos, test de *Bartlett* para homogeneidad de varianzas, test exacto de Fischer, ANOVA de un factor y test de Dunnett para la comprobación de la hipótesis nula indicada. A tal efecto se utiliza el programa de computación Toxstat V 3.5, Statistica V8.

## 2.7.4 Resultados

### 2.7.4.1 Supervivencia

Los resultados obtenidos para cada una de las diferentes concentraciones analizadas y grupos control respecto del efecto tóxico crónico sobre la mortalidad de los ejemplares expuestos durante 21 días se resumen en la Tabla 2.33. Se indican los valores medios de los porcentajes de supervivencia registrados, al cabo de 21 días de exposición, a una concentración del 100% de cada una de las muestras y controles, considerando tres réplicas por tratamiento.

Los datos de supervivencia obtenidos fueron sometidos al *Test Exacto de Fisher* a efectos de comprobar la existencia de diferencias significativas entre la supervivencia registrada en la población control y los distintos grupos de tratamiento, con un nivel de significación de 0,05.

Tabla 2.33 - Porcentajes de supervivencia observados en una población de *Daphnia magna* al finalizar el ensayo al cabo de 21 días, para los controles y organismos expuestos a dos muestras líquidas del río Colorado. Los resultados representan el promedio de tres réplicas por tratamiento y control.

Muestra	Supervivencia (%)	$F^1$ ( $\alpha = 0,05$ )	$b^2$
Control <sup>3</sup>	86,67		
Desfiladero Bayo (CL 3)	93,33	<0	2
Punto Unido (CL 4)	80,00	19	24

<sup>1</sup> Valor Crítico de Fisher ( $F$ ) a un nivel de significación de 0,05; <sup>2</sup> Parámetro de Fisher: si  $b$  es mayor que  $F$  no existe diferencia significativa entre el Control y el Tratamiento considerado, a un nivel de significación de 0,05; <sup>3</sup> Población control, mantenida durante 21 días en las condiciones indicadas para el ensayo en agua de dilución, en ausencia de muestra. \* Significativamente diferente de los controles (Test exacto de Fischer,  $\alpha = 0,05$ ), si es que existe. DB: Valor Crítico de Fisher ( $\alpha=0.05$ ) es negativo. El valor de  $b$  para las muestras es 2. SI  $b$  es mayor que  $F$  NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE EL CONTROL Y LOS ORGANISMOS EXPUESTOS A LA MUESTRA DE LAS ESTACIÓN CL 3, al nivel de significación de 0.05. CL 4: Valor Crítico de Fisher ( $\alpha=0.05$ ) es 19. El valor de  $b$  para las muestras es 24. SI  $b$  es mayor que  $F$  NO HAY DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE EL CONTROL Y LOS ORGANISMOS EXPUESTOS A LA MUESTRA DE LAS ESTACIÓN 4, al nivel de significación de 0.05.

Los resultados alcanzados indican que las muestras líquidas provenientes de las Estaciones 3 (DB) y Estación 4 (PU) no resultan ejercer efecto tóxico crónico significativo sobre la supervivencia ( $p < 0.05$ ), respecto de los controles sobre la supervivencia de la población de *Daphnia magna* expuesta durante 21 días, en las condiciones de los ensayos.

#### 2.7.4.2 Reproducción

Los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas respecto del efecto tóxico crónico sobre la reproducción, expresada como Tasa Neta de Reproducción, de la población de *Daphnia magna* expuesta a las muestras durante 21 días se resumen en la Tabla 2.34. Se indican los valores medios y la desviación estándar de la Tasa Neta de Reproducción calculada, al cabo de 21 días de exposición a cada una de las muestras analizadas del Río Colorado y control, considerando tres réplicas por tratamiento.

Tabla 2.34 - Tasa neta de reproducción (expresada como el número promedio de progenie hembra capaz de ser producida por cada hembra de la población durante toda su vida) calculada en una población de *Daphnia magna*, como consecuencia de la exposición crónica a dos muestras provenientes del río Colorado extraídas en Octubre de 2014, analizado durante 21 días. Los resultados representan el promedio de tres réplicas por tratamiento y control.

Muestra	Tasa Neta de Reproducción (número promedio de progenie hembra/hembra)
Control <sup>1</sup>	71,66 ( $\pm 3,1354$ )
Desfiladero Bayo (CL 3)	67,20 ( $\pm 3,1048$ )
Punto Unido (CL 4)	71,42 ( $\pm 1,3152$ )

<sup>1</sup> Población control, mantenida durante 21 días en las condiciones del ensayo en agua de dilución, en ausencia de muestra.

Los resultados alcanzados indican que la muestras provenientes de las Estaciones CL 3 y CL 4 analizadas no resultan ejercer efecto tóxico crónico significativo respecto del control (ANOVA de un factor y test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ), sobre la reproducción, expresada como Tasa Neta de Reproducción, de la población de *Daphnia magna* expuesta durante 21 días, en las condiciones de los ensayos.

En el ANEXO III del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004-2005, 2006-2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2010, 2011a, 2011b, 2012, 2013, 2014; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

### 2.7.5 Discusión

Los datos obtenidos en los ensayos crónicos con muestras de agua del río Colorado, provenientes de las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), permiten establecer la ausencia efectos tóxicos crónicos. La estación CL 3 es representativa de un área de extensa explotación petrolera, fuente potencial de contaminantes, en tanto que la estación CL 4 corresponde a un sitio de distribución del agua para diferentes usos (suministro de agua potable, irrigación, ganadería y desarrollo de la vida acuática) en 25 de Mayo (La Pampa) y Catriel (Río Negro).

Esta conclusión es coherente con la obtenida a través de los análisis químicos efectuados a fin de constatar la aptitud del agua para diferentes usos en los mencionados sitios. Además, aporta información en aquellos casos donde no es posible arribar a una conclusión por limitaciones del instrumental analítico disponible o es superado un valor guía para la protección de la vida acuática.

## Referencias

- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2000, *Evaluación de la calidad del agua del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra para diferentes usos*, 4tas Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 3 al 6 de octubre de 2000, Salta.
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2003, *Calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado*, 5<sup>tas</sup> Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 4 al 7 de noviembre de 2003, Mendoza
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2005, *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Colorado (Argentina)*, XX Congreso Nacional del Agua, 9 al 14 de mayo de 2005, Mendoza
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2006, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2005, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses - Irrigation*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2005, *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Uses - Livestock*, Canadian Environmental Quality Guidelines.
- CCREM (Canadian Council of Resource and Environment Ministers), 1987, *Canadian Water Quality Guidelines*.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 1999, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema Río Colorado-Embalse Casa de Piedra*, Informe Técnico, Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2001, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2000, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp y Anexos
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2001, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2002, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 97 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2004, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2003, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 127 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2006, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Años 2004-2005, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 189 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2008, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Años 2006-2007, Informe

- Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 189 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2010, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2008*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 266 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011a, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2009*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011b, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2010*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2012, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2011*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 344 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2013, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2012*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 348 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2014, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2013*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 356 pp.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO/IEC, 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- OMS (Organización Mundial de la Salud), 2006, *Guías para la calidad del agua potable*, Primer apéndice a la tercera edición – Volumen 1 – Recomendaciones.
- Perl, J.E., 2000, *Programa Integral de Calidad de Aguas de la Cuenca del río Colorado, Argentina*, IV Seminario Taller de Cuencas Hidrológicas Patagónicas – Río Gallegos.
- Perl, J.E., 2002, *Manejo Integral de la Cuenca del río Colorado - Calidad de Aguas* IV Seminario Internacional de Cuencas, Ushuaia, noviembre de 2002.
- WHO (World Health Organization), 1993, *Guidelines for drinking-water quality*, Second edition, Volume 1, Recommendations, Geneva.
- WHO (World Health Organization), 1998, *Guidelines for drinking-water quality*, Second edition, Addendum to Volume 2, Health criteria and other supporting information, Geneva.
- WHO (World Health Organization), 2008, *Guidelines for drinking-water quality*, Third edition Vol. 1, Recommendations, Geneva.



# **Sedimentos de Fondo**

**Capítulo 3**



## Contenido

3.1 Introducción.....	119
3.2 Estaciones de muestreo.....	120
3.3 Metodología de muestreo.....	124
3.4 Metodologías analíticas.....	127
3.4.1 Análisis de metales y metaloides.....	127
3.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos.....	127
3.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio.....	128
3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares.....	129
3.4.2.1 Técnica y métodos analíticos.....	129
3.4.2.2 Control de calidad analítica.....	130
3.5 Resultados.....	130
3.5.1 Metales y metaloides y HAPs.....	130
3.5.2 Valores guía.....	137
3.6 Discusión.....	138
3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo.....	142
3.7.1 Ensayos con <i>Hyaella curvispina</i> .....	143
3.7.2 Ensayos con <i>Vallisneria spiralis</i> .....	144
3.7.3 Evaluación de biomarcadores sobre <i>Vallisneria spiralis</i> .....	145
3.7.4 Conclusiones generales.....	147
Referencias.....	149



### 3.1 Introducción

La investigación de la presencia de sustancias tóxicas en los sedimentos de fondo acumulados en áreas del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra es parte integrante del Subprograma Calidad del Medio Acuático.

Las características de dichas sustancias y su dinámica en el ambiente acuático determinan la potencial transferencia entre los distintos compartimentos que lo conforman. Factores tales como la persistencia, la solubilidad en agua, la volatilidad y la ocurrencia de fenómenos de superficie en los sólidos en suspensión presentes en el agua rigen el destino y transporte que sufrirán dichas sustancias.

De acuerdo a ello, una vez ingresadas en el ambiente acuático desde las fuentes que las originan, estas sustancias pueden permanecer disueltas, volatilizarse o adsorberse sobre los sólidos en suspensión. Estos últimos tienden a sedimentar en áreas de baja velocidad de corriente y acumularse en los sedimentos de fondo. Desde allí, pueden sufrir diferentes destinos en función de sus propiedades y de las condiciones existentes: permanecer inmovilizados y enterrarse paulatinamente, ser degradados por distintos mecanismos, ser incorporados por el bentos ingresando así a las cadenas tróficas acuáticas, o, bajo determinadas condiciones, transferirse a la columna de agua en forma disuelta o adsorbidos al material particulado.

Por lo tanto, no basta con investigar la presencia de las sustancias de interés en la columna de agua, ya que, como se expresó más arriba, su ausencia en ésta no excluye la existencia de un riesgo, dado que los sedimentos contaminados tienen la capacidad de actuar como fuentes de reciclado de estas sustancias a la columna de agua, debido a que su adsorción al material particulado es lábil, pudiendo liberarse bajo determinadas condiciones y afectar la calidad del agua para diferentes usos. También pueden ser incorporadas directamente por la fauna béntica ejerciendo fenómenos tóxicos sobre la misma o constituyendo la vía de ingreso a las cadenas tróficas acuáticas.

Las sustancias tóxicas investigadas en el Subprograma Calidad del Medio Acuático son metales pesados/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs). Dichas sustancias pueden provenir de fuentes naturales y antrópicas existentes en el área. Entre las primeras, figura la litología de la alta cuenca, representada por un intenso volcanismo en épocas pasadas, el cual ha dado lugar a la presencia de rocas y materiales que poseen diversos metales pesados y metaloides en su composición, los cuales, a través de fenómenos de meteorización, son liberados al ambiente. Entre las segundas se cuentan las actividades productivas e industriales del petróleo y la presencia de asentamientos humanos ribereños, las cuales son potenciales generadoras de metales/metaloides y HAPs.

Con el fin de monitorear la presencia de estas sustancias en los sedimentos de fondo, con frecuencia anual se efectúan muestreos en este compartimento, en sitios representativos de fuentes potenciales de sustancias tóxicas y en lugares de acumulación de sedimentos.

La evaluación está orientada hacia la búsqueda de niveles de concentración extremadamente bajos de estas sustancias, ya que está referida en primera instancia a la ocurrencia de posibles efectos tóxicos crónicos en la biota acuática. Ello requiere la aplicación de metodologías analíticas de alta complejidad, bajo un

riguroso programa de aseguramiento de la calidad de las operaciones de campo y laboratorio.

Complementariamente, los resultados obtenidos a través de los análisis químicos son confirmados y ampliados mediante la realización de ensayos de toxicidad crónicos. Estos ensayos aportan información sobre la actividad ecotoxicológica global de los sedimentos de fondo.

### 3.2 Estaciones de muestreo

Las muestras de sedimentos de fondo fueron extraídas en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández y en la toma del embalse Casa de Piedra (Figs. 3.2 y 3.4). La estación de muestreo ubicada en la cola del embalse (Fig. 3.3) tampoco pudo ser muestreada en esta oportunidad debido a que esa zona permanecía sin agua.



Fig. 3.1 – Estaciones de monitoreo de sedimentos de fondo en el río Colorado (Desfiladero Bayo – Aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (cola y toma).

En la Tabla 3.1 se detallan las estaciones de muestreo y su ubicación.

Tabla 3.1 Estaciones de monitoreo de sedimentos de fondo en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (cola y toma)

Estación de muestreo	Coordenadas geográficas
Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández <sup>(1)</sup>	S 37°18'36.6" - O 69°03'02.4"
Embalse Casa de Piedra (cola)	
Sitio 1	S 38°12'16.76" - O 67°39'37.79"
Sitio 2	S 38°12'02.32" - O 67°39'37.99"
Embalse Casa de Piedra (toma)	
Sitio 1a	S 38°12'32".7 - O 67°13'13.7"
Sitio 1b	S 38°12'51.8" - O 67°12'34.3"
Sitio 1c	S 38°12'59.5" - O 67°12'19.4"
Sitio 2a	S 38°12'17.7" - O 67°12'54.7"
Sitio 2b	S 38°12'35.7" - O 67°12'19.2"
Sitio 2c	S 38°12'41.8" - O 67°12'00.8"
Sitio 3a	S 38°12'00.3" - O 67°12'37.7"
Sitio 3b	S 38°12'15.4" - O 67°12'02.8"
Sitio 3c	S 38°12'23.1" - O 67°11'44.3"

## ÁREAS DE MUESTREO DE SEDIMENTOS DE FONDO

- Río Colorado – Zona de influencia de la ex-descarga de la planta deshidratadora de crudo de Puesto Hernández (Fig. 3.2).

Ubicada sobre la margen derecha, sobre un pequeño brazo del río Colorado, en el área de Rincón de los Sauces. Es un área con potentes manifestaciones de volcanismo en el pasado, en la cual a su vez tiene lugar una extensa explotación hidrocarburífera. La estación de monitoreo de sedimentos de fondo se encuentra ubicada aguas abajo del cañadón en el cual descargaba el efluente la planta deshidratadora de crudo de puesto Hernández. Fue establecida para el programa de relevamiento general (1997-1999), siendo designada entonces como estación n° VI. Desde el año 2000 es operada como estación de la red de monitoreo de sedimentos de fondo.

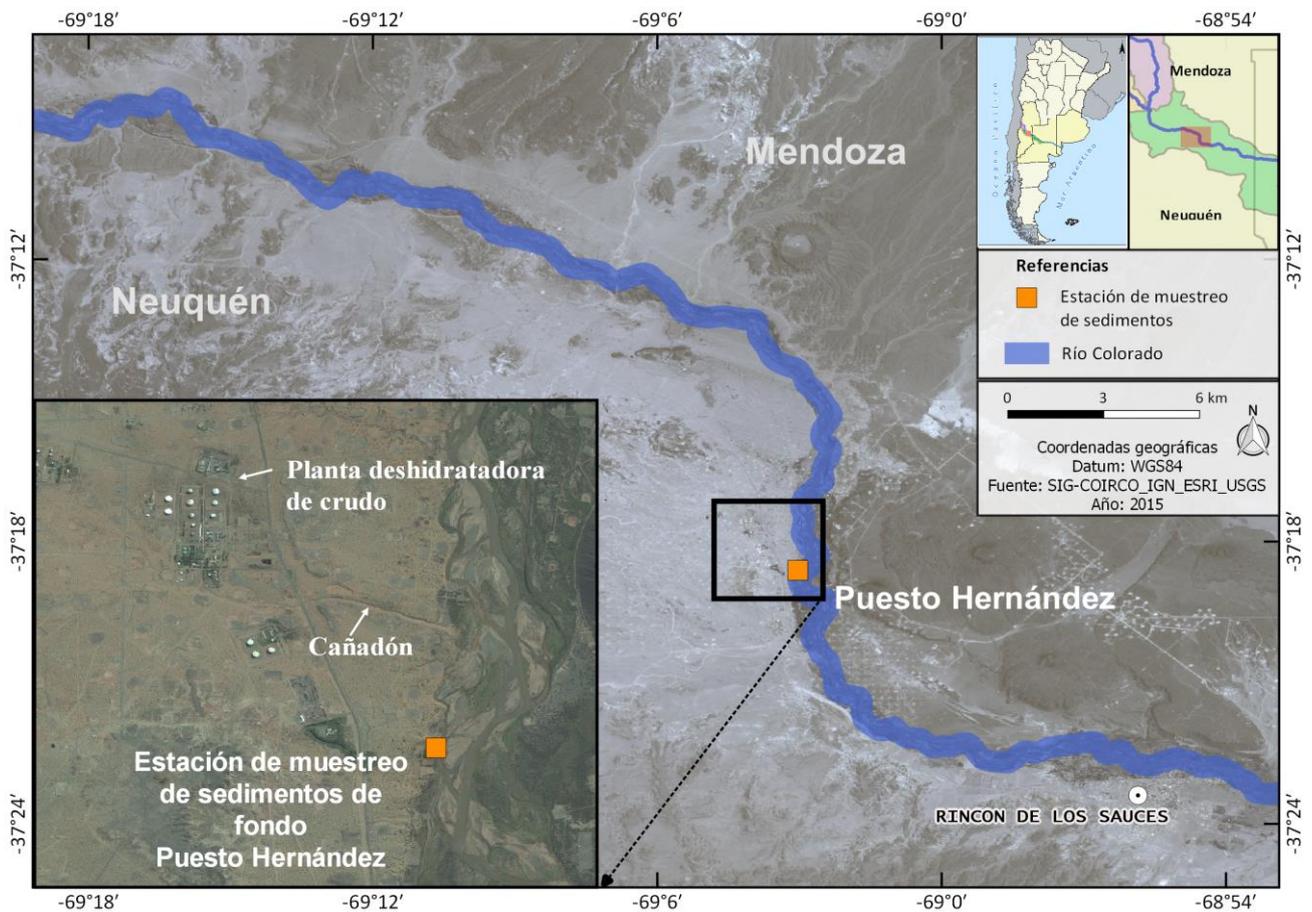


Fig. 3.2 – Ubicación geográfica Área Puesto Hernández y vista del sitio de muestreo y de la zona de influencia

- Embalse Casa de Piedra – Área de la cola del embalse (Fig. 3.3).

Estación ubicada en la cola del embalse Casa de Piedra. En esta área se han establecido dos sitios de muestreo: SED 1 y SED 2. Esta zona fue estudiada por primera vez en el relevamiento general realizado entre 1997 y 1999, en aquél entonces denominada estación nº XXIII. Es representativa de un área de acumulación de arcillas y limos transportados por el río Colorado, después de atravesar zonas donde existen actividades potencialmente generadoras de contaminantes (metales pesados y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares).

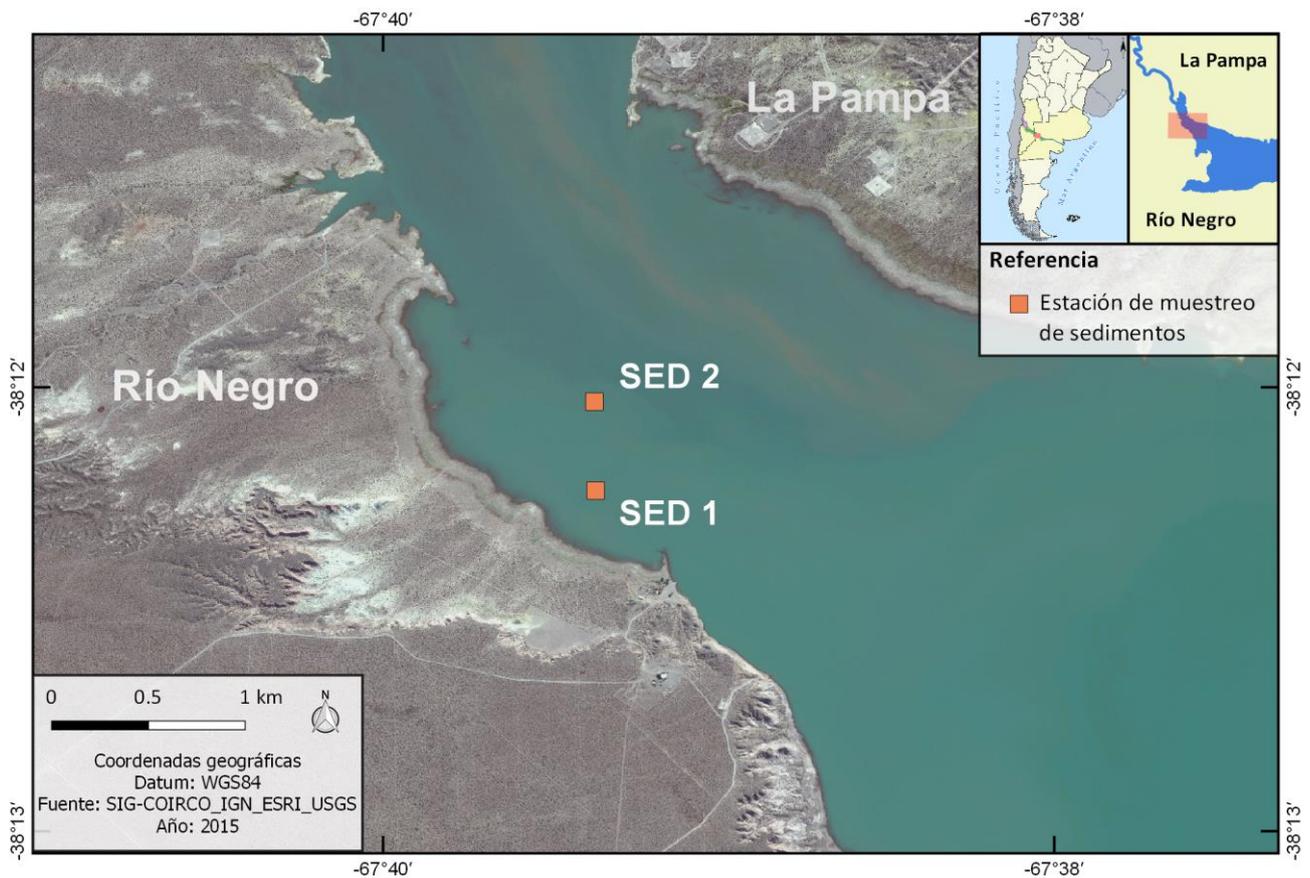


Fig. 3.3 – Puntos de muestreo de sedimentos de fondo (SED 1 y SED 2) en el área de la cola del embalse.

- Embalse Casa de Piedra – Área de la toma del embalse (Fig. 3.4).

Estación ubicada a la altura de la toma del embalse Casa de Piedra. En esta área se han establecido tres transectas con tres sitios de muestreo cada una: Sed 1a, Sed 1b, Sed 1c, Sed 2a, Sed 2b, Sed 2c, Sed 3a, Sed 3b y Sed 3c. Esta estación comenzó a operarse en el año 2000 con un solo sitio de muestreo, ampliándose a tres en el año 2002 y a los 9 sitios actuales en el año 2007. Es representativa de la zona lacustre del embalse, área de sedimentación de material particulado fino con potencialidad de adsorción de contaminantes (metales/metaloideos y HAPs).

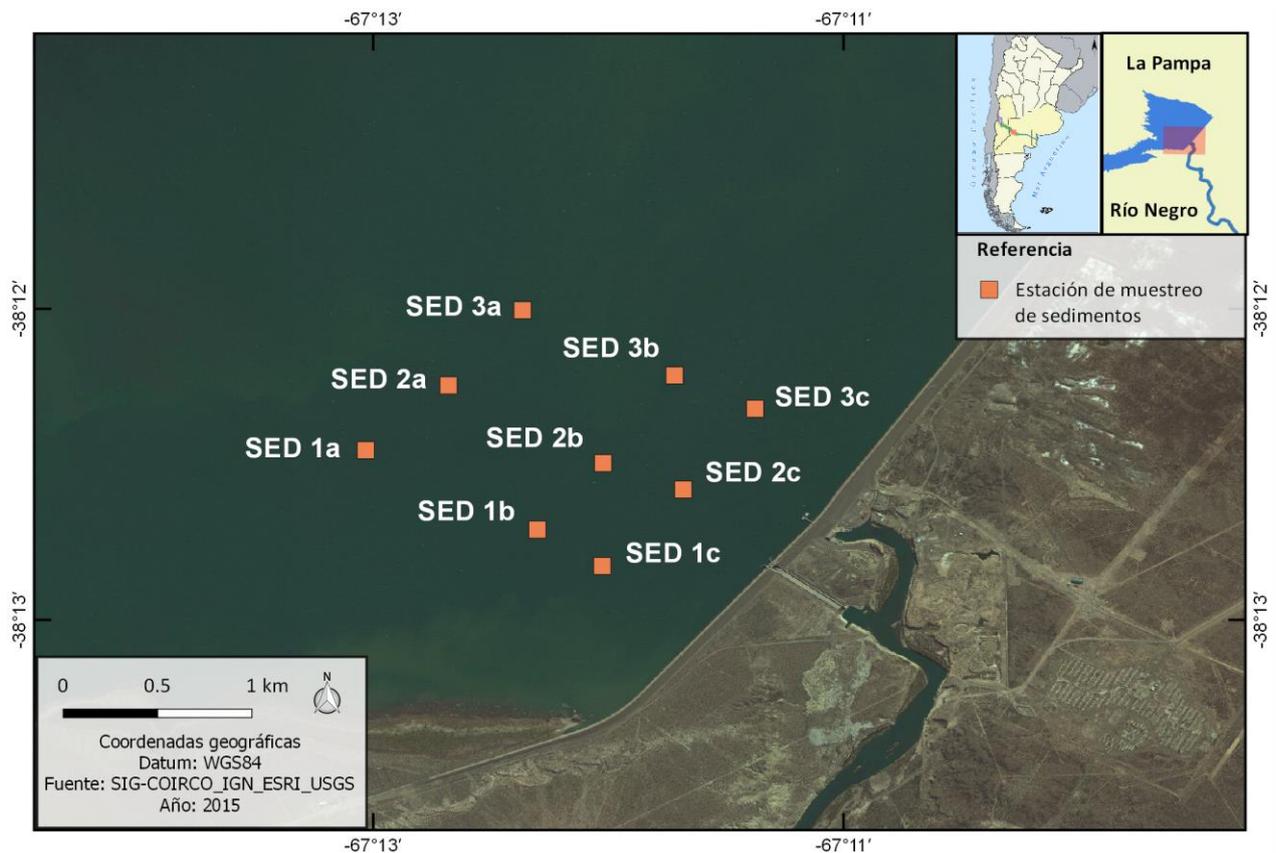


Fig. 3.4 –Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos de fondo sobre tres transectas en el área de la toma del embalse.

### 3.3 Metodología de muestreo

La preparación de los elementos para el muestreo y la obtención de las muestras de sedimentos de fondo se llevó a cabo conforme a lo establecido en los respectivos Procedimientos Operativos Estándar (PO S001 y PO S002) del Programa de Aseguramiento de la Calidad para Operaciones de Campo del COIRCO.

En el embalse Casa de Piedra las muestras de sedimentos de fondo fueron extraídas desde una embarcación utilizándose una draga tipo *Eckman* (Fig. 3.5).



Fig. 3.5 – Extracción mediante draga tipo *Eckman* de las muestras de sedimentos de fondo en el embalse Casa de Piedra y posterior homogeneización de las submuestras y envasado.

Para efectuar el submuestreo de los sedimentos de fondo extraídos con la draga se emplearon elementos de vidrio previamente lavados con ácido nítrico al 5% y agua ultrapura (Tipo I ASTM) (muestras para análisis de metales/metaloides y ensayos ecotoxicológicos) y con ácido nítrico 5% y acetona grado cromatográfico (muestras para análisis de hidrocarburos). Mediante dichos elementos se submuestrearon las porciones de sedimentos que no estuvieron en contacto con la draga. Las submuestras obtenidas fueron homogeneizadas en recipientes de vidrio sometidos al procedimiento de lavado antes indicado, extrayéndose luego las porciones para enviar a los laboratorios. Se estima que los sedimentos obtenidos son representativos del estrato 0-10 cm.

Para el muestreo de sedimentos de fondo en la estación ubicada en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández se utilizó un tubo de acrílico (*corer*) de 5 cm de diámetro interno y 65 cm de largo (Fig. 3.6a). En una grilla, se tomaron 20 muestras, extrayéndose de cada una de ellas sendas submuestras de los primeros 5 cm de sedimento (Fig. 3.6b). Las 20 submuestras se homogeneizaron en recipientes de vidrio previamente acondicionados (Fig. 3.6c) y posteriormente se extrajeron las porciones para enviar a cada uno de los laboratorios.



Fig. 3.6 – (a) Muestreo de sedimentos de fondo en el río Colorado mediante un *corer* de acrílico. (b) Obtención de las submuestras. (c) Homogeneización del conjunto de submuestras. (d) Envasado de la muestra compuesta.

Los elementos de muestreo, homogeneización y envasado fueron previamente lavados mediante el procedimiento antes descrito.

Para el análisis de metales y metaloides y HAPs, las porciones de sedimentos fueron envasadas en recipientes de vidrio (Fig. 3.6d) sometidos previamente al procedimiento de limpieza antes descrito.

Las muestras de sedimentos de fondo para ensayos ecotoxicológicos fueron extraídas solamente en el embalse Casa de Piedra. Las correspondientes submuestras fueron envasadas en porciones de aproximadamente 2 kg en bolsas de polietileno (Fig. 3.7).



Fig. 3.7 – Envasado de una muestra de sedimentos de fondo para ensayos ecotoxicológicos.

Las muestras fueron mantenidas en campo en conservadoras con hielo. Las correspondientes a metales y metaloides y HAPs fueron congeladas en *freezer* (-18°C) y enviadas a los laboratorios. Las muestras para ensayos ecotoxicológicos fueron mantenidas bajo refrigeración y remitidas al laboratorio en ese estado.

## 3.4 Metodologías analíticas

### 3.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en los sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

#### 3.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 - Técnicas y métodos analíticos empleados en el análisis de metales y metaloides en sedimentos de fondo y sus respectivos límites de cuantificación.

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/g)
Arsénico	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	1
Bario	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,5
Boro	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	2
Cadmio	ICP-OES	EPA 3051 - 213.2	0,3
Cinc	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,7
Cobre	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,5
Cromo	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,3
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 3051- EPA 7471a	0,05
Molibdeno	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,5
Níquel	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,3
Plata	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	1
Plomo	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	1
Selenio	ICP-OES	EPA 3051 - 7741a	0,5
Vanadio	ICP-OES	EPA 3051 - 6010 B	0,3

AA: espectrometría de absorción atómica - ICP-OES: espectrometría de emisión óptica por plasma inductivo.

### 3.4.1.2 Control de calidad de las operaciones de campo y laboratorio

La verificación de la calidad analítica se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de sedimentos de fondo extraídas en septiembre de 2014, un material de referencia certificado (WQB-1 - *Reference Sediment* - *National Water Research Institute (NWRI) - Canada*). En la Tabla 3.3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 3.3 Análisis de metales recuperables totales en el material de referencia WQB-1 (*Reference Sediment*) - *National Water Research Institute (NWRI) - Canada* (septiembre de 2014)

Elemento	Concentración certificada (µg/g)	Concentración hallada (µg/g)	Error % <sup>(1)</sup>
Arsénico	23,1	20	-13,4
Bario	413	410	-0,7
Boro	77,3	72	-6,9
Cadmio	1,79	1,9	6,1
Cinc	279	270	-3,2
Cobre	78	78	0
Cromo	77	71	7,8
Mercurio	1,09	1,0	-8,3
Molibdeno	1,20	1,0	-16,7
Níquel	63,1	60	-4,9
Plata	0,85	<1	-
Plomo	85,0	78	-8,2
Selenio	1,53	1,5	-2,0
Vanadio	107	101	-5,6

(1) Gaskin, J.E. 1993

### 3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

#### 3.4.2.1 Técnica y métodos analíticos

Los análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005)

Las determinaciones fueron realizadas mediante cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas.

Se extrajeron con diclorometano, por sonicación durante tres horas, cantidades pesadas de muestras (aproximadamente 40 g), previamente mezcladas con sulfato de sodio anhidro. Las fracciones de diclorometano para cada muestra se filtraron y se llevaron a sequedad a presión reducida, retomando luego en el menor volumen posible de diclorometano. Se inyectó en el cromatógrafo 1 µL del extracto para cada ensayo (se llevaron a cabo dos ensayos distintos para cada muestra, uno cualitativo de identificación y otro cuantitativo). Una segunda extracción de las muestras permitió determinar que los HAPs remanentes estaban en concentraciones muy bajas. Sobre fracciones de muestras independientes se determinó el contenido de humedad por secado en estufa.

En la Tabla 3.4 figuran los HAPs analizados y los límites de detección y de cuantificación alcanzados por el laboratorio.

Tabla 3.4 – HAPs analizados y sus respectivos límites de detección y cuantificación

HAPs	Límite de detección (µg/g)	Límite de cuantificación (µg/g)
Naftaleno	0,0005	0,002
Acenafteno	0,0005	0,002
Acenaftileno	0,0005	0,002
Fluoreno	0,0005	0,002
Fenantreno	0,0005	0,002
Antraceno	0,0005	0,002
Metilnaftaleno	0,0005	0,006
Dimetilnaftaleno	0,0005	0,006
Metilfenantreno	0,0005	0,006
Dimetilfenantreno	0,0005	0,006
Fluoranteno	0,0005	0,002
Pireno	0,0005	0,002
Benzo[b]fluoranteno	0,0005	0,002
Benzo[k]fluoranteno	0,0005	0,002
Criseno	0,0005	0,002
Benzoantraceno	0,0005	0,002
Benzo[a]pireno	0,0005	0,002
Dibenzo[a,h]antraceno	0,0005	0,002
Benzo[g,h,i]perileno	0,0005	0,002
Indeno[c,d]pireno	0,0005	0,002

### 3.4.2.2 Control de calidad analítica

Con el fin de evaluar la calidad analítica se llevó a cabo el análisis de una muestra de sedimentos fortificada con un estándar de HAPs, el cual contenía los siguientes hidrocarburos: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[k]fluoranteno, Benzo[a]pireno, Dibenzo [a,h]antraceno, Benzo[ghi]perileno, Indeno[1,2,3-cd]pireno. En la Tabla 3.5 se muestran los porcentajes de recuperación obtenidos.

Tabla 3.5. Porcentajes de recuperación de HAPs en una muestra de sedimentos de fondo del embalse Casa de Piedra fortificada con un estándar.

HAPs	% Recuperación <sup>(1)</sup>
Naftaleno	72,0
Acenaftileno	78,0
Acenafteno	92,0
Fluoreno	94,0
Fenantreno	91,0
Antraceno	91,0
Fluoranteno	89,0
Pireno	90,0
Benzo[a]antraceno + Benzo[k]antraceno	88,0
Criseno	85,0
Benzo[b]fluoranteno+Benzo[k]fluoranteno	99,0
Benzo[a]pireno	95,0
Indeno[1,2,3-cd]pireno	91,0
Dibenzo[a,h]antraceno	91,0
Benzo[ghi]perileno	89,0

<sup>(1)</sup> Gaskin, J.E., 1993.

## 3.5 Resultados

### 3.5.1 Metales y metaloides y HAPs

En las Tablas 3.6 a 3.11 se muestran los resultados del análisis de metales y metaloides y HAPs en muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (área de la toma del embalse) correspondientes al año 2014. En los Anexos IV y V se ha incluido el registro completo de resultados obtenidos en el período 2000 - 2013 (COIRCO 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011a, 2011b, 2012, 2013 y 2014).

## RÍO COLORADO – ÁREA DE LA EX-DESCARGA DE LA PLANTA DESHIDRATADORA DE CRUDO DE PUESTO HERNÁNDEZ

### Metales y metaloides

Tabla 3.6 – Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (Año 2014)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	
Arsénico	6,3
Bario	79
Boro	4,3
Cadmio	<0,3
Cinc	47
Cobre	20
Cromo	21
Mercurio	<0,05
Molibdeno	<0,5
Níquel	18
Plata	<1
Plomo	9,8
Selenio	<0,5
Vanadio	119

## HAPs

Tabla 3.7 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (Año 2014)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	
Naftaleno	<LD
Acenafteno	<LD
Acenaftileno	<LD
Fluoreno	<LD
Fenantreno	<LD
Antraceno	0,0065
Metilnaftaleno	<LD
Dimetilnaftaleno	<LD
Metilfenantreno	<LD
Dimetilfenantreno	<LD
Fluoranteno	<LD
Pireno	<LD
Benzo[b+k]fluoranteno	<LD
Criseno	0,0030
Benzo[a]antraceno	<LD
Benzo[a]pireno	<LD
Dibenzo[a,h]antraceno	<LD
Benzo[ghi]perileno	<LD
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LD

## EMBALSE CASA DE PIEDRA – AREA COLA DEL EMBALSE

### Metales y metaloides

Tabla 3.8 – Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo del área de la cola del embalse Casa de Piedra (Año 2014)

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	
Arsénico	N.M.
Bario	N.M.
Boro	N.M.
Cadmio	N.M.
Cinc	N.M.
Cobre	N.M.
Cromo	N.M.
Mercurio	N.M.
Molibdeno	N.M.
Níquel	N.M.
Plata	N.M.
Plomo	N.M.
Selenio	N.M.
Vanadio	N.M.

N.M.: no muestreado

## HAPs

Tabla 3.9 - HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) en la cola del embalse Casa de Piedra (Año 2014)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	
Naftaleno	N.M.
Acenafteno	N.M.
Acenaftileno	N.M.
Fluoreno	N.M.
Fenantreno	N.M.
Antraceno	N.M.
Metilnaftaleno	N.M.
Dimetilnaftaleno	N.M.
Metilfenantreno	N.M.
Dimetilfenantreno	N.M.
Fluoranteno	N.M.
Pireno	N.M.
Benzo[b+k]fluoranteno	N.M.
Criseno	N.M.
Benzo[a]antraceno	N.M.
Benzo[a]pireno	N.M.
Dibenzo[a,h]antraceno	N.M.
Benzo[ghi]perileno	N.M.
Indeno[1,2,3-cd]pireno	N.M.

N.M.: no muestreado

## EMBALSE CASA DE PIEDRA – AREA TOMA DEL EMBALSE

### Metales y metaloides

Tabla 3.10 – Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo en la toma del embalse Casa de Piedra (Año 2014)

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Transectas								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Arsénico	18	22	15	17	20	14	15	16	4,0
Bario	70	85	57	57	50	50	49	60	31
Boro	37	50	27	30	20	21	25	32	5,0
Cadmio	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Cinc	102	102	50	56	36	48	46	48	25
Cobre	54	68	48	48	43	39	47	51	16
Cromo	41	53	31	32	27	28	29	34	14
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,10
Molibdeno	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Níquel	30	36	21	20	18	20	18	22	12
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	17	21	13	13	11	11	13	13	4,2
Selenio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Vanadio	192	264	156	148	131	146	141	178	84



## Metales/metaloides

Con respecto al año 2013, se observaron ligeras disminuciones en las concentraciones de cinc, níquel y vanadio en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de la ex descarga de Puesto Hernández (Tabla 3.6 y Tabla IV.1 del Anexo IV). En tanto que los niveles de bario, boro, cobre, cromo y plomo registraron una mayor disminución. La concentración de arsénico hallada fue ligeramente superior a la observada en 2013.

En la toma del embalse, (Tabla 3.10 y Tabla IV.4 del Anexo IV), a excepción del punto 3c, en todos los sitios muestreados en el presente ciclo, se observaron concentraciones de arsénico superiores a las registradas en el ciclo 2013. De igual manera, las concentraciones de cinc detectadas en 2014 fueron superiores a las del ciclo anterior, a excepción del sitio 2b en el cual se registró una disminución. Los niveles de cobre, níquel y vanadio exhibieron un comportamiento variable, con disminución con respecto a 2013 en los puntos 1c, 2a, 2b y 3c para cobre, 1a, 1b, 2a, 2c, 3a y 3b para níquel y 1a, 1b, 2c y 3b para vanadio.

En el presente ciclo, tampoco hubo detección de cadmio, molibdeno, plata y selenio en los sitios muestreados en la toma del embalse, no así con respecto al mercurio, el cual en esta oportunidad, al igual que en 2013, fue detectado en el sitio 3c.

## HAPs

En la muestra de sedimentos de fondo extraída en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández se detectó únicamente antraceno (Tabla 3.7). En tanto que en la toma del embalse Casa de Piedra, hubo detección de naftaleno, antraceno, fluoranteno, pireno y criseno. Como ya fue señalado, en esta oportunidad tampoco pudo efectuarse el muestreo en la cola del embalse debido a la falta de agua.

### **3.5.2 Valores guía**

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides y HAPs fueron evaluados tomando como referencia los valores guía para la protección de la vida acuática publicados en *Canadian Environmental Quality Guidelines* (CCME 2014) los cuales figuran en las Tablas 3.12 y 3.13.

Tabla 3.12 - Valores guía y niveles de efecto probable de metales y metaloides en sedimentos de fondo de agua dulce para la protección de la vida acuática<sup>(1)</sup>

Metal/metaloide	Valor guía (µg/g, peso seco)	Nivel de Efecto Probable (µg/g, peso seco)
Arsénico	5,9	17,0
Cadmio	0,6	3,5
Cinc	123,0	315,0
Cobre	35,7	197,0
Cromo (total)	37,3	90,0
Mercurio	0,170	0,486
Plomo	35,0	91,3

<sup>(1)</sup>Canadian Environmental Quality Guidelines, CCME, 2014

Tabla 3.13 - Valores guía de HAPs para la calidad de los sedimentos de aguas dulces para la protección de la vida acuática (*Canadian Environmental Quality Guidelines, CCME, 2014*)

HAPs	Valor guía (µg/g)	Nivel de Efecto Probable (µg/g)
Acenafteno	0,00671	0,0889
Acenaftileno	0,00587	0,128
Antraceno	0,0469	0,245
Benzo[a]antraceno	0,0317	0,385
Benzo[a]pireno	0,0319	0,782
Criseno	0,0571	0,862
Dibenzo[a,h]antraceno	0,00622	0,135
Fenantreno	0,0419	0,515
Fluoranteno	0,111	2,355
Fluoreno	0,0212	0,144
2-Metilnaftaleno	0,0202	0,201
Naftaleno	0,0346	0,391
Pireno	0,0530	0,875

### 3.6 Discusión

En el presente ciclo, a excepción del arsénico, se observó que, en los casos en que hubo detección, las concentraciones de los diferentes metales y metaloides investigados en la fracción recuperable total en muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández fueron inferiores a los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática (Fig. 3.8). La concentración de arsénico hallada superó ligeramente el valor guía pero fue muy inferior al nivel de efecto probable.

En la toma del embalse Casa de Piedra, en cambio, para el mencionado elemento el valor guía fue superado en casi todos los puntos de muestreo, en tanto que el nivel de efecto probable fue sobrepasado en cuatro de los nueve puntos. Para cinc, mercurio y plomo las concentraciones halladas fueron inferiores a los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática (Fig. 3.9). El cobre y el cromo en algunos puntos de muestreo superaron el respectivo valor guía pero sus concentraciones fueron muy inferiores al correspondiente nivel de efecto probable.

En la Fig. 3.10 se muestran las concentraciones de metales/metaloides registradas en el presente ciclo en los 9 puntos ubicados sobre las tres transectas en el área de la toma del embalse.

En relación con los HAPs, los niveles hallados de los miembros del grupo fueron muy inferiores a los correspondientes valores guía para la protección de la vida acuática (Tablas 3.11 y 3.13).

Los ensayos ecotoxicológicos llevados a cabo con sedimentos de fondo (Sección 3.7), aportan información complementaria sobre la significación de las concentraciones de metales y metaloides que superan los respectivos valores guía y/o niveles de efecto probable para protección de la vida acuática. También, permiten evaluar un posible efecto adverso debido a la presencia de otros metales/metaloides y HAPs para los cuales aún no han sido derivados valores guía, aunque no individualizarlos si estuvieran presentes.

En el Anexo IV se encuentra la base de datos de las campañas anteriores de muestreo de sedimentos de fondo, cuyos resultados se muestran a continuación en las Figuras 3.8 y 3.9.

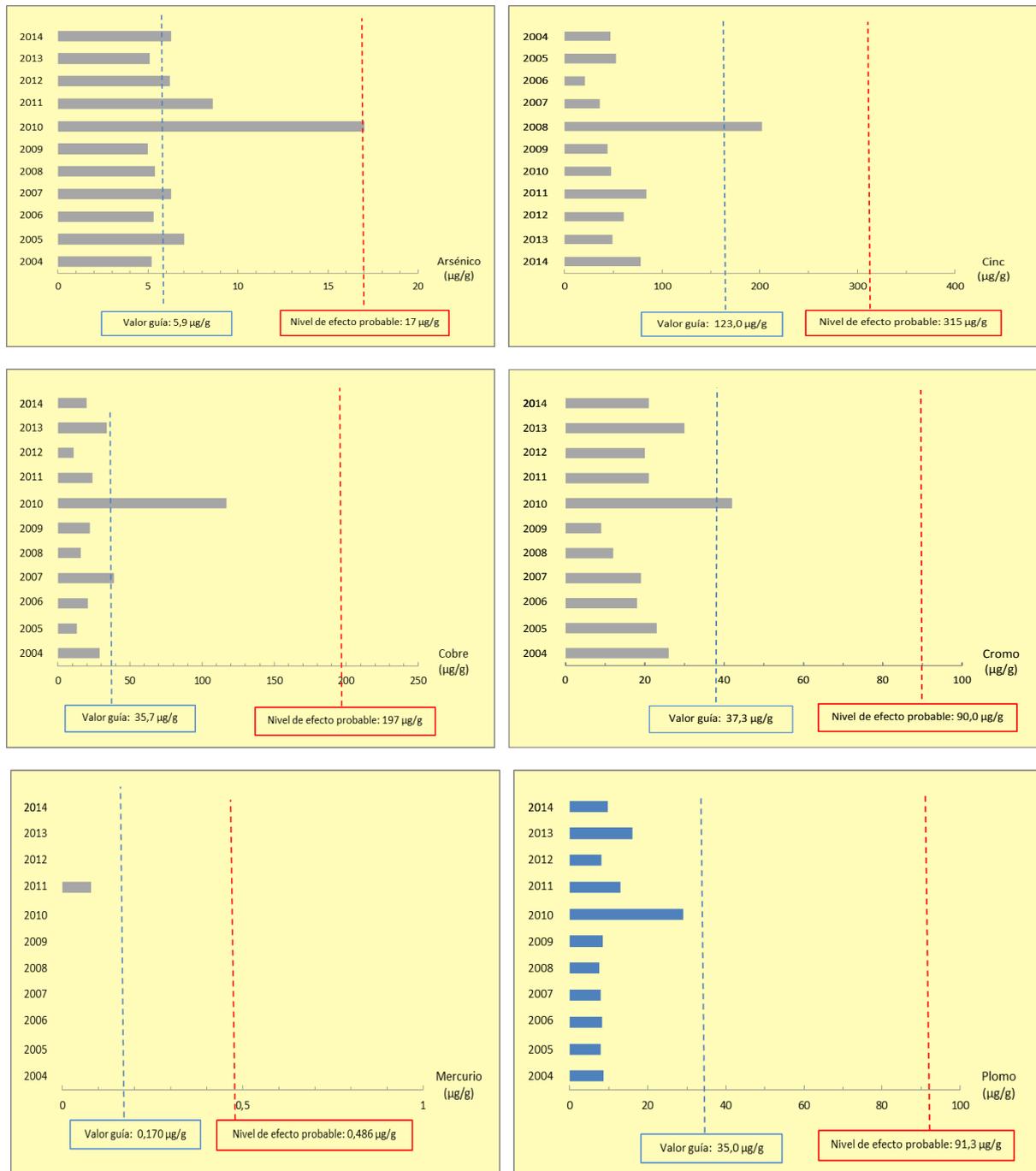


Fig. 3.8 - Variación de la concentración de arsénico, cadmio, cinc, cobre, cromo, mercurio y plomo en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la estación ubicada aguas abajo de Puesto Hernández en relación con los respectivos valores guía y niveles de efecto probable para la protección de la vida acuática (Período 2004 -2014).

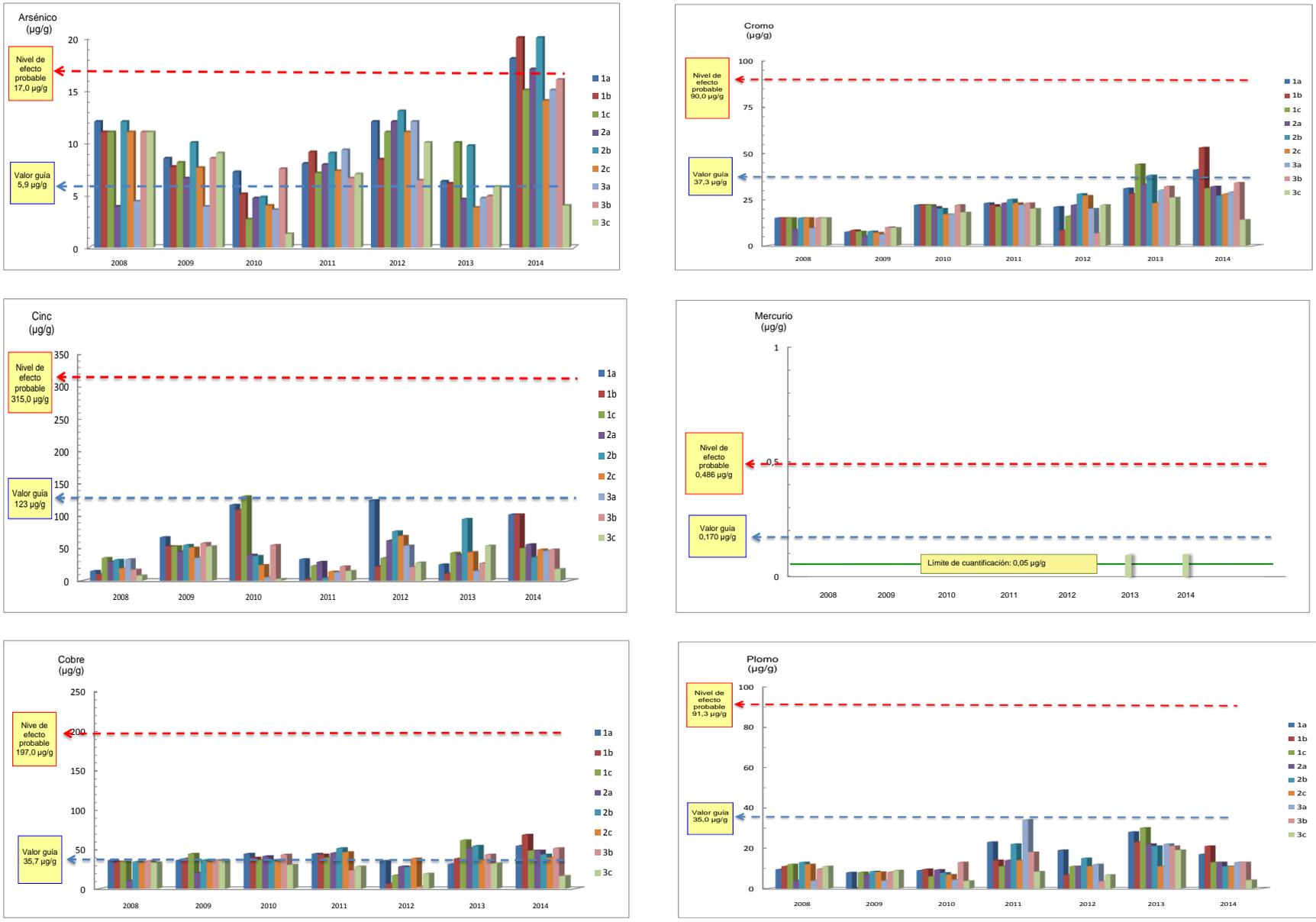


Fig. 3.9 - Variación de la concentración de arsénico, cinc, cobre, cromo, mercurio y plomo en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en sitios ubicados sobre tres transectas en el área de la toma del embalse Casa de Piedra en relación con los respectivos valores guía y niveles de efecto probable para la protección de la vida acuática (Período 2004 -2014).

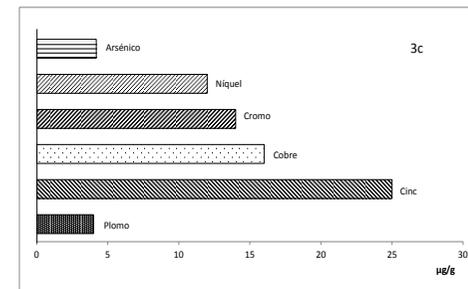
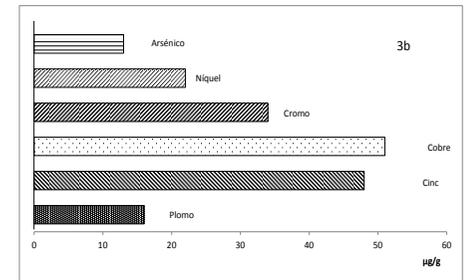
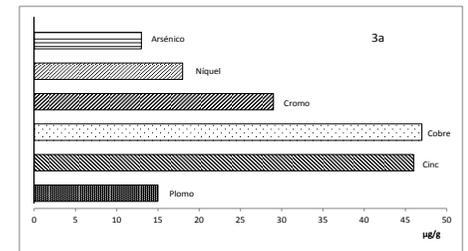
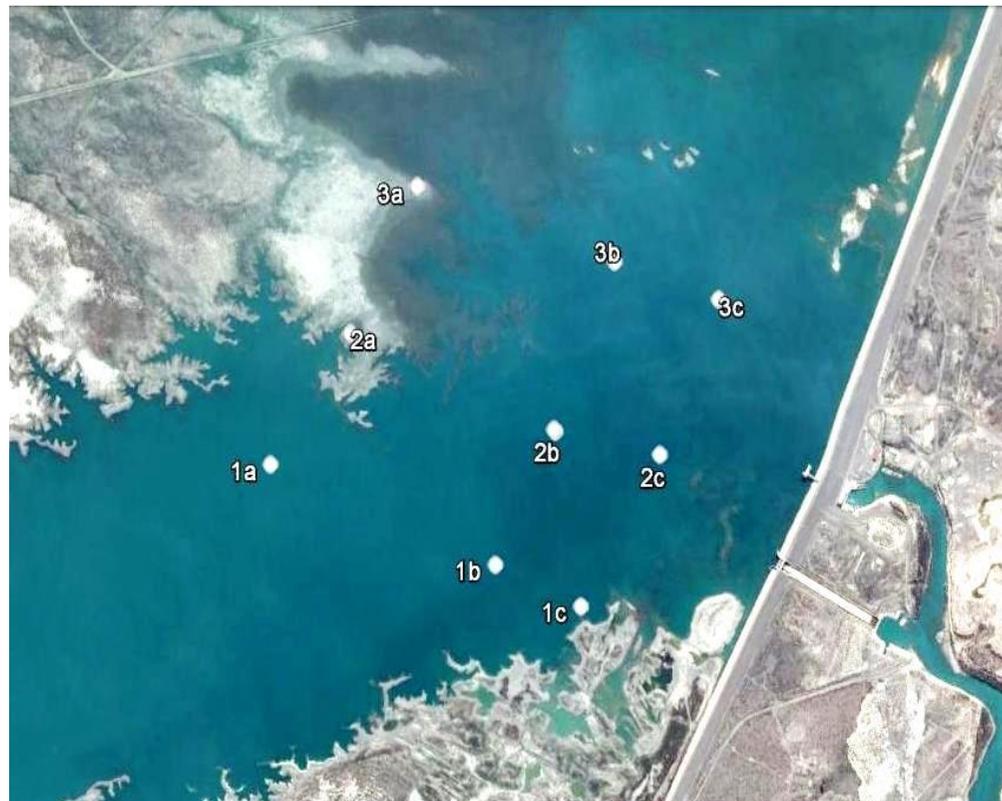
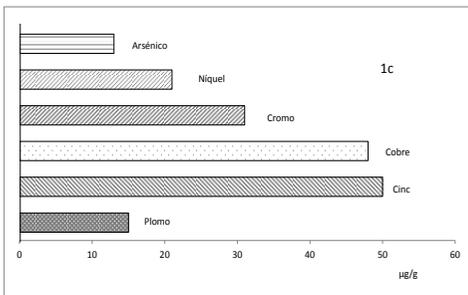
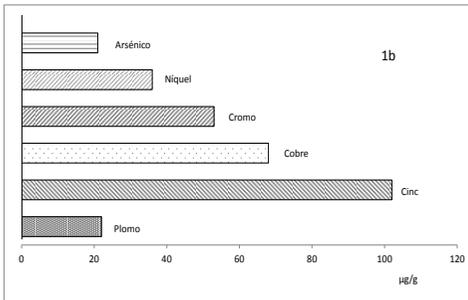
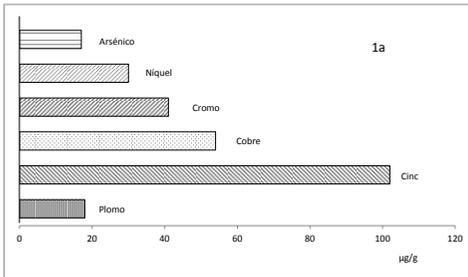
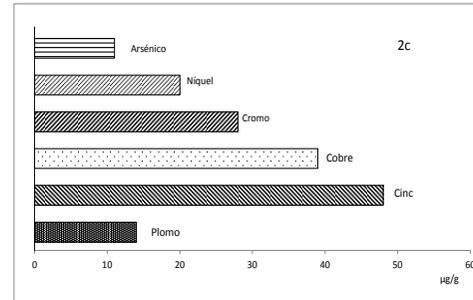
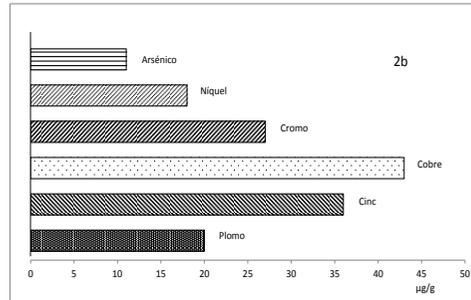
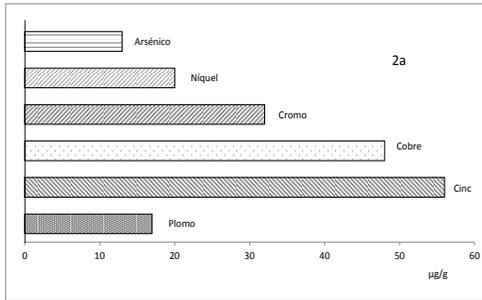


Fig. 3.10 – Concentraciones de metales/metaloideos en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en septiembre de 2014 en tres transectas en el área de la toma del embalse Casa de Piedra.

### 3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

(Tomado de Saenz, María Elena; Alberdi, José Luis; Di Marzio, Walter D. - Programa de Investigación en Ecotoxicología (PRIET) – Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Programa Integral de Calidad de Agua del Sistema del Río Colorado – Período 2014, Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, octubre de 2014).

Los ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo fueron llevados a cabo en el Laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología (PRIET) – Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján, Luján, provincia de Buenos Aires.

Para los ensayos fueron empleados dos organismos: *Hyalella curvispina*, crustáceo anfípodo bentónico y *Vallisneria spiralis*, macrófita acuática enraizada. En este último organismo fueron evaluados además los biomarcadores guaiacol peroxidasa y catalasas.

Las muestras fueron obtenidas en la estación aguas abajo de Puesto Hernández y en la toma del embalse Casa de Piedra (Tabla 3.14). En dichas muestras se efectuó también el análisis de metales/metaloideos y HAPs. Debido al bajo nivel de agua en el embalse en esta oportunidad tampoco fue posible extraer muestras de sedimentos en el área de la cola.

Tabla 3.14 – Estaciones de muestreo de sedimentos para ensayos ecotoxicológicos

Estación de muestreo	Coordenadas geográficas
Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández <sup>(1)</sup>	S 37°18'36.6" - O 69°03'02.4"
Embalse Casa de Piedra (cola)	
Sitio 1	S 38°12'16.76" - O 67°39'37.79"
Sitio 2	S 38°12'02.32" - O 67°39'37.99"
Embalse Casa de Piedra (toma)	
Sitio 1a	S 38°12'32".7 - O 67°13'13.7"
Sitio 2c	S 38°12'41.8" - O 67°12'00.8"
Sitio 3a	S 38°12'00.3" - O 67°12'37.7"

### 3.7.1 Ensayos con *Hyalella curvispina*

Los ensayos con *Hyalella curvispina* se efectuaron con muestras de sedimentos de fondo extraídas aguas abajo de Puesto Hernández y en el embalse Casa de Piedra (toma). La duración del diseño de ensayo seleccionado fue de 10 días. El protocolo utilizado corresponde al recomendado por la U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA 1996, 2000) y Di Marzio (Di Marzio et al. 1999).

Se evaluaron las muestras de sedimentos de fondo entero extraídas en las estaciones antes mencionadas, exponiendo a las mismas una población de *Hyalella curvispina* y registrándose como variables del ensayo la mortalidad y el crecimiento.

Al cabo de los 10 días de exposición, los distintos medios de ensayo control y tratados fueron filtrados a través de una malla de 400  $\mu\text{m}$ , a fin de separar y contar los ejemplares sobrevivientes en cada uno de ellos. Del mismo modo, se separaron los sobrevivientes y se midió la longitud total de estos ejemplares, en los grupos controles y tratados, a efectos de analizar las diferencias en el crecimiento potencial consecuencia de la exposición a los sedimentos evaluados.

En la Tabla 3.15 figuran los resultados alcanzados respecto de la mortalidad y crecimiento de los ejemplares controles y expuestos, durante 10 días a las muestras de sedimentos evaluados.

Tabla 3.15. Porcentajes de mortalidad y valores de la longitud total media observados como resultado de la exposición durante 10 días de una población de *Hyalella curvispina* a muestras de sedimento entero (100%) obtenidas aguas abajo de Puesto Hernández y en las estaciones Toma (1a, 2c y 3a) en el mes de Septiembre de 2014.

Muestra	Sobrevivencia (%)	s	c.v.	Crecimiento ( $\mu\text{m}$ )	s	c.v.
Control <sup>1</sup>	97,5	0,5	5,13	1276,25	62,63	4,91
Puesto Hernández	95	0,58	6,08	1275	64,55	5,06
Cola del embalse	No muestreado					
Toma del embalse Casa de Piedra (1a)	95	0,58	6,08	1237,5	110,87	8,96
Toma del embalse Casa de Piedra (2c)	90	0	--	1223,75	67,99	5,56
Toma del embalse Casa de Piedra (3a)	90	0,82	9,07	1216,25	77,82	6,40

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra. s: desvío estándar, c.v.: coeficiente de variación en %.

Los resultados presentados en la Tabla 3.15 indican que no se han registrado efectos ecotóxicos significativos de los sedimentos analizados respecto del crecimiento y sobrevivencia sobre individuos de *Hyalella curvispina* en ninguna de las muestras.

### **3.7.2 Ensayos con *Vallisneria spiralis***

Los ensayos de ecotoxicidad con sedimentos de fondo, fueron realizados utilizando como organismo de prueba a una población de *Vallisneria spiralis*, de acuerdo a las recomendaciones indicadas en *Biernacki et al., 1997, Laboratory assay of sediment phytotoxicity using the macrophyte Vallisneria americana, Environ. Toxicol. And Chem.* 16 (3): 472-478).

Se incubaron ejemplares jóvenes obtenidos a partir de cultivos pertenecientes al Laboratorio del Programa de Investigación en Ecotoxicología, en las muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra en el mes de septiembre de 2014.

La variable observada en los ensayos fue la generación de biomasa, mediante el conteo de hojas y la determinación del contenido de clorofila *a*.

Se llevaron a cabo estimaciones de la biomasa inicial de los ejemplares utilizados, mediante el conteo del número de hojas de cada planta.

Las concentraciones utilizadas para el ensayo fueron del 0% (control) y 100% para cada una de las muestras de las estaciones Puesto Hernández y toma del embalse. Los ensayos de toxicidad se llevaron a cabo por duplicado en acuarios de 50 cm de altura por 60 cm de largo por 30 cm de ancho, utilizándose un acuario por muestra.

Las incubaciones se realizaron a 22 °C con un fotoperiodo de 12 h luz/12 h oscuridad, bajo una intensidad lumínica de 1500 lux. Los recipientes se mantuvieron con aireación a lo largo del ensayo.

Al cabo de 10 días de incubación, se determinó el número de hojas nuevas en ejemplares expuestos y controles, como una estimación de la generación de biomasa a lo largo de la exposición, calculándose la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR). Por otra parte, a la finalización del ensayo, se realizaron estimaciones del contenido de clorofila *a* de los ejemplares tratados y controles. Estas estimaciones fueron realizadas mediante la técnica espectrofotométrica con lectura de extractos de clorofila en acetona *in vitro*. Se utilizó un espectrómetro *Shimadzu*.

Los resultados obtenidos en los ensayos se muestran en la Tabla 3.16

Tabla 3.16. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) y contenido de clorofila *a* de *Vallisneria spiralis* al cabo de 10 días de exposición a sedimento control y a muestras de 100% de sedimento provenientes de las estaciones Puesto Hernández y Toma del embalse Casa de Piedra (septiembre de 2014). Los resultados para cada muestra representan el promedio y el desvío estándar.

Muestra	Tasa de crecimiento relativo (TCR)	Contenido de clorofila <i>a</i> (mg/g, peso fresco)
Control <sup>1</sup>	9,9 (±0,05)	294,2 (±8,3)
Puesto Hernández	9,9 (±0,3)	284,5 (±5,3)
Cola del embalse	No muestreado	
Toma del embalse 1a	9,9 (±0,7)	286,4 (±4,7)
Toma del embalse 2c	9,8 (±0,6)	299,7 (±2,2)
Toma del embalse 3a	9,9 (±0,05)	305,4 (±3,1)

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones indicadas para el ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra. Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de tasa de crecimiento y contenido de clorofila *a*.

Los valores reportados en la Tabla 3.16 indican que no existen diferencias significativas entre la tasa de crecimiento relativo del control y las plantas incubadas en los sedimentos provenientes de las estaciones de muestreo toma Embalse 1a, toma Embalse 2c, toma de Embalse 3a y Puesto Hernández (ANOVA test de Dunnett,  $p \leq 0.05$ ).

No se registraron diferencias significativas entre los valores de Clorofila *a* de las plantas incubadas en los sedimentos de todas las estaciones de muestreo y los controles.

### 3.7.3 Evaluación de biomarcadores sobre *Vallisneria spiralis*

Adicionalmente, se efectuó la evaluación de biomarcadores en *Vallisneria spiralis*.

Fueron determinadas las actividades guaiacol peroxidasa y catalasas en los ejemplares control y expuestos al sedimento entero de las estaciones Puesto Hernández, toma de embalse 1a, toma de embalse 2c, toma de embalse 3a utilizadas en los ensayos de ecotoxicidad.

Para la determinación de la actividad guaiacol peroxidasa se empleó el método desarrollado por Egert y Tevini (Egert M and M Tevini, 2002, *Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (Allium schoenoprasum)*, *Environ. and Exp. Botany* 48: 43-49). En presencia de peróxido de hidrógeno, la enzima *guaiacol peroxidasa* (GPX) cataliza

la transformación del guaiacol a tetraguaiacol, producto de color marrón. La oxidación del guaiacol se monitorea mediante el incremento de la absorbancia a 470 nm.

La actividad catalasas fue determinada mediante el método desarrollado por Johansson y Borg (Johansson, L.H. and L.A. Borg, 1988, *A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples, Anal Biochem* 174: 331-336). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17 - Actividad guaiacol peroxidasa (milimoles de guaiacol catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero provenientes de las diferentes estaciones (septiembre de 2014).

Muestra	Actividad guaiacol peroxidasa (mM Guaiacol/min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	0,77 (±0,14)
Puesto Hernández	0,67 (±0,09)
Cola del embalse	No muestreado
Toma del embalse 1a	0,65 (±0,11)
Toma del embalse 2c	0,69 (±0,09)
Toma del embalse 3a	0,72 (±0,12)

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra. <sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática.

Los resultados registrados en la Tabla 3.17 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad guaiacol peroxidasa en las hojas de las plantas incubadas en todas las muestras de sedimento entero respecto de las plantas controles no expuestas.

En la Tabla 3.18 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de la actividad catalasas.

Tabla 3.18 Actividad catalasas (milimoles de peróxido de hidrógeno catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de una población de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero provenientes de las diferentes estaciones (septiembre de 2014).

Muestra	Actividad catalasas (mM H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	125,2 (±15,1)
Puesto Hernández	127,4 (±14,9)
Cola del embalse	No muestreado
Toma del embalse 1a	131,1 (±8,7)
Toma del embalse 2c	139,3 (±10,2)
Toma del embalse 3a	122,4 (±9,9)

<sup>1</sup> Población control mantenida durante 10 días en las condiciones del ensayo en sedimento estándar y agua de dilución, en ausencia de muestra. <sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de actividad enzimática.

Los resultados registrados en la Tabla 3.18 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad Catalasas de los ejemplares expuestos al sedimento entero de las distintas estaciones de muestreo, respecto de los controles en sedimento estándar.

En resumen, los resultados registrados en las Tablas 3.17 y 3.18 permiten observar que los sedimentos provenientes de todas las estaciones de muestreo evaluadas no ejercieron acciones sobre las actividades de las enzimas de estrés oxidativo estudiadas (guaiacol peroxidasa y catalasas) ya que estos parámetros no difirieron de los correspondientes a las plantas controles.

A diferencia de lo registrado en el presente ciclo, en las campañas efectuadas en los años 2012 y 2013 se observó que los sedimentos provenientes de los sitios toma del embalse 3a y Puesto Hernández provocaron un aumento significativo de las actividades de las mencionadas enzimas.

Con fines comparativos, en el Anexo VI se ha incluido el registro de resultados obtenidos en períodos de estudios anteriores (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011a y 2011b, 2012, 2013 y 2014).

### 3.7.4 Conclusiones generales

De los resultados expuestos, es posible establecer que:

- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos significativos, en relación a los controles, sobre el crecimiento (medido como longitud total media) y la sobrevivencia de las poblaciones del crustáceo bentónico dulceacuícola *Hyalella curvispina*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de las estaciones Puesto Hernández, toma del embalse 1a, 2c y 3a (ANOVA - Dunnett  $p < 0.05$ ).
- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre el contenido de clorofila *a*, considerados como estimadores de la biomasa, de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de las estaciones Puesto Hernández y toma del embalse 1a, 2c y 3a, (ANOVA-Dunnett  $p < 0.05$ ).
- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre la generación de hojas nuevas de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de las estaciones Puesto Hernández y toma del embalse 1a, 2c, y 3a (ANOVA-Dunnett  $p < 0.05$ ).
- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaiacol peroxidasa y catalasas, respecto de los controles, de la población de la planta macrófita acuática enraizada *Vallisneria spiralis*, como resultado de su exposición durante 10 días, a las muestras del sedimento entero extraídas de las estaciones Puesto Hernández y toma del embalse 1a, 2c y 3a (ANOVA-Dunnett  $p < 0.05$ ).

## Referencias

- CCME, 2002, *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*, Environmental Quality Guidelines.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO (International Organization for Standardization)/IEC (International Electrotechnical Commission), 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- COIRCO, 2000, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema del Río Colorado-Embalse Casa de Piedra*, Comisión Técnica Fiscalizadora, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario, Informe Técnico del Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO), 118 pp.
- COIRCO, 2001, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2000, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2001, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2002, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2006, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Años 2004-2005, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO, 2008, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Años 2006-2007, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2010, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2008, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 266 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011a, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2009, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011b, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2010, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2012, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2011, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 341 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2013, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2012, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 348 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2014, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático*, Año 2013, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 356 pp.
- Di Marzio, WD; Sáenz ME; Alberdi, JL and Tortorelli, MC, 1999, *Assessment of the Toxicity of Stabilized Sludges using Hyalella curvispina (Amphipod) Bioassays*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 63 (5): 654-659.

US EPA, 1996, *Ecological Effects Test Guidelines, OPPTS 850.1735, Whole Sediment Toxicity Invertebrates, Freshwater, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, 7101, EPA 712-C-96-354.*

U.S. EPA, 2000, *Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment-associated Contaminants with Freshwater Invertebrates. Duluth, Mn, EPA 600/R-99/064.*

# **Sustancias tóxicas en músculo de peces**

**Capítulo 4**



## Contenido

4.1	Introducción.....	155
4.2	Estaciones de monitoreo.....	155
4.3	Metodología de muestreo.....	157
4.4	Metodologías analíticas.....	161
4.4.1	Análisis de metales y metaloides.....	161
4.4.1.1	Técnicas y métodos analíticos.....	161
4.4.2	Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares.....	162
4.4.2.1	Técnicas y métodos analíticos.....	162
4.4.2.2	Calidad analítica.....	162
4.5	Resultados.....	164
4.6	Límites para el consumo humano.....	171
4.7	Discusión.....	172
	Referencias.....	173



## 4.1 Introducción

Como componente del Subprograma Calidad del Medio Acuático se lleva a cabo la investigación de la posible presencia de sustancias tóxicas en las partes comestibles de las diferentes especies de peces presentes en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra. Dichas sustancias (metales/metaloideos y HAPs), potencialmente originadas en fuentes naturales y antrópicas, podrían determinar la existencia de un riesgo para la salud humana a través de la ingesta de pescado si las mismas se acumularan hasta alcanzar niveles significativos.

A tal fin, anualmente se efectúan capturas de peces en sitios relevantes del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra.

El presente informe contiene la evaluación de los resultados obtenidos en el análisis de muestras de tejido muscular provenientes de las capturas de diferentes especies de peces llevadas a cabo en el año 2014.

## 4.2 Estaciones de monitoreo

Los muestreos de peces se efectuaron en sitios seleccionados en el río Colorado en el área Puesto Hernández y en el embalse Casa de Piedra (Fig 4.1). El primer sitio es representativo de una zona de explotación petrolera y de fuentes naturales de sustancias tóxicas (Fig. 4.2) y el segundo, un lugar de potencial acumulación de contaminantes (Fig. 4.3).



Fig. 4.1 – Ubicación de los sitios de muestreo de peces.

Tabla 4.1 - Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de peces

Sitio de muestreo	Coordenadas
Río Colorado (Puesto Hernández)	S 37°18'36.6" O 69°03'02.4"
Embalse Casa de Piedra (villa)	S 38°09'39.8" O 67°10'16.3"

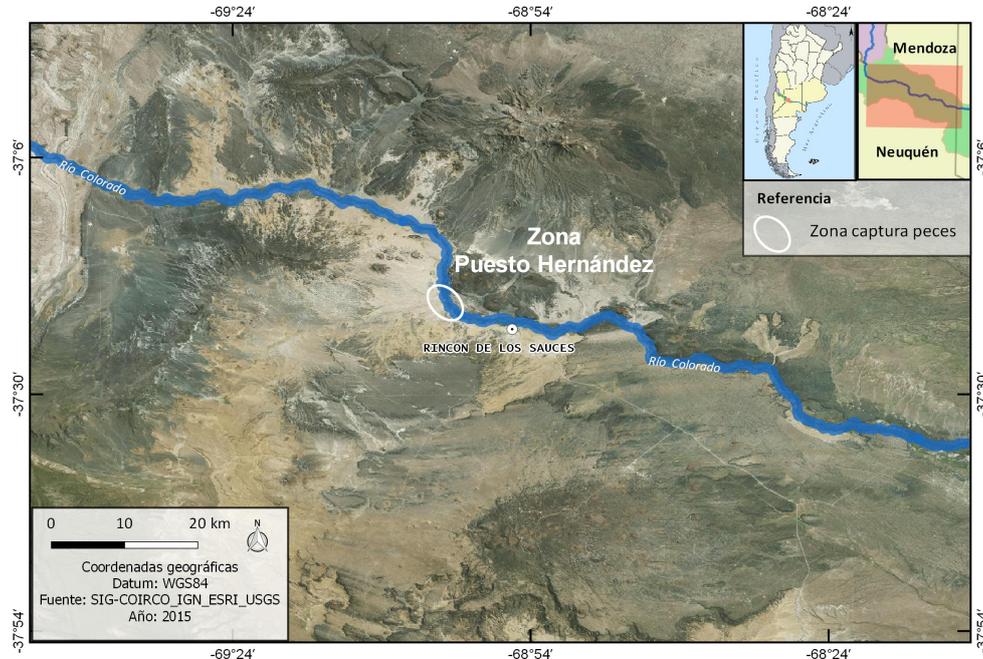


Fig. 4.2 – Zona de captura de peces aguas abajo de la ex descarga de Puesto Hernández. Representa un área con manifestaciones de una potente actividad volcánica en el pasado que se conjuga con una intensa explotación petrolera actual.



Fig. 4.3 – El área de captura de peces en el embalse Casa de Piedra se encuentra en una zona en el cual tiene lugar la sedimentación del material

particulado fino, constituyendo por lo tanto un lugar de potencial acumulación de contaminantes ligados a dicho material.

### 4.3 Metodología de muestreo

(Sauval, R. H., Muestreo de Peces en Río Colorado – Desfiladero Bayo y Embalse Casa de Piedra, Período Septiembre 2014)

La preparación de los elementos para el muestreo de peces y la obtención de las muestras de tejido muscular fue llevada a cabo conforme a lo establecido en los respectivos Procedimientos Operativos Estándar (PO P001 y PO P002) del Programa de Aseguramiento de la Calidad para Operaciones de Campo del COIRCO.

Se emplearon tres diferentes métodos de pesca a fin de incrementar la posibilidad de captura: redes agalleras, red de voleo (*casting net*) y pesca eléctrica.

#### Redes agalleras

La unidad de muestreo con redes fue una batería de redes agalleras (*Fukui Fishing Net Co. Ltd.*), compuesta por siete paños armados de distinto tamaño de malla. Este método de pesca se aplicó en el embalse Casa de Piedra (Fig. 4.4).

En el embalse Casa de Piedra se realizaron pescas en un sitio en el área adyacente a la presa del embalse, en cercanías de la Villa Casa de Piedra, sobre margen izquierda. En ese sitio se caló una batería completa al atardecer, dejándola durante una noche.

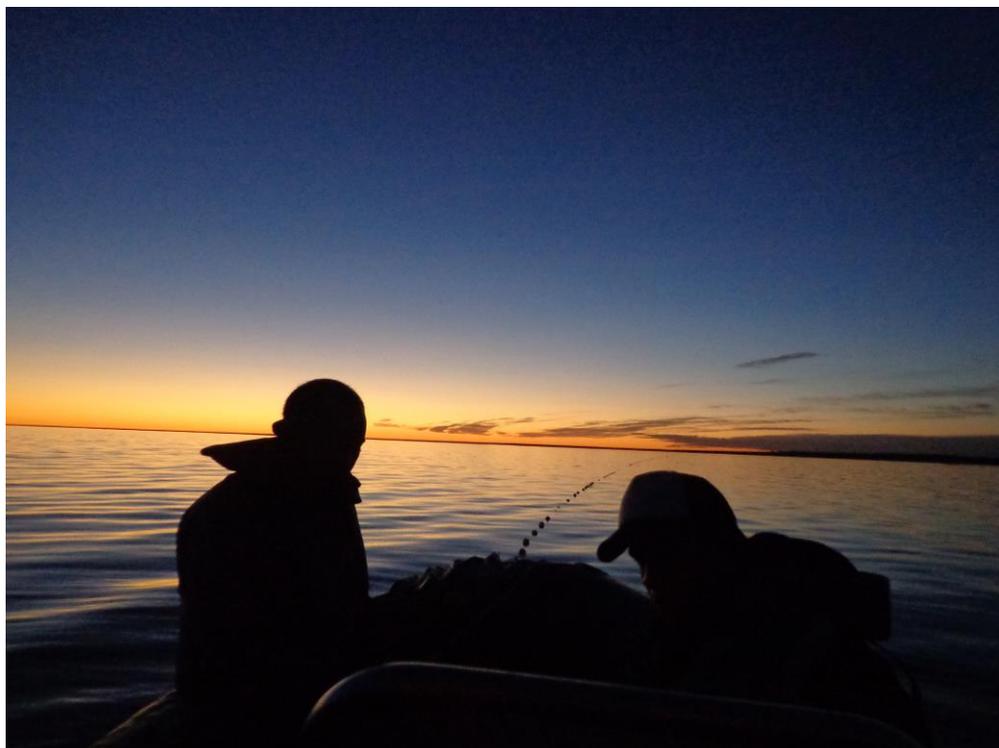


Fig. 4.4 – Pesca con red agallera en el embalse Casa de Piedra.

### Red de voleo (*casting net*) y pesca eléctrica

Estas artes de pesca se emplearon en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández, en sectores de aguas someras.

La pesca eléctrica (Fig. 4.4), dio resultados semejantes a los del año 2013, con mayor transparencia del agua en esta oportunidad. Esta técnica requiere un agua que permita la visibilidad de los peces atraídos hacia el cátodo. Se capturaron dos bagres otunos y ocho bagres de torrente, todos individuos de pequeña talla. No se observó la presencia de percas ni de pejerreyes.

Con la red de voleo (Fig. 4.5) no se obtuvieron capturas habiéndose realizado veinticinco lances en diversos ambientes del río.



Fig. 4.4 – Equipo para pesca eléctrica.



Fig. 4.5 – Red de voleo empleada para pesca en el río.

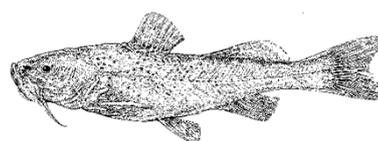
En la Tabla 4.2 se detallan las especies obtenidas en cada estación en la campaña de septiembre de 2014 y el número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal para el análisis de metales y metaloides y HAPs. En la Fig. 4.6 se ilustran las especies capturadas.

Tabla 4.2 – Especies de peces capturadas en la campaña de muestreo de septiembre de 2014 y número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal.

Estación	Nombre común	Nombre científico
Río Colorado (Puesto Hernández)	Bagre de torrente (5) Bagre otuno (1)	<i>Hatcheria macraei</i> <i>Olivaichthys viedmensis</i>
Embalse Casa de Piedra (villa)	Pejerrey bonaerense (20) Carpa (5)	<i>Odontesthes bonariensis</i> <i>Ciprynus Carpio</i>



BAGRE DE  
TORRENTE  
(*Hatcheria macraei*)



BAGRE OTUNO  
(*Olivaichthys viedmensis*)



PEJERREY BONAERENSE  
(*Odontesthes bonariensis*)



CARPA  
(*Ciprynus carpio*)

Fig. 4.6 - Especies de peces capturadas en el río Colorado (Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (villa) (bagre de torrente, bagre otuno, pejerrey bonaerense, y carpa: imágenes tomadas de "Especies ictícolas de aguas continentales patagónicas" - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación).

En la presente campaña se capturaron 51 peces en total (10 en el río Colorado y 41 en el embalse Casa de Piedra).

Una vez obtenidos los ejemplares fueron medidos (largo total) (Fig. 4.7) y pesados (peso fresco total). Inmediatamente después de obtener el peso se realizó la disección de cada ejemplar, extrayendo dos porciones de los paquetes musculares

dorsales, mediante la utilización de un cuchillo cerámico (Fig. 4.8) a fin de evitar la posible contaminación por metales en la disección.



Fig. 4.7 – Medición de la talla de ejemplares de pejerrey bonaerense



Fig. 4.8 – Disección de un ejemplar de carpa y extracción de una porción del músculo dorsal mediante un cuchillo de hoja cerámica para el análisis de metales/metaloides y HAPs.

Las porciones de músculo dorsal de cada especie íctica fueron envasadas en frascos de vidrio para el análisis de metales y metaloides y HAPs (Fig. 4.9). Todos los elementos de envasado utilizado fueron acondicionados previamente según lo indicado en el Procedimiento Operativo Estándar PO P001.

Las muestras fueron mantenidas bajo refrigeración en una conservadora conteniendo hielo, congelándolas luego a  $-18^{\circ}\text{C}$  en *freezer*, enviándose en ese estado a los respectivos laboratorios.



Fig. 4.9 – Ejemplares de peces capturados a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal para el análisis de metales/metaloides y HAPs.

En el muestreo de peces llevado a cabo en la presente campaña, en algunos casos, a pesar de los esfuerzos de pesca, no pudieron lograrse capturas que alcanzaran el número mínimo de ejemplares recomendados para este tipo de estudios (*Ministry of Environment and Energy* 2013). Este hecho ya se ha producido con anterioridad en otros ciclos de estudio, en particular en el río Colorado (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010 y 2011,2012, 2013 y 2014).

## 4.4 Metodologías analíticas

### 4.4.1 Análisis de metales y metaloides

Los análisis de metales y metaloides en músculo de peces de fondo fueron llevados a cabo en el laboratorio del Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN), dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005). A partir de junio de 2014 dichas determinaciones se encuentran acreditadas por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA).

#### 4.4.1.1 Técnicas y métodos analíticos

Las técnicas y métodos preparatorio (EPA 200.3) y analíticos empleados con sus respectivos límites de cuantificación se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 – Técnicas y métodos analíticos y sus respectivos límites de cuantificación empleados en el análisis de metales y metaloides en músculo de peces

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/g)
Antimonio	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Arsénico	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Bario	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Cadmio	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,1
Cinc	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	1,0
Cobre	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,5
Cromo	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Hierro	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	1,0
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 200.3 – 7471 A	0,05
Molibdeno	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Níquel	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,2
Plata	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,3
Plomo	ICP-OES	EPA 200.3 – 6010 B	0,15
Selenio	ICP-OES	EPA 200.3 – 7741 A	0,4

A.A.: espectrometría de absorción atómica – ICP-OES: espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo con detección óptica. EPA: *Environmental Protection Agency* (Estados Unidos)

#### 4.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares

Los análisis de HAPs en músculo de peces fueron llevados a cabo mediante cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas en el Laboratorio de Análisis Cromatográficos CIC de Lomas del Mirador, provincia de Buenos Aires. Este laboratorio cuenta con un sistema de calidad basado en la Norma ISO/IEC 17025 (ISO/IEC 2005).

##### 4.4.2.1 Técnicas y métodos analíticos

Las muestras de músculo de los diferentes ejemplares fueron homogeneizadas, tomándose de cada una porciones representativas. Se efectuó una extracción con una solución de acetonitrilo-agua agregándosele una mezcla de sales para separar la fase orgánica.

Se tomó una fracción de la fase orgánica separada y se colocó en un tubo *Agilent Bond Elut QuEChERS fatty simple SPE*, se agitó, se centrifugó y se tomó el sobrenadante evaporándolo a presión reducida, retomando luego cada muestra en 1 mL de cloroformo. Se inyectó en el cromatógrafo 1 µL para cada ensayo (dos distintos para cada muestra: cualitativo de identificación y cuantitativo para HAPs).

##### 4.4.2.2 Calidad analítica

La verificación de la calidad analítica en la determinación de metales/metaloides se llevó a cabo analizando, junto con las muestras de músculo dorsal de las

diferentes especies de peces, un material de referencia certificado (DORM-2 - *National Research Council - NRC - Canada*). En la Tabla 4.4 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 4.4 - Análisis de metales y metaloides en el material de referencia certificado DORM-2 - *National Research Council (NRC) - Canada*

Elemento	Concentración certificada ( $\mu\text{g/g}$ ) <sup>(1)</sup>	Concentración hallada ( $\mu\text{g/g}$ )	Error <sup>(2)</sup> %
Antimonio	no disponible	<0,2	-
Arsénico	18,0 $\pm$ 1,1 <sup>(1)</sup>	13 $\pm$ 2	-27,7
Bario	no disponible	2,0 $\pm$ 0,3	-
Cadmio	0,043 $\pm$ 0,008 <sup>(1)</sup>	<0,1	-
Cinc	25,6 $\pm$ 2,3	24,4 $\pm$ 1,4	-4,7
Cobre	2,34 $\pm$ 0,16	2,3 $\pm$ 0,3	-1,7
Cromo	34,7 $\pm$ 5,5	31,7 $\pm$ 2,0	-8,6
Hierro	142 $\pm$ 10	130 $\pm$ 7	-8,5
Mercurio	4,64 $\pm$ 0,26	4,36 $\pm$ 0,11	-6,0
Molibdeno	no disponible	<0,2	-
Níquel	19,4 $\pm$ 3,1	17,8 $\pm$ 1,5	-8,2
Plata	0,041 $\pm$ 0,013	<0,3	-
Plomo	0,065 $\pm$ 0,007	<0,15	-
Selenio	1,40 $\pm$ 0,09	1,4 $\pm$ 0,2	0,0

<sup>(1)</sup> Las incertidumbres corresponden a un nivel de confianza del 95%.

<sup>(2)</sup> Gaskin, J.E. 1993.

En la determinación de HAPs, la calidad analítica fue evaluada mediante el análisis de una muestra de músculo dorsal, fortificada con un estándar de este tipo de sustancias, el cual contenía naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo [b] y [k] fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno e indeno[c,d]pireno.

En la Tabla 4.5 se muestran los porcentajes de recuperación obtenidos para cada HAP.

Tabla 4.5 – Porcentajes de recuperación de HAPs en músculo de carpa capturada en el embalse Casa de Piedra (cola) en septiembre de 2013, fortificada con un estándar.

HAP	% Recuperación <sup>(1)</sup>
Naftaleno	80
Acenaftileno	91
Acenafteno	91
Fluoreno	94
Antraceno	97
Fenantreno	96
Fluoranteno	93
Pireno	93
Benzo[b+k]antraceno	96
Criseno	93
Benzo[b+k]fluoranteno	95
Benzo[a]pireno	92
Dibenzo[a,h]antraceno	93
Benzo[g,h,i]perileno	94
Indeno[c,d]pireno	97

<sup>(1)</sup> Gaskin, J.E., 1993

## 4.5 Resultados

En las Tablas 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en músculo dorsal de las especies capturadas y muestreadas en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra.

En el ANEXO VIII del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido, la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011a, 2011b, 2012, 2013 y 2014, Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

# ESTACIÓN RÍO COLORADO – ÁREA PUESTO HERNÁNDEZ





Tabla 4.6 – Concentraciones de metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el río Colorado (área Puesto Hernández) en septiembre de 2014.

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Bagre de torrente (5)	Bagre otuno (1)
Arsénico	<0,2	<0,2
Antimonio	<0,2	<0,2
Bario	<0,2	<0,2
Cadmio	<0,1	<0,1
Cinc	11 $\pm$ 1	8,2 $\pm$ 0,7
Cobre	<0,5	0,5 $\pm$ 0,1
Cromo	<0,2	<0,2
Hierro	13 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1
Mercurio	0,05 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,02
Molibdeno	<0,2	<0,2
Níquel	<0,2	<0,2
Plata	<0,3	<0,3
Plomo	<0,15	0,9 $\pm$ 0,1
Selenio	0,4 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1

Tabla 4.7 – Concentraciones de HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el río Colorado (área Puesto Hernández) en septiembre de 2014.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Bagre de torrente (5)	Bagre otuno (1)
Naftaleno	0,0425	0,0526
Acenaftileno	<LD	<LD
Acenafteno	<LD	<LD
Fluoreno	<LD	<LD
Fenantreno	<LD	<LD
Antraceno	<LD	<LD
Metilnaftaleno	<LD	<LD
Dimetilnaftaleno	<LD	<LD
Metilfenantreno	<LD	<LD
Dimetilfenantreno	<LD	<LD
Fluoranteno	<LD	<LD
Pireno	<LD	<LD
Benzo[b+k]fluoranteno	<LD	<LD
Criseno	<LD	<LD
Benzo[a]antraceno	<LD	<LD
Benzo[a]pireno	<LD	<LD
Dibenzo[a,h]antraceno	<LD	<LD
Benzo[g,h,i]perileno	<LD	<LD
Indeno[c,d]pireno	<LD	<LD

LD: Límite de detección (0,001  $\mu\text{g/g}$ ) – Límite de cuantificación: 0,006  $\mu\text{g/g}$

# ESTACIÓN EMBALSE CASA DE PIEDRA (ÁREA VILLA)





Zona de pesca en área de la Villa Casa de Piedra

Tabla 4.8 – Concentraciones de metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de ejemplares de diferentes especies de peces capturadas en el embalse Casa de Piedra (villa) septiembre de 2014.

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Pejerrey bonaerense (20)	Carpa (5)
Arsénico	$0,7 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$
Antimonio	$<0,2$	$<0,2$
Bario	$0,4 \pm 0,1$	$0,2$
Cadmio	$<0,1$	$<0,1$
Cinc	$8,0 \pm 0,7$	$5,0 \pm 0,4$
Cobre	$1,3$	$<0,5$
Cromo	$3,0 \pm 0,2$	$<0,2$
Hierro	$26 \pm 2$	$7,3 \pm 0,6$
Mercurio	$0,16 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,02$
Molibdeno	$<0,2$	$<0,2$
Níquel	$<0,2$	$<0,2$
Plata	$<0,3$	$<0,3$
Plomo	$4,4 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,1$
Selenio	$<0,4$	$<0,4$

Tabla 4.9 -Concentraciones de HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el embalse Casa de Piedra (villa) en septiembre de 2014.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Pejerrey bonaerense (20)	Carpa (5)
Naftaleno	0,0089	$<LD$
Acenaftileno	$<LD$	$<LD$
Acenafteno	$<LD$	$<LD$
Fluoreno	$<LD$	$<LD$
Fenantreno	$<LD$	$<LD$
Antraceno	$<LD$	$<LD$
Metilnaftalenos	$<LD$	$<LD$
Dimetilnaftalenos	$<LD$	$<LD$
Metilfenantrenos	$<LD$	$<LD$
Dimetilfenantrenos	$<LD$	$<LD$
Fluoranteno	$<LD$	$<LD$
Pireno	$<LD$	$<LD$
Benzo[b]fluoranteno	$<LD$	$<LD$
Benzo[k]fluoranteno	$<LD$	$<LD$
Benzo[a]antraceno	$<LD$	$<LD$
Criseno	$<LD$	$<LD$
Benzo[a]pireno	$<LD$	$<LD$
Dibenzo[a,h]antraceno	$<LD$	$<LD$
Benzo[g,h,i]perileno	$<LD$	$<LD$
Indeno[c,d]pireno	$<LD$	$<LD$

LD (Límite de detección):  $0,001 \mu\text{g/g}$  - (Límite de cuantificación:  $0,003 \mu\text{g/g}$ )

En los ejemplares capturados en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández, (Tabla 4.6), al igual que en el año 2013, no hubo detección de arsénico, antimonio, bario, cadmio, cromo, molibdeno y plata. Tampoco se registró la presencia de níquel. Se halló cinc, hierro, mercurio, plomo, y selenio en las dos especies capturadas. En tanto que cobre y plomo fueron detectados únicamente en bagre otuno.

En el embalse Casa de Piedra, en el área cercana a la villa (Tabla 4.8) se detectó arsénico, bario, cinc, hierro, mercurio y plomo en ambas especies capturadas, en tanto que cobre y cromo fueron hallados únicamente en pejerrey bonaerense.

En relación con los HAPs, en el río Colorado (área Puesto Hernández), se detectó únicamente naftaleno en las dos especies investigadas (Tabla 4.7). En tanto que en el embalse Casa de Piedra se halló este hidrocarburo solamente en pejerrey bonaerense (Tabla 4.9).

## 4.6 Límites para el consumo humano

Los resultados obtenidos en el análisis de metales y metaloides fueron evaluados tomando como referencia los límites máximos de tolerancia para contaminantes inorgánicos para productos de la pesca (Res. ex-SENASA N° 533 del 10/05/94), los cuales se muestran en la Tabla 4.10 y los límites para el consumo de pescado basados en el riesgo de la US EPA (US EPA 2000) para los elementos que fueron detectados.

Tabla 4.10 – Límites máximos de tolerancia para contaminantes inorgánicos en peces y productos de la pesca (SENASA)

Metal/metaloide	Límite (µg/g)
Antimonio	20
Arsénico	1
Bario	500
Cadmio	5
Cinc	100
Cobre	10
Cromo	-
Hierro	500
Mercurio	0,5
Molibdeno	-
Níquel	150
Plata	1
Plomo	20
Selenio	0,3

Para la evaluación de los resultados obtenidos en el análisis de HAPs se tomaron como referencia los límites para el consumo de pescado basados en el riesgo de la US EPA (US EPA 2000).

## 4.7 Discusión

Las concentraciones de metales/metaloides detectadas en el músculo dorsal de las especies capturadas en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández, en casi todos los casos resultaron muy inferiores a los respectivos límites para el consumo establecidos por SENASA (SENASA 1994). La excepción la constituyó el selenio, el cual se detectó en las dos especies analizadas en concentraciones que superaron ligeramente el límite de SENASA.

Sin embargo, como es habitual en esta zona, el número de ejemplares capturados fue muy escaso, no pudiendo extraerse conclusiones acerca de la significación de los niveles hallados de la citada sustancia en las dos especies capturadas.

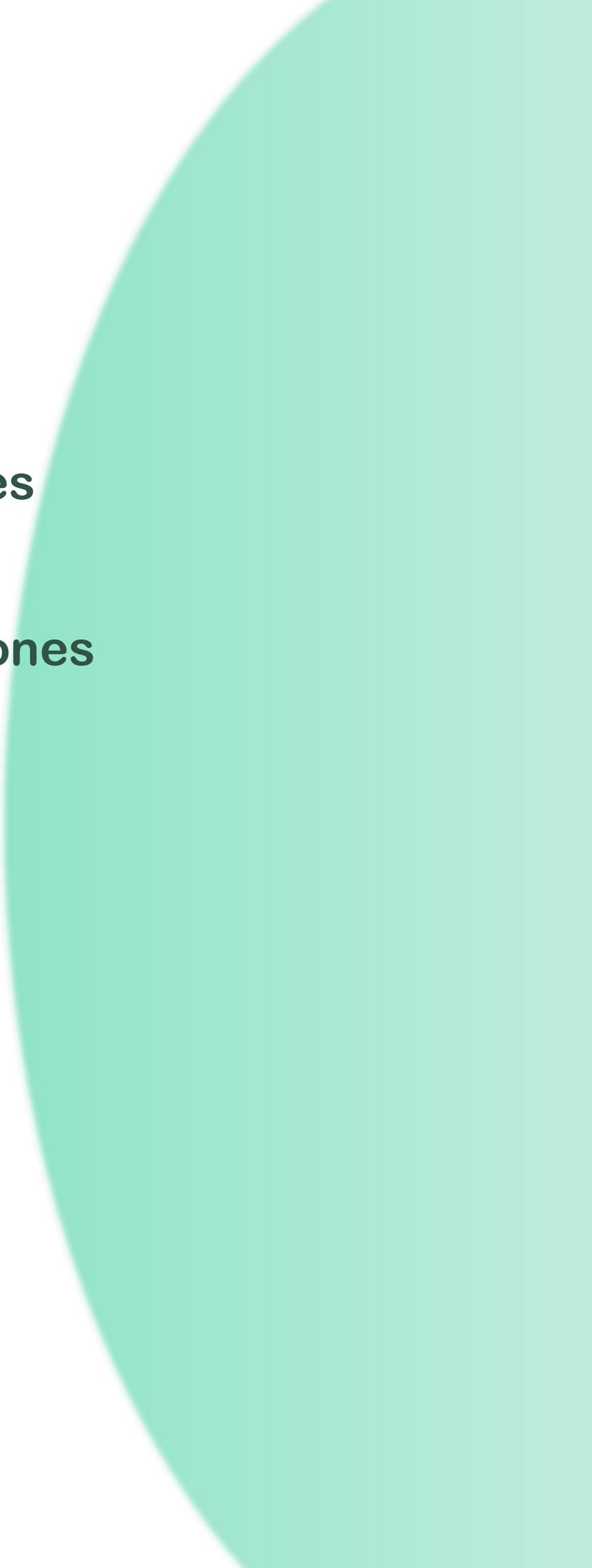
En general, la detección de metales/metaloides en el músculo dorsal de los ejemplares de las dos especies capturadas en el embalse Casa de Piedra tuvo lugar en concentraciones inferiores a los respectivos límites para el consumo humano. Solamente el contenido de arsénico en carpa superó ligeramente el respectivo límite.

Tanto en el río Colorado como en el embalse Casa de Piedra, el único HAP detectado fue naftaleno, lo cual ocurrió en tres de las cuatro especies analizadas. Este es un miembro del grupo que por su naturaleza y su concentración, en un nivel muy bajo, no representa un riesgo para la salud humana, no siendo necesario por lo tanto recomendar restricciones al consumo de pescado.

## Referencias

- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2000, *Evaluación de la calidad del agua del sistema río Colorado-embalse Casa de Piedra para diferentes usos*, 4tas Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 3 al 6 de octubre de 2000, Salta.
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2003, *Calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado*, 5<sup>tas</sup> Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 4 al 7 de noviembre de 2003, Mendoza.
- Alcalde, R., Perl, J.E., Andrés, F., 2005, *Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del río Colorado (Argentina)*, XX Congreso Nacional del Agua, 9 al 14 de mayo de 2005, Mendoza.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2001, *Programa de Relevamiento y Monitoreo de Calidad de Aguas del Sistema del Río Colorado- Embalse Casa de Piedra-Año 2000*, Comisión Técnica Fiscalizadora, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario, Informe Técnico del Comité Interjurisdiccional del río Colorado (COIRCO), 73 pp. y Anexos.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2002, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2001*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía y Minería de la Nación, Grupo Interempresario. 73 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2003, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2002*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 97 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2004, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2003*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 127 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2006, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Años 2004-2005*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 189 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2008, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Años 2006-2007*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 257 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2010, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2008*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 266 pp.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011a, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2009*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2011b, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2010*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 121 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2012, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2011*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 341 pp. y anexos en formato digital.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2013, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2012*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 348 pp.

- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), 2014, *Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Calidad del Medio Acuático, Año 2013*, Informe Técnico; Comité Interjurisdiccional del Río Colorado, Secretaría de Energía de la Nación, Grupo Interempresario. 356 pp.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring*, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.
- ISO/IEC, 2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- Ministry of Environment and Energy, 2013, *Guide to eating Ontario sport fish, 2013-2014*, Twenty-seventh Edition, Revised. Ontario, Canada.
- Perl, J.E., 2000, *Programa Integral de Calidad de Aguas de la Cuenca del río Colorado, Argentina*, IV Seminario Taller de Cuencas Hidrológicas Patagónicas – Río Gallegos.
- Perl, J.E., 2002, *Manejo Integral de la Cuenca del río Colorado - Calidad de Aguas IV Seminario Internacional de Cuencas*, Ushuaia, noviembre de 2002.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency), 2000, *Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories – Volume 2: Risk Assessment and fish consumption limits. Third edition - 823\_B-00-008* –Washington D.C.



**Conclusiones  
y  
Recomendaciones**



## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la ejecución del Subprograma Calidad del Medio Acuático en el período de estudio 2014, permiten extraer las siguientes conclusiones:

- **Calidad del agua**

El monitoreo de metales/metaloideos y HAPs complementado mediante la realización de ensayos ecotoxicológicos en la columna de agua en las estaciones establecidas al efecto, permite establecer que el agua mantiene su aptitud para ser usada como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

En el transcurso del año 2014 se volvieron a repetir las condiciones de un año hidrológico seco. En efecto, desde el invierno del 2010 la Cuenca del Río Colorado está atravesando una crisis hídrica, impactando en el incremento de la salinidad del agua de sus cursos. El mencionado incremento obedece a un fenómeno natural, el cual es ampliamente conocido, y tiene su seguimiento a través del Subprograma "Red Histórica de Monitoreo de Calidad de Aguas".

En el Anexo IX del presente informe se hace una síntesis de los resultados del mencionado Subprograma (sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, iones y cationes mayoritarios), los mismos son coincidentes con la percepción de los distintos usuarios de la cuenca, tanto en el río Grande, Barrancas como en el Colorado (tramo regulado y no regulado), es decir, en el consumo de agua potable por la alteración del sabor, por los efectos del aumento de la dureza ("cortado" del jabón, producción de incrustaciones en sistemas domiciliarios de agua caliente y utensilios de cocina) o bien en las áreas de riego por la aparición de depósitos de sales. Estas situaciones obedecen a causas naturales y no tiene relación con el resto de las sustancias analizadas en el Subprograma de Calidad del Medio Acuático (metales / metaloides; hidrocarburos).

Se considera importante destacar que la campaña de columna líquida del mes de abril se desarrolló inmediatamente después de lluvias significativas en el área petrolera. Tanto en los monitoreos implementados durante el lapso de las lluvias (3 al 10 de abril), como en la campaña programada del mencionado mes de abril (12 al 14 de abril), no se detectaron metales / metaloides, ni hidrocarburos.

- **Calidad de los sedimentos de fondo**

La investigación de metales/metaloideos y HAPs en sedimentos de fondo en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) puso de manifiesto que los niveles detectados de estas sustancias no representaban un riesgo para la vida acuática.

Los ensayos ecotoxicológicos crónicos llevados a cabo con los dos organismos de prueba empleados fueron coherentes con dichos resultados. En las muestras de sedimentos de fondo extraídas en la toma del embalse Casa de Piedra, los valores de arsénico superaron el valor guía en todos los casos. No obstante, los ensayos ecotoxicológicos crónicos con sedimentos enteros con los dos organismos de prueba mostraron la ausencia de efectos tóxicos crónicos y la evaluación de las actividades de biomarcadores sobre *Vallisneria spiralis* no puso de manifiesto la existencia de efectos significativos.

- **Sustancias tóxicas en músculo de peces**

El análisis de metales/metaloideos e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en las partes comestibles de las especies de peces capturadas en el río Colorado (Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra, no indicaron la necesidad de recomendar restricciones al consumo de pescado. En Puesto Hernández para las dos especies capturadas y en el embalse Casa de Piedra para carpa, debido al escaso número de ejemplares capturados, no es posible extraer una conclusión definitiva.

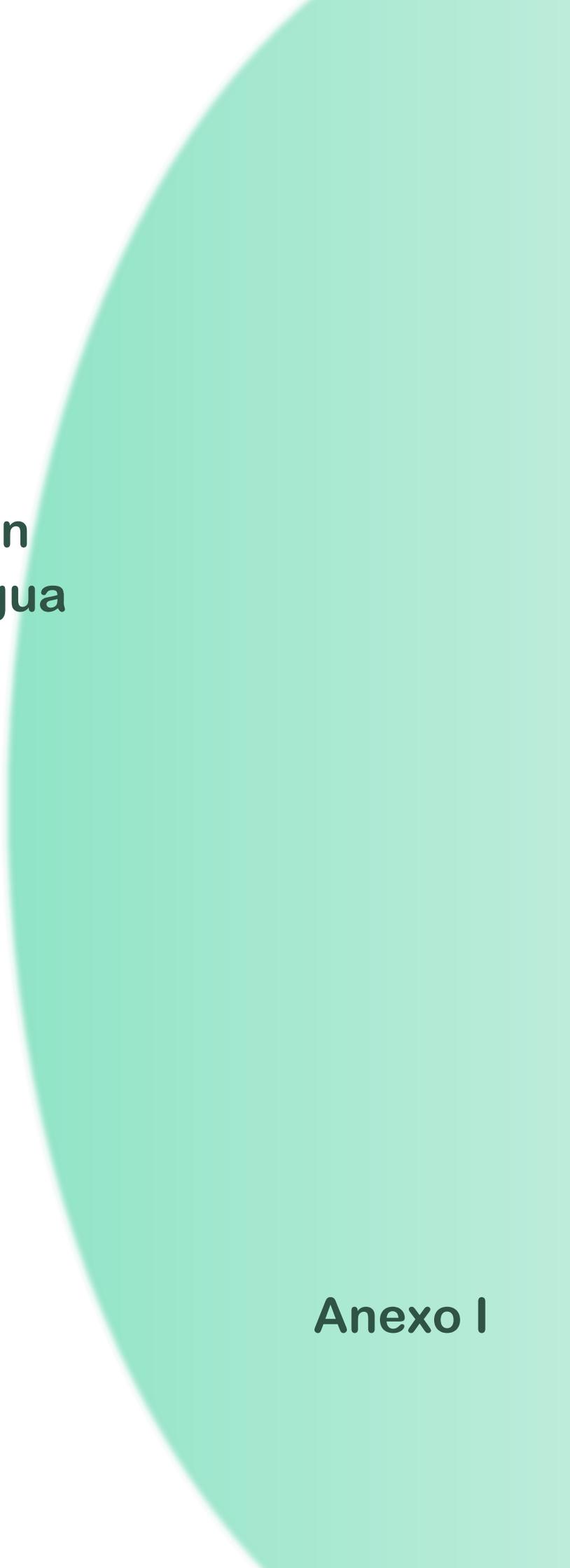
## Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo de metales/metaloideos e hidrocarburos en columna de agua en las estaciones establecidas al efecto con el fin de lograr una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.
- Continuar con la realización de los ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado como complemento del análisis químico en los sitios evaluados en el presente ciclo.
- Mantener el monitoreo de metales/metaloideos y HAPs en sedimentos de fondo en las estaciones establecidas para ese fin en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra con el fin obtener una evaluación continua en el tiempo.
- Continuar con la realización de ensayos ecotoxicológicos con la mencionada matriz, con el fin de mantener un seguimiento permanente y observar la evolución de los resultados variables obtenidos en el presente ciclo y en ciclos anteriores en la evaluación de biomarcadores en el río Colorado y en el embalse Casa de Piedra.
- Continuar con el monitoreo de sustancias tóxicas en músculo de peces, a fin de contar con información actualizada sobre la variación en el tiempo de las concentraciones de metales/metaloideos e hidrocarburos aromáticos polinucleares. Para estos últimos se debe procurar alcanzar límites de cuantificación más bajos que los alcanzados hasta el presente.

**Anexos**







# **Metales y metaloides en columna de agua**

**Anexo I**



Tabla I.1. Estación: CL 0  
 Descripción: río Barrancas altura puente Ruta Nacional N° 40

Latitud: S 36° 49' 02.3"

Longitud: O 69° 52' 16.4"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
<b>2000</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2001</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2002</b>	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	5	8	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/05	<5	<1	2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	8
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
07/10	<5	<1	23	5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/11	<5	<1	25	10	<1	<1	<10	<5	<5	<2
<b>2003</b>	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	6	<2
09/06	<5	<1	7	3	<1	<1	<10	<5	6	<2
11/08	<5	<1	16	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/09	<5	<1	18	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MD: margen derecha

Tabla I.1. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	9±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	8±1	<2	<1	<1	<10	5±1	<5	<2
11/10	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	7±1	<1	58±4	8±1	<1	<1	<10	7±1	19±3	<2
14/02	<5	<1	22±3	<2	<1	<1	<10	<5	9±1	<2
14/03	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	12±2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/05	<5	<1	80±5	2±1	<1	<1	<10	10±2	<5	<2
13/06	<5	<1	3±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
09/01	<5	<1	98±9	15±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02	9±1	<1	96±9	8±1	<1	<1	<10	6±1	36±2	<2
13/03	<5	<1	7±1	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	3±0,5	<2	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
12/06	<5	<1	5±0,6	<2	<1	<1	<10	10±1	<5	<2
10/07	<5	<1	6±0,7	<2	<1	<1	<10	6±0,6	<5	<2
07/08	<5	<1	17±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	3±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10	<5	<1	15±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	13±1	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12	<5	<1	10±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.1. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5	<1	18±2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	8±1	<1	50±5	3±1	<1	<1	<10	<5	30±2	<2
12/03	<5	<1	9±1	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04	<5	<1	8±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06	<5	<1	5±	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	23±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12	<5	<1	26±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
07/01	<5	1	87±9	14±2	1±0,3	<1	<10	9±1	41±4	4±1
11/02	<5	<1	31±3	4±1	<1	<1	<10	<5	9±1	<2
10/03	<5	<1	34±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	4±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	5±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/11	<5	<1	3±1	12±1	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
08/12	<5	<1	89±6	13±1	2,4±0,5	<1	10±1	13±1	13±1	<2

Tabla I.1. (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
05/01	12 $\pm$ 1	2,0 $\pm$ 2	71 $\pm$ 6	12 $\pm$ 1	1,5 $\pm$ 0,3	<1	<10	10 $\pm$ 1	44 $\pm$ 2	<2
02/02	<5	<1	11 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	41 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<10	<5	9 $\pm$ 1	<2
15/04	<5	<1	3 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	9 $\pm$ 1	<2
02/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/07	<5	<1	9 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
31/08	<5	<1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/09	<5	<1	2 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/11	<5	<1	10 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<10	9 $\pm$ 1	<5	<2
14/12	<5	<1	6 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
2010										
11/01	<5	<1	18 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	12 $\pm$ 1	<5	<2
08/02	<5	<1	28 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/03	<5	<1	11 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/04	<5	<1	7 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	25 $\pm$ 2	<2	16 $\pm$ 0,2	<1	<10	<5	<5	<2
07/06	<5	<1	<2	<2	2,2 $\pm$ 0,2	<1	<10	<5	<5	<2
05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/08	<5	<1	<2	<2	3 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/09	<5	<1	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
04/10	<5	<1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	12 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/12	5	<1	26 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.1 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
03/01	<5	<1	25±1	7±1	<1	<1	<10	6±1	16±1	<2	0,6±0,1
01/02	7±1	0,6±0,1	38±1	9±1	<1	<1	4±1	11±1	17±1	<2	0,5±0,1
01/03	6±1	<0,5	26±1	5±1	<1	<1	3±1	7±1	17±1	<2	<0,5
04/04	2±1	<0,5	4±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	1	<2	<0,5
03/05	2±1	<0,5	13±1	3±1	<1	<1	3±1	2±1	1	<2	<0,5
07/06	2±1	<0,5	3±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	<0,5
05/07	2±1	<0,5	2±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	<0,5
01/08	2±1	<0,5	2±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	<0,5
05/09	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	<0,5
03/10	<2	<0,5	7±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	2±1	<2	<0,5
24/10	2±1	<0,5	11±1	5±1	<1	<1	2±1	2±1	2±1	<2	<0,5
11/12	2	<0,5	9±1	3±1	2±1	<1	<2	3±1	5±1	<2	<0,5
2012											
02/01	14±1	0,8±0,1	63±4	12±1	2±1	<1	3±1	15±1	35±2	<2	0,6±0,1
29/01	3±1	<0,5	14±1	3±1	<1	<1	3±1	5±1	7±1	<2	<0,5
04/03	3±1	<0,5	9±1	3±1	<1	<1	3±1	3±1	6±1	<2	<0,5
08/04	2±1	<0,5	3±1	<2	<1	<1	3±1	2±1	2±1	<2	<0,5
13/05	2±1	<0,5	2±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	2±1	<2	<0,5
03/06	2±1	<0,5	6±1	3±1	<1	<1	3±1	4±1	2±1	<2	<0,5
01/07	2±1	<0,5	5±1	4±1	<1	<1	<2	3±1	3,0±0,5	<2	<0,5
05/08	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	2±1	2±1	2±1	<2	<0,5
02/09	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	2±1	2±1	1±0,5	<2	<0,5
30/09	<2	<0,5	3±1	<2	<1	<1	2±1	2±1	1±0,5	<2	<0,5
04/11	2±1	<0,5	9±1	4±1	<1	<1	<2	5±1	3±1	<2	<0,5
02/12	<2	<0,5	4±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5

Tabla I.1 (continuación)

Año	Metal/metaloides (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
06/01	3±1	<0,5	9±1	3±1	<1	<1	2±1	5±1	5±1	<2	<0,5
03/02	5±1	<0,5	19±1	5±1	<1	<1	2±1	8±1	14±1	<2	<0,5
03/03	2±1	<0,5	16±1	<2	<1	<1	2±1	4±1	3±1	<2	<0,5
07/04	<2	<0,5	2±1	<2	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
05/05	<2	<0,5	6±1	3±1	<1	<1	2±1	4±1	1±0,5	<2	<0,5
02/06	2±1	<0,5	6±1	5±1	<1	<1	2±1	6±1	2±1	<2	<0,5
30/06	<2	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	2±1	4±1	<1	<2	<0,5
04/08	2±1	<0,5	8±1	7±1	<1	<1	2±1	5±1	<1	<2	<0,5
01/09	2±1	<1	4±1	8±1	<2	<1	<2	<2	<3	<3	4±1
29/09	<2	<0,5	<2	<2	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	<0,5
04/11	3±1	<0,5	46±3	13±1	5±1	<1	2±1	13±1	12±1	<2	0,8±1
17/11	3±1	<0,5	28±2	10±1	2±1	<1	<2	11±1	8±1	<2	0,5±1

Tabla I.2. Estación: CL 1  
 Descripción: río Grande altura Bardas Blancas

Latitud: S 35° 52'15.4"

Longitud: O 69° 50'14.0"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000										
	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
14/02	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	15 16	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
13/03	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	14 4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
15/05	- <10	- <1,5	- <20	8 7	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
07/08	<10 <10	<1,5 <1,5	33 27	8 5	<2 <2	1,4 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
25/09	- <10	- <1,5	- 24	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
06/11	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
2001										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	11	16	<1	<1	<10	<5	<5	<2
23/04	<5	<1	<10	3	<1	<1	<10	<5	7	<2
25/06	<5	<1	12	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/08	<5	<1	14	3	<1	<1	<10	<5	<5	4
29/10	<5	<1	9	2	<1	<1	<10	<5	<5	6
03/12	<5	<1	8	7	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2002										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	6	15	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/05	<5	<1	4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/06	<5	<1	3	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/08	<5	<1	6	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/10	<5	<1	31	8	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/11	<5	<1	31	21	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2003										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	16	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	9	<5	<2
11/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/09	<5	<1	26	9	<1	<1	<10	7	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 2. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	21±2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	13±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/10	<5	<1	28±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	3±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	11±1	17±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	10±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/03	<5	<1	5±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	13±2	11±2	<1	<1	<10	6±1	<5	<2
02/05	<5	<1	5±1	8±1	<1	<1	<10	6±1	<5	<2
13/06	<5	<1	7±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
09/01	<5	<1	42±4	26±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02	<5	<1	19±2	16±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/03	<5	<1	8±1	10±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/04	<5	<1	3±0,5	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	8±1	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06	<5	<1	6±0,8	<2	<1	<1	<10	7±0,8	<5	<2
10/07	<5	<1	7±0,8	2±0,7	<1	<1	<10	5±0,5	<5	<2
07/08	<5	<1	25±4	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	14±1	20±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12	<5	<1	5±1	12±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.2. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5	<1	6±10	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	<5	<1	<2	10±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03	<5	<1	39±3	22±3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04	<5	<1	3±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05	<5	<1	3±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06	<5	<1	15±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07	<5	<1	13±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08	<5	<1	16±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	24±2	7±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/12	<5	<1	32±3	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
07/01	<5	<1	26±2	13±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/02	<5	<1	5±1	7±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/03	<5	<1	4±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/04	<5	<1	<2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	<2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	5±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	<2	3±	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	34±3	9±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/11	<5	<1	9±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/12	<5	<1	4±1	9±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.2. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
05/01	<5	<1	10±1	19±2	<1	<1	<10	<5	10±1	<0
02/02	<5	<1	<2	9±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	7±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/04	<5	<1	<2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	13±1	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/06	<5	<1	4±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/08	<5	<1	<2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
31/08	<5	<1	5±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/09	<5	<1	3±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/11	<5	<1	9±1	8±1	3±1	<1	<1	5±1	<5	<2
14/12	<5	<1	5±1	8±1	3±1	<1	<10	<5	<5	<2
2010										
11/01	<5	<1	4±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/02	<5	<1	10±1	02±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/03	<5	<1	2±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/04	<5	<1	2±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	<2	7±1	2,4±0,2	<1	<10	<5	<5	<2
07/06	<5	<1	<2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/07	<5	<1	4±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/08	<5	<1	4±1	6±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
06/09	<5	<1	8±1	7±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
04/10	<5	<1	14±1	23±1	3±1	<1	<10	6±1	<5	<2
15/11	<5	<1	4±1	13±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
06/11	<5	<1	11±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.2. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
03/01	<5	<1	5±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<0,5
01/02	<2	<0,5	4±1	11±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
01/03	3±1	<0,5	3±1	8±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
04/04	2±1	<0,5	3±1	7±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
02/05	2±1	<0,5	8±1	9±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
06/06	2±1	<0,5	4±1	7±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
04/07	2±1	<0,5	2±1	4±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/09	5±1	<0,5	<2	5±1	<1	<1	<2	4±1	<1	<2	<0,5
03/10	3±1	<0,5	7±1	12±1	<1	<1	<2	3±1	3±1	<2	<0,5
24/10	<2	<0,5	3±1	6±1	<1	<1	<2	3±1	3±1	<2	<0,5
11/12	<2	<0,5	4±1	9±1	1±0,5	<1	<2	2±1	2±1	<2	<0,5
2012											
02/01	6±1	<0,5	9±1	17±1	1±0,5	<1	<2	4±1	3±1	<2	<0,5
29/01	2±1	<0,5	3±1	7±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5
04/03	2±1	<0,5	3±1	12±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
08/04	2±1	<0,5	3±1	6±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
13/05	2±1	<0,5	2±1	5±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
03/06	2±1	<0,5	4±1	6±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
01/07	2±1	<0,5	5±1	5±1	<1	<1	<2	4±1	3,0±0,5	<2	<0,5
05/08	2±1	<0,5	<2	5±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
02/09	2±1	<0,5	<2	8±1	<1	<1	<2	4±1	1±0,5	<2	<0,5
30/09	<2	<0,5	3±1	5±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
04/11	3±1	<0,5	9±1	12±1	<1	<1	<2	5±1	3±0,5	<2	<0,5
02/12	<2	<0,5	4±1	7±1	<1	<1	<2	4±1	1,4±0,5	<2	<0,5

Tabla I.2. (continuación)

Año	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
06/01	<2	<0,5	3 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<1	<1	<2	4 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
03/02	<2	<0,5	3 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<1	<1	<2	4 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
03/03	2 $\pm$ 1	<0,5	6 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	<1	<1	<2	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	<0,5
07/04	<2	<0,5	3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<2	5 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
05/05	2 $\pm$ 1	<0,5	8 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,5	<2	<0,5
02/06	2 $\pm$ 1	<0,5	5 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,5	<2	<0,5
30/06	2 $\pm$ 1	<0,5	3 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
04/08	2 $\pm$ 1	<0,5	3 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	<1	<2	3 $\pm$ 1
01/09	2 $\pm$ 1	<1	7 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<2	<2	<3	<2	<0,5
29/09	2 $\pm$ 1	<0,5	<2	5 $\pm$ 1	<2	<1	<2	4 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
04/11	4 $\pm$ 1	<0,5	29 $\pm$ 2	12 $\pm$ 1	<1	<1	<2	4 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	<0,5
17/11	5 $\pm$ 1	<0,5	32 $\pm$ 2	16 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<2	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<2	<0,5

Tabla I.3. Estación: CL 2  
 Descripción: río Colorado altura Buta Ranquil (Puente El Portón)

Latitud: S 37° 07' 48.7"

Longitud: O 69° 38' 40.2"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000										
	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
14/02	<10 <10	<1,5 <1,5	38 40	36 40	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	10 12	<2 <2
13/03	<10 <10	<1,5 <1,5	57 <20	5 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
15/05	<10 <10	<1,5 <1,5	26 34	10 14	<2 <2	<1 <1	<10 <10	11 17	<7 <7	<2 <2
07/08	<10 <10	<1,5 <1,5	25 30	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
25/09	- <10	- <1,5	- 23	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
06/11	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
2001										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	12	5	<1	<1	<10	<5	7	<2
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
25/06	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/10	<5	<1	9	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/12	<5	<1	14	11	<1	<1	<10	<5	<5	6
2002										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	11	18	<1	<1	<10	<5	<5	5
06/05	<5	<1	6	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	5	<5	<2
12/08	<5	<1	6	4	<1	<1	<10	<5	<5	4
07/10	<5	<1	32	11	<1	<1	<10	<5	<5	5
25/11	<5	<1	33	20	<1	<1	<10	9	<5	7
2003										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/08	<5	<1	23	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I.3. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	20±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	11±2	<5	<2
11/10	<5	<1	27±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	3±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	18±2	7±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	18±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/03	<5	<1	13±2	19±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	14±2	13±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/05	<5	<1	6±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/06	<5	<1	3±1	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
09/01	<5	<1	156±15	31±3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02	<5	<1	36±3	15±2	<1	<1	<10	<5	11±1	<2
13/03	<5	<1	14±1	7±1	<1	<1	<10	7±	<5	<2
17/04	<5	<1	11±1	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	5±0,6	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06	<5	<1	4±0,5	<2	<1	<1	<10	8±0,8	<5	<2
10/07	<5	<1	5±0,6	3±1	<1	<1	<10	7±0,7	<5	<2
07/08	<5	<1	18±3	<2	<1	<1	<10	<58	<5	<2
11/09	<5	<1	5±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	32±2	26±2	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
11/12	<5	<1	8±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.3. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5	<1	13±1	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	<5	<1	11±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03	<5	<1	16±2	10±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06	<5	<1	13±3	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07	<5	<1	10±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	10±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	14±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12	<5	<1	17±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
07/01	<5	<1	29±3	9±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/02	<5	<1	8±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/03	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	8±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	30±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	<2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	15±2	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/11	<5	<1	10±1	11±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/12	<5	<1	5±1	15±2	<1	<1	<10	8±1	<5	<2

Tabla I.3. (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
05/01	6 $\pm$ 1	<1	7 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	13 $\pm$ 1	<2
02/02	<5	<1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	10 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/04	<5	<1	<2	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	19 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/06	<5	<1	2 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/07	<5	<1	6 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	12 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
31/08	<5	<1	7 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/09	<5	<1	8 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/11	<5	<1	18 $\pm$ 2	18 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<10	11 $\pm$ 1	<5	<2
14/12	<5	<5	12 $\pm$ 2	12 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	<1	<10	6 $\pm$ 1	<5	<2
2010										
11/01	<5	<1	<2	9 $\pm$ 1	<1	<1	<10	11 $\pm$ 1	<5	<2
08/02	<5	<1	18 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/03	<5	<1	2 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/04	<5	<1	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	12 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 0,2	<1	<10	<5	<5	<2
07/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/07	<5	<1	11 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/08	<5	<1	<2	3 $\pm$	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/09	<5	<1	15 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
04/10	<5	<1	14 $\pm$ 1	17 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	6 $\pm$ 1	<5	<2
15/11	<5	<1	2 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/11	<5	<1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.3. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
03/01	<5	<1	18±1	10±1	<1	<1	<10	6±1	13±1	<2	<0,5
01/02	4±1	<0,5	13±1	9±1	<1	<1	<2	6±1	5±1	<2	0,5±0,1
01/03	5±1	<0,5	20±1	7±1	<1	<1	<2	7±1	10±1	<2	0,7±0,1
04/04	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
03/05	3±1	<0,5	3±1	5±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
07/06	3±1	<0,5	10±1	6±1	<1	<1	<2	4±1	<1	<2	0,5±0,1
05/07	2±1	<0,5	2±1	4±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
01/08	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
06/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
04/10	3±1	<0,5	14±1	12±1	<1	<1	<2	7±1	6±1	<2	1±0,1
25/10	3±1	<0,5	13±1	13±1	<1	<1	<2	7±1	6±1	<2	1±0,1
12/12	2±1	<0,5	5±1	7±1	1±0,5	<1	<2	2±1	3±1	<2	<0,5
2012											
03/01	7±1	<0,5	24±2	13±1	1±0,5	<1	<2	8±1	12±1	<2	<0,5
30/01	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5
05/03	<2	<0,5	3±1	4±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5
09/04	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
14/05	2±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
04/06	3±1	<0,5	5±1	8±1	<1	<1	<2	4±1	2±1	<2	<0,5
02/07	2±1	<0,5	7±1	6±1	<1	<1	<2	4±1	3,0±0,5	<2	0,6±0,1
06/08	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	3±1	1±0,5	<2	<0,5
03/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
01/10	2±1	<0,5	5±1	7±1	<1	<1	<2	4±1	1±0,5	<2	<0,5
05/11	4±1	<0,5	14±1	16±1	<1	<1	<2	8±1	6±1	<2	0,5±0,1
03/12	<2	<0,5	4±1	5±1	<1	<1	<2	4±1	1,6±0,5	<2	<0,5

Tabla I.3. (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
07/01	2 $\pm$ 1	<0,5	5 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<2	4 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,5	<2	<0,5
04/02	3 $\pm$ 1	<0,5	9 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	0,6 $\pm$ 0,1
04/03	3 $\pm$ 1	<0,5	6 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	<1	<1	<2	6 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<2	0,6 $\pm$ 0,1
08/04	2 $\pm$ 1	<0,5	5 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<2	5 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,5	<2	<0,5
06/05	2 $\pm$ 1	<0,5	12 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	<1	<1	<2	9 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	0,8 $\pm$ 0,1
03/06	3 $\pm$ 1	<0,5	11 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0,5	<1	<2	9 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	0,8 $\pm$ 0,1
01/07	2 $\pm$ 1	<0,5	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<2	7 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
05/08	3 $\pm$ 1	<0,5	5 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<2	8 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
02/09	3 $\pm$ 1	<1	9 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	<2	<1	<2	<2	<3	<3	<3
30/09	2 $\pm$ 1	<0,5	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<2	3 $\pm$ 1	<1	<2	<0,5
05/11	5 $\pm$ 1	0,5 $\pm$ 0,1	31 $\pm$ 2	23 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1	<1	<2	11 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<2	1 $\pm$ 0,5
18/11	6 $\pm$ 1	<0,5	49 $\pm$ 3	24 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	<1	<2	16 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<2	0,9 $\pm$ 0,5

Tabla I.4. Estación: C L 3  
 Descripción: río Colorado altura Desfiladero Bayo

Latitud: S 37° 21' 57.7"

Longitud: O 69° 01'00.1"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
14/02	<10 <10	<1,5 <1,5	73 66	68 65	2 <2	<1 <1	<10 <10	12 <10	9 <7	<2 <2
13/03	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
15/05	<10 <10	<1,5 <1,5	55 52	13 9	<2 <2	<1 <1	<10 <10	28 24	<7 <7	<2 <2
07/08	<10 <10	<1,5 <1,5	22 22	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
25/09	- <10	- <1,5	- 22	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
06/11	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	12	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
25/06	<5/<5 <sup>(1)</sup>	<1/<1	11/11	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	4/ 5
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/10	<5	<1	10	4	<1	<1	<10	<5	<5	4
03/12	<5	<1	19	16	<1	<1	<10	<5	<5	6
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	43	40	1,5	<1	<10	11	7	3
06/05	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/08	<5	<1	5	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/10	<5	<1	35	12	<1	<1	<10	12	<5	9
25/11	<5	<1	33	21	2	<1	<10	15	<5	3
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	7	<5	<2
11/08	<5	<1	22	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	5	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha – <sup>(1)</sup> Muestra réplica – duplicado.

Tabla I. 4 (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	14 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	19 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	11 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/10	<5	<1	19 $\pm$ 2	10 $\pm$ 2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
17/01	<5	<1	13 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/02	<5	<1	26 $\pm$ 3	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	5 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<2
14/03	<5	<1	40 $\pm$ 4	20 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<10	12 $\pm$ 2	8 $\pm$ 1	<2
11/04	<5	<1	9 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/05	<5	<1	3 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	9 $\pm$ 2	<5	<2
13/06	<5	<1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
09/01	<5	<1	51 $\pm$ 5	42 $\pm$ 4	<1	<1	<10	15 $\pm$ 1,9	<5	<2
20/02	<5	<1	30 $\pm$ 3	17 $\pm$ 4	<1	<1	<10	9 $\pm$ 1	<5	<2
13/03	<5	<1	6 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/04	<5	<1	20 $\pm$ 2	4 $\pm$ 0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	3 $\pm$ 0,5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06	<5	<1	7 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	9 $\pm$ 1	<5	<2
10/07	<5	<1	8 $\pm$ 1	2 $\pm$ 0,8	<1	<1	<10	7 $\pm$ 0,8	<5	<2
07/08	<5	<1	17 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10	<5	<1	26 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	24 $\pm$ 2	26 $\pm$ 2	<1	<1	<10	9 $\pm$ 1	<5	<2
11/12	<5	<1	7 $\pm$ 1	12 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.4. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5	<1	14±1	13±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	<5	<1	39±4	21±2	<1	<1	<10	29±3	<5	<2
12/03	<5	<1	29±2	16±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04	<5	<1	<2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07	<5	<1	11±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10	<5	<1	10±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	14±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12	<5	<1	29±3	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
07/01	<5	<1	20±2	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/02	<5	<1	24±2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/03	<5	<1	30±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/05	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/06	<5	<1	4±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	22±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	<2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/11	<5	<1	20±1	10±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/12	<5	<1	4±1	13±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.4. (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
05/01	<5	<1	3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	8 $\pm$ 1	<2
02/02	<5	<1	21 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/06	<5	<1	4 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/07	<5	<1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	8 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
31/08	<5	<1	8 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/09	<5	<1	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/11	<5	<1	19 $\pm$ 2	18 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	<1	<10	11 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<2
14/12	<5	<1	11 $\pm$ 2	12 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	<1	<10	6 $\pm$ 1	<5	<2
2010										
11/01	<5	<1	9 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	10 $\pm$ 1	<5	<2
08/02	<5	<1	26 $\pm$ 3	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/03	<5	<1	3 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/04	<5	<1	2 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	<2	3 $\pm$ 1	2,7 $\pm$ 0,2	<1	<10	<5	<5	<2
07/06	<5	<1	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<1	<1	<10	7 $\pm$ 1	<5	<2
05/07	<5	<1	13 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/08	<5	<1	<2	2 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/09	<5	<1	<2	3 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
04/10	<5	<1	7 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	2 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<10	<5	<5	<2
06/12	<5	<1	15 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.4. continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
03/01	5±1	<1	36±1	18±1	<1	<1	<10	12±1	21±1	<2	<2
01/02	6±1	<0,5	28±1	12±1	<1	<1	3±1	9±1	14±1	<2	0,6±0,1
01/03	4±1	<0,5	15±1	6±1	<1	<1	<2	6±1	8±1	<2	0,7±0,1
04/04	2±1	<0,5	19±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
03/05	3±1	<0,5	13±1	5±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
07/06	2±1	<0,5	14±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5
05/07	2±1	<0,5	2±1	4±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
01/08	2±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
06/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	4±1	<1	<2	<0,5
04/10	2±1	<0,5	7±1	8±1	<1	<1	2±1	4±1	2±1	<2	0,6±0,1
25/10	4±1	<0,5	16±1	18±1	<1	<1	2±1	4±1	4±1	<2	0,6±0,1
12/12	2±1	<0,5	8±1	9±1	2±1	<1	<2	3±1	4±1	<2	<0,5
2012											
03/01	16±1	0,9±0,1	75±5	21±1	2±1	<1	2±1	16±1	37±2	<2	0,6±0,1
30/01	4±1	<0,5	9±1	5±1	<1	<1	<2	5±1	7±1	<2	<0,5
05/03	<2	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	2±1	<2	<0,5
09/04	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
14/05	2±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	1±0,5	<2	<0,5
04/06	3±1	<0,5	13±2	10±1	<1	<1	<2	7±1	4±1	<2	0,7±0,1
02/07	2±1	<0,5	5±1	5±1	<1	<1	<2	3±1	2,0±0,4	<2	<0,5
06/08	2±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
03/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	<0,5
01/10	2±1	<0,5	4±1	7±1	<1	<1	<2	4±1	1±0,5	<2	<0,5
05/11	4±1	<0,5	16±1	18±1	<1	<1	<2	8±1	6±1	<2	0,6±0,1
03/12	2±1	<0,5	5±1	6±1	<1	<1	<2	5±1	2±1	<2	<0,5

Tabla I.4. continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
07/01	2±1	<0,5	8±1	6±1	<1	<1	<2	5±1	3±1	<2	0,5±0,1
04/02	8±1	<0,5	27±2	11±1	1±0,5	<1	<2	11±1	19±1	<2	0,9±0,1
04/03	3±1	<0,5	7±1	7±1	<1	<1	<2	5±1	2±1	<2	0,7±0,1
08/04	3±1	<0,5	5±1	7±1	<1	<1	<2	8±1	2±1	<2	0,6±0,1
06/05	3±1	<0,5	7±1	6±1	<1	<1	<2	8±1	2±1	<2	0,9±0,1
03/06	3±1	<0,5	11±1	12±1	1±0,5	<1	<2	11±1	4±1	<2	0,9±0,1
01/07	2±1	<0,5	5±1	5±1	<1	<1	2±1	7±1	<1	<2	<0,5
05/08	3±1	<0,5	2±1	4±1	<1	<1	2±1	7±1	<1	<2	<0,5
02/09	3±1	<1	9±1	<2	<2	<1	<2	<2	<3	<3	3±1
30/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	0,5±0,1
05/11	6±1	0,6±0,1	45±3	29±2	6±1	<1	2±1	20±1	10±1	<2	2±1
18/11	6±1	<0,5	50±3	21±1	3±1	<1	<2	16±1	9±1	<2	0,9±0,5

Tabla I. 5. Estación: CL 4  
 Descripción: río Colorado altura Punto Unido

Latitud: S 37° 43' 28.5"

Longitud: O 67° 45' 50.7"

Año	Metal/metaloide (µg/L)																			
	Arsénico		Cadmio		Cinc		Cobre		Cromo		Mercurio		Molibdeno		Níquel		Plomo		Selenio	
2000	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD	MI	MD
14/02	<10	<10	<1,5	<1,5	28	28	22	19	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	10	<7	<2	<2
13/03	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
15/05	<10	<10	<1,5	<1,5	<20	<20	<4	5	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
07/08	<10	<10	<1,5	<1,5	28	25	<4	<4	<2	<2	<1	<1	<10	<10	<10	<10	<7	<7	<2	<2
25/09	<10	-	<1,5	-	22	-	<4	-	<2	-	<1	-	<10	-	-	<10	<7	-	<2	-
06/11	<10	-	<1,5	-	<20	-	5	-	<2	-	<1	-	<10	-	-	10	<7	-	<2	-
2001	MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI	
12/02	<5		<1		12		5		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
23/04	<5		<1		<10		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
25/06	<5		<1		11		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
13/08	<5		<1		13		<2		<1		<1		<10		<5		<5		6	
29/10	<5		<1		10		6		<1		<1		<10		<5		<5		6	
03/12	<5		<1		24		19		<1		<1		<10		8		<5		3	
2002	MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI	
18/03	<5		<1		20		19	1,3	<1		<1		<10		5		<5		<2	
06/05	<5		<1		9		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
24/06	<5		<1		<2		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
12/08	<5		<1		7		4		<1		<1		<10		<5		<5		9	
07/10	<5		<1		34		10		<1		<1		<10		13		<5		4	
25/11	<5		<1		31		17		<1		<1		<10		<5		<5		4	
2003	MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI		MI	
28/04	<5		<1		14		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
09/06	<5		<1		11		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
12/08	<5		<1		23		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
22/09	<5		<1		21		<2		<1		<1		<10		<5		<5		<2	
17/11	<5		<1		4		7		<1		<1		<10		<5		<5		<2	

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I.5. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	21±2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/09	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/10	<5	<1	15±2	12±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/11	<5	<1	4±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
18/01	<5	<1	11±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/02	6±1	<1	26±3	4±1	<1	<1	<10	12±2	<5	5±1
15/03	<5	<1	11±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/04	<5	<1	8±1	8±1	<1	<1	<10	11±2	<5	<2
03/05	<5	<1	29±3	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/06	<5	<1	13±2	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
10/01	<5	<1	118±11	44±4	<1	<1	<10	20±2	<5	<2
21/02	10±1	<1	47±5	27±3	2±0,6	<1	<10	26±2	12±1	<2
13/03	<5	<1	6±1	5±1	<1	<1	<10	5±1	<5	<2
18/04	<5	<1	12±2	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	10±1	<5	<2
01/07	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	8±0,9	<5	<2
07/08	<5	<1	18±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10	<5	<1	20±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	30±2	27±2	<1	<1	<10	10±1	<5	<2
11/12	<5	<1	4±1	9±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.5. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5	<1	15±2	14±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/02	<5	<1	15±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06	<5	<1	15±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07	<5	<1	12±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08	<5	<1	14±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	14±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	24±3	12±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12	<5	<1	6±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
07/01	<5	<1	12±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/02	<5	<1	13±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/03	<5	<1	35±3	9±2	<1	<1	<10	<5	11±2	<2
14/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/06	<5	<1	4±	4±	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	39±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/08	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	20±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	6±1	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/11	<5	<1	<2	15±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/12	<5	<1	5±1	14±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.5.(continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
05/01	12±1	2,0±2	71±6	12±1	1,5±0,3	<1	<10	10±1	44±2	<2
02/02	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	41±2	3±1	2±1	<1	<10	<5	9±1	<2
15/04	<5	<1	3±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	4±1	<2	<1	<1	<10	<5	9±1	<2
02/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/07	<5	<1	9±1	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
31/08	<5	<1	6±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
29/09	<5	<1	2±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/11	<5	<1	10±1	9±1	3±1	<1	<10	9±1	<5	<2
14/12	<5	<1	6±1	4±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
2010										
11/01	<5	<1	7±1	7±1	<1	<1	<10	12±1	<5	<2
08/02	<5	<1	19±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/03	<5	<1	3±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/04	<5	<1	2±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	4±1	3±1	2,6±0,2	<1	<10	<5	<5	<2
07/06	<5	<1	5±1	3±1	<1	<1	<10	8±1	<5	<2
05/07	<5	<1	20±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/08	<5	<1	3±1	2±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
06/09	<5	<1	2±1	3±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
04/10	<5	<1	3±1	5±1	2±1	<1	<10	<5	<5	<2
15/11	<5	<1	5±1	4±1	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
06/12	<5	<1	3±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.5. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
03/01	<5	<1	17	12±1	<1	<1	<10	10±1	8±1	<2	1,7±0,2
01/02	5±1	<0,5	19±1	9±1	<1	<1	3±1	6±1	10±1	<2	0,7±0,1
01/03	3±1	<0,5	10±1	6±1	<1	<1	<2	6±1	3±1	<2	0,9±0,1
04/04	5±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	<2	3±1	<1	<2	0,7±0,1
03/05	2±1	<0,5	3±1	4±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
07/06	2±1	<0,5	33±2	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	0,6±0,1
05/07	2±1	<0,5	3±1	4±1	<1	<1	2±1	3±1	6±1	<2	0,5±0,1
02/08	2±1	<0,5	13±1	2±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	<0,5
06/09	2±1	<0,5	<2	2±1	2±1	<1	2±1	5±1	<1	<2	0,6±0,1
04/10	2±1	<0,5	5±1	6±1	<1	<1	2±1	3±1	3±1	<2	0,6±0,1
25/10	5±1	<0,5	13±1	16±1	<1	<1	2±1	3±1	3±1	<2	0,6±0,1
12/12	3±1	<0,5	16±1	15±1	3±1	<1	<2	5±1	8±1	<2	0,6±0,1
2012											
03/01	6±1	<0,5	18±1	11±1	1±0,5	<1	<2	7±1	9±1	<2	0,5±0,1
30/01	4±1	<0,5	7±1	4±1	<1	<1	2±1	5±1	5±1	<2	0,6±0,1
05/03	<2	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	3±1	1±0,5	<2	0,5±0,1
09/04	2±1	<0,5	10±1	3±1	<1	<1	2±1	3±1	1±0,5	<2	0,5±0,1
14/05	2±1	<0,5	5±1	3±1	<1	<1	2±1	3±1	1±0,5	<2	0,6±0,1
04/06	3±1	<0,5	5±1	6±1	<1	<1	2±1	5±1	3±0,5	<2	0,7±0,1
02/07	2±1	<0,5	8±1	4±1	<1	<1	<2	3±1	2,0±0,4	<2	0,6±0,1
06/08	2±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	2±1	4±1	1±0,5	<2	0,6±0,1
03/09	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	3±1	<1	<2	0,6±0,1
01/10	2±1	<0,5	4±1	5±1	<1	<1	<2	4±1	1±0,5	<2	<0,5
05/11	4±1	<0,5	11±1	13±1	<1	<1	<2	8±1	6±1	<2	0,6±0,1
03/12	2±1	<0,5	6±1	7±1	<1	<1	<2	5±1	3±1	<2	0,5±0,1

Tabla I.5. (continuación)

Año	Metal/metaloides (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
07/01	2±1	<0,5	13±1	6±1	<1	<1	<2	5±1	2±1	<2	0,6±0,1
04/02	5±1	<0,5	12±1	10±1	1±0,5	<1	<2	13±1	5±1	<2	1±0,5
04/03	4±1	<0,5	7±1	8±1	<1	<1	<2	6±1	2±1	<2	0,9±0,1
08/04	3±1	<0,5	6±1	6±1	<1	<1	<2	7±1	2±1	<2	0,8±0,1
06/05	3±1	<0,1	10±1	7±1	<1	<1	<2	9±1	3±1	<2	1±0,5
03/06	9±1	0,5±0,1	36±2	27±2	4±1	<1	<2	32±2	17±1	<2	4±1
01/07	4±1	<0,5	10±1	11±1	<1	<1	<2	12±1	5±1	<2	1±0,5
05/08	3±1	<0,5	3±1	4±1	<1	<1	2±1	7±1	<1	<2	<0,5
02/09	3±1	<1	2±1	<2	<2	<1	2±1	<2	<3	<3	3±1
30/09	3±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	2±1	4±1	<1	<2	0,6±0,1
05/11	5±1	<0,5	43±2	22±2	6±1	<1	<2	16±1	6±1	<2	2±1
18/11	5±1	<0,5	36±2	12±1	1±0,5	<1	<2	8±1	4±1	<2	0,6±0,1

Tabla I.6. Estación: CL 5  
 Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanita

Latitud: S 38° 01' 34.9"

Longitud: O 67° 52' 53.9"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000										
	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
15/02	<10 <10	<1,5 <1,5	40 40	20 20	<2 <2	<1 <1	<10 <10	12 13	10 9	<2 <2
14/03	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
16/05	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
08/08	<10 <10	<1,5 <1,5	28 32	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
26/09	- <10	- <1,5	- 22	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
07/11	- <10	- <1,5	- <20	- 7	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
2001										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
13/02	<5/<5 <sup>(1)</sup>	<1/<1	13/13	5/6	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
24/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	4
26/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
14/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	4
30/10	<5	<1	12	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/12	<5	<1	30	23	<1	<1	<10	6	5	3
2002										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03	<5	<1	21	20	<1	<1	<10	14	17	7
07/05	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/08	<5	<1	7	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/10	<5	<1	28	4	<1	<1	<10	<5	<5	<2
26/11	<5/<5/<5 <sup>(2)</sup>	<1/<1/<1	36/34/37	19/21/21	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	7/8/11	<5/<5/<5	3/<2/5
2003										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5/<5	<1/<1	15/15	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/06	<5/<5	<1/<1	12/12	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/08	<5/<5/<5	<1/<1/<1	24/24/23	<2/<2/<2	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	<5/<5/<5	<5/<5/<5	<2/<2/<2
23/09	<5/<5	<1/<1	22/22	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
18/11	<5/<5	<1/<1	<2/<2	5/8	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha – <sup>(1)</sup> muestra duplicada - <sup>(2)</sup> muestra triplicada

Tabla I.6 (continuación)

Año	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
06/07	<5/<5	<1/<1	9 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
17/08	<5/<5	<1/<1	19 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	<2/3 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
14/09	<5/<5	<1/<1	12 $\pm$ 1/13 $\pm$ 2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/10	<5/<5	<1/<1	18 $\pm$ 2/19 $\pm$ 2	14 $\pm$ 2/15 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
15/11	<5/<5	<1/<1	11 $\pm$ 1/2 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1/7 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
13/12	<5/<5	<1/<1	5 $\pm$ 1/<2	11 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
2005										
17/01	<5/<5	<1/<1	14 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1/4 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
14/02	<5/<5	<1/<1	42 $\pm$ 4/26 $\pm$ 3	13 $\pm$ 2/10 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	14 $\pm$ 2/6 $\pm$ 1	<5/8 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1/<2
15/03	<5/<5	<1/<1	14 $\pm$ 2/13 $\pm$ 2	4 $\pm$ 1/3 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
11/04	<5/<5	<1/<1	9 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1/8 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
02/05	<5/<5	<1/<1	22 $\pm$ 3/4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	9 $\pm$ 2/18 $\pm$ 2	<5/<5	<2/<2
14/06	<5/<5	<1/<1	7 $\pm$ 1/13 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1/8 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
2006										
09/01	<5/<5	<1/<5	65 $\pm$ 6/77 $\pm$ 7	59 $\pm$ 5/64 $\pm$ 5	<1/<1	<1/<1	<10/<10	26 $\pm$ 2/29 $\pm$ 2	<5/<5	<5/<5
20/02	<5/<5	<1/<1	39 $\pm$ 3/33 $\pm$ 3	216 $\pm$ 3/25 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	13 $\pm$ 1/9 $\pm$ 1	12 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<5/<5
13/03	<5/<5	<1/<1	8 $\pm$ 1/7 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1/7 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	5 $\pm$ 1/6 $\pm$ 1	<5/<5	<5/<5
17/04	<5/<5	<1/<1	3 $\pm$ 0,5/4 $\pm$ 0,6	3 $\pm$ 0,5/4 $\pm$ 0,5	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5
08/05	<5/<5	<1/<1	6 $\pm$ 0,8/11 $\pm$ 1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	6 $\pm$ /<5	<5/<5	<5/<5
12/06	<5/<5	<1/<1	23 $\pm$ 3/8 $\pm$ 0,8	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	10 $\pm$ 1/10 $\pm$ 1	<5/<5	<5/<5
10/07	<5/<5	<1/<1	19 $\pm$ 3/9 $\pm$ 0,8	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	7 $\pm$ 0,8/8 $\pm$ 0,9	<5/<5	<5/<5
07/08	<5/<5	<1/<1	18 $\pm$ 2/19 $\pm$ 3	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5
11/09	<5/<5	<1/<1	3 $\pm$ 1/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5
09/10	<5/<5	<1/<1	21 $\pm$ 2/21 $\pm$ 2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5
13/11	<5/<5	<1/<5	14 $\pm$ 1/17 $\pm$ 2	20 $\pm$ 2/22 $\pm$ 2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	6 $\pm$ 1/6 $\pm$ 1	<5/<5	<5/<5
11/12	<5/<5	<1/<1	<2/4 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1/9 $\pm$ 1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/5	<5/<5

Tabla 1.6 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
08/01	<5/<5	<1/<1	16±2/16±2	16±2/9±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/02	<5/<5	<1/<1	17±1/10±1	8±1/8±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/03	<5/<5	<1/<1	24±2/22±2	16±2/15±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/04	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
07/05	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
11/06	<5/<5	<1/<1	10±2/18±3	<2/6±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/07	<5/<5	<1/<1	11±2/11±2	<2/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
06/08	<5/<5	<1/<1	12±2/9±2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/09	<5/<5	<1/<1	7±1/5±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
15/10	<5/<5	<1/<1	5±1/4±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<<5/<5	<2/<2
12/11	<5/<5	<1/<1	18±2/5±1	9±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/12	<5/<5	<1/<1	31±3/<2	5±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
2008										
07/01	<5/<1	<1/<1	28±3/21±2	7±1/6±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
11/02	<5/<5	<1/<1	27±2/16±2	12±1/15±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	6±1/6±1	<5/<5	<2/6±1
10/03	<5/<5	<1/1,2±0,1	49±4/65±6	15±2/19±2	<1/1,7±0,2	<1/<1	<10/<10	7±1/13±2	<5/11±2	<2/<2
14/04	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/05	<5/<5	<1/<1	24±2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/06	<5/<5	<1/<1	5±1/<2	8±1/8±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
07/07	<5/<5	<1/<1	<2/5±1	<2/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
04/08	<5/<5	<1/<1	8±1/2±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
08/09	<5/<5	<1/<1	98±5/59±4	2±1/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
30/09	6±1/<5	<1/<1	<2/<2	8±1/8±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/11	<5/<5	<1/<1	5±1/<2	18±2/13±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
08/12	<5/<5	<1/<1	6±1/6±1	19±2/19±2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	10±1/8±1	<5/<5	<2/<2
2009										
05/01	<5/<5	<1/<1	3±1/2±1	9±1/9±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
02/02	<5/<5	<1/<1	3±1/6±1	4±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/03	<5/<5	<1/<1	6±1/9±1	<2/2±1	10±0,3/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
13/04	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
04/05	<5/<5	<1/<1	7±1/11±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
02/06	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
06/07	<5/<5	<1/<1	<2/<2	12±2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
03/08	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
31/08	<5/<5	<1/<1	3±1/4±1	4±1/4±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
29/09	<5/<5	<1/<1	4±1/3±1	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
02/11	<5/<5	<1/<1	61±4/71±6	38±4/37±4	8±1/8±1	<1/<1	<10/<10	22±2/21±2	13±2/13±2	<2/<2
14/12	<5/<5	<1/<1	14±2/12±2	15±2/13±2	7±1/7±1	<1/<1	<10/<10	8±1/7±1	6±1/6±1	

Tabla 1.6 (continuación)

	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2010											
11/01	<5/<5	<1/<1	18±2/23±2	12±1/11±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	17±2/17±2	<5/<5	<2/<2	-
08/02	<5/<5	<1/<1	15±2/15±2	4±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
08/03	<5/<5	<1/<1	3±1/6±1	5±1/4±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
05/04	<5/<5	<1/<1	3±1/3±1	3±1/4±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
10/05	<5/<5	<1/<1	<2/<2	3±1/3±	2,5±0,2/2,1±0,2	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
07/06	<5/<5	<1/<1	2±1/<2	2±1/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	8±1/7±1	<5/<5	<2/<2	-
05/07	<5/<5	<1/<1	3±1/3±1	<2/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
02/08	<5/<5	<1/<1	3±1/<2	2±1/2±1	4±1/3±1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
06/09	<5/<5	<1/<1	4±1/3±1	2±1/3±1	5±1/5±1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
04/10	<5/<5	<1/<1	18±1/6±1	5±1/5±1	3±1/2±1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
15/11	<5/<5	<1/<1	2±1/<2	4±1/4±1	5±1/5±1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
06/12	<5/<5	<1/<1	<2/<2	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2	-
2011											
03/01	5±1/<5	<1/<1	24±1/18±1	12±1/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	10±1/<5	10±1/<5	<2/<2	1,9±0,2/19±0,2
02/02	4±1/4±1	<0,5/<0,5	10±1/10±1	7±1/7±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	6±1/6±1	5±1/5±1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
01/03	4±1/4±1	<0,5/<0,5	11±1/8±1	7±1/7±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	8±1/8±1	3±1/3±1	<2/<2	1,3±0,3/1,3±0,3
04/04	2±1/2±1	<0,5/<0,5	2±1/8±1	3±1/2±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	<1/<1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
04/05	5±1/5±1	<0,5/<0,5	3±1/3±1	5±1/5±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	1/1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07	5±1/5±1	<0,5/<0,5	16±1/10±1	15±1/11±1	<1/<1	<1/<1	2±1/3±1	9±1/7±1	5±1/<1	<2/<2	1±0,1/1±0,1
02/08	2±1/2±1	<0,5/<0,5	7±1/7±1	2±1/2±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	<1/<1	<2/<2	0,5±0,1/0,5±0,1
06/09	2±1/2±1	<0,5/<0,5	<2/<2	2±1/2±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	4±1/4±1	<1/<1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
04/10	2±1/2±1	<0,5/<0,5	5±1/5±1	6±1/6±1	<1/<1	1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	3±1/3±1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
25/10	5±1/5±1	<0,5/<0,5	19±1/57±4	22±1/20±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	3±1/3±1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
12/12	3±1/2±1	<0,5/<0,5	12±1/9±1	11±1/9±1	2±1/2±1	<1/<1	<2/<2	5±1/3±1	6±1/4±1	<2/<2	0,7±0,1/<0,5

Tabla I.6. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2012											
03/01	9±1/9±1	<0,5/<0,5	37±2/36±2	15±1/15±1	1±0,5/1±0,5	<1/<1	<2/<2	10±1/10±1	19±1/19±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
30/01	<2/2±1	<0,5/<0,5	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<2/4±1	<2/3±1	<1/±0,5	<2/<2	<0,5/0,8±0,1
05/03	2±1/2±1	<0,5/<0,5	5±1/7±1	4±1/4±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/4±1	1±0,5/2±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
09/04	2±1/2±1	<0,5/<0,5	18±3/37±3	3±1/4±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/4±1	1±0,5/2±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
14/05	2±1/2±1	<0,5/<0,5	3±1/13±1	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/3±1	1±0,5/2±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
04/06	3±1/3±1	<0,5/<0,5	15±2/6±1	9±1/7±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	6±1/5±1	4±0,5/3±1	<2/<2	0,8±0,1/0,8±0,1
02/07	2±1/2±1	<0,5/<0,5	10±1/9±1	4±1/4±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	3±1/4±1	4,0±0,5/2,0±0,4	<2/<2	0,6±1/0,7±0,1
06/08	2±1/2±1	<0,5/<0,5	2±1/3±1	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	3±1/4±1	1±0,5/1±0,5	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
03/09	2±1/2±1	<0,5/<0,5	<2/<2	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	4±1/3±1	<1/<1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
02/10	2±1/2±1	<0,5/<0,5	5±1/4±1	6±1/6±1	<1/<1	<1/<1	<2/2±1	4±1/4±1	2±1/2±1	<2/<2	0,5±0,1/0,5±0,1
05/11	3±1/3±1	<0,5/<0,5	8±1/9±1	9±1/9±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	6±1/6±1	3±1/3±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
03/12	3±1/3±1	<0,5/<0,5	7±1/7±1	8±1/7±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	6±1/6±1	3±1/3±1	<2/<2	0,6±0,1/0,7±0,1
2013											
07/01	3±1/3±1	<0,5/<0,5	10±1/6±1	5±1/7±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	5±15±1	3±1/3±1	<2/<2	0,6±0,1/0,6±0,1
04/02	7±1/6±1	<0,5/<0,5	20±1/20±1	12±1/12±1	2±1/2±1	<1/<1	<2/<2	15±1/16±1	11±1/11±1	<2/<2	2±1/2±1
04/03	4±1/4±1	<0,5/<0,5	11±1/12±1	10±1/10±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	8±1/8±1	3±1/4±1	<2/<2	1±0,5/1±0,5
08/04	3±1/3±1	<0,5/<0,5	5±1/6±1	6±1/6±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	8±1/8±1	2±1/3±1	<2/<2	0,9±0,1/1±0,5
06/05	3±1/3±1	<0,5/<0,5	12±1/12±1	7±1/7±1	<1/<1	<1/<1	<2/<2	11±1/10±1	4±1/4±1	<2/<2	1±0,5/1±0,5
03/06	7±1/7±1	<0,5/<0,5	30±2/29±2	21±1/20±1	4±1/4±1	<1/<1	<2/<2	29±2/28±2	13±1/12±1	<2/<2	3±1/3±1
01/07	3±1/3±1	<0,5/<0,5	13±1/7±1	6±1/6±1	<1/<1	<1/<1	<2/2±1	8±2/9±2	2±1/2±1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
05/08	3±1/3±1	<0,5/<0,5	<2/4±1	3±1/5±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	6±2/7±2	<1/<1	<2/<2	<0,5/<0,5
02/09	3±1/3±1	<1/<1	5±1/4±1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	2±1/2±1	<2/<2	<3/<3	<3/<3	3±1/3±1
30/09	3±1/3±1	<0,5/<0,5	2±1/2±1	3±1/3±1	<1/<1	<1/<1	2±1/2±1	5±2/5±2	<1/<1	<2/<2	0,7±0,1/0,7±0,1
05/11	4±1/2±1	<0,5/<0,5	23±1/46±3	12±1/15±1	3±1/4±1	<1/<1	<2/<2	8±1/11±1	<1/3±1	<2/<2	1±0,5/1±0,5
18/11	5±1/6±1	<0,5/<0,5	81±6/44±3	16±1/19±1	2±1/2±1	<1/<1	<2/<2	11±1/13±1	6±1/8±1	<2/<2	0,9±0,5/1±0,5

Tabla I.7. Estación: CL 6  
Descripción: descarga embalse Casa de Piedra

Latitud: S 38° 13'14.8"

Longitud: O 67° 11' 18.8"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000										
	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD	MI MD
15/02	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	<4 <4	2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
14/03	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
16/05	- <10	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
08/08	<10 <10	<1,5 <1,5	<20 <20	<4 <4	<2 <2	<1 <1	<10 <10	<10 <10	<7 <7	<2 <2
26/09	- <10	- <1,5	- 26	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
07/11	- -	- <1,5	- <20	- <4	- <2	- <1	- <10	- <10	- <7	- <2
2001										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
13/02	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
26/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/08	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
30/10	<5	<1	9	<2	<1	<1	<10	<5	<5	5
04/12	<5	<1	8	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2002										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	4
07/05	<5	<1	4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/08	<5	<1	5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/10	<5	<1	29	2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
26/11	<5	<1	29	3	<1	<1	<10	7	<5	5
2003										
	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
29/04	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/06	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
12/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
23/09	<5	<1	26	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
18/11	<5	<1	<2	2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I.7 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
06/07	<5	<1	9±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3±1
17/08	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/09	<5	<1	15±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/10	<5	<1	29±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
18/01	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/02	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/03	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/04	<5	<1	15±1	3±1	<1	<1	<10	9±1	<5	<2
03/05	<5	<1	4±1	2±1	<1	<1	<10	14±2	<5	<2
14/06	<5	<1	10±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
10/01	<5	3,7±0,3	8±1	10±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
21/02	<5	<1	5±1	3±0,6	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
14/03	<5	<1	5±1	3±0,6	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
18/04	<5	<1	<2	3±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/05	<5	<1	4±0,4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/08	<5	<1	15±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/10	<5	<1	38±4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/11	<5	3,7±0,3	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.7 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
09/01	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/02	<5	<1	5±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/03	<5	<1	<2	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06	<5	<1	13±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/07	<5	<1	8±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/08	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/10	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
08/01	<5	<1	3±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/03	<5	<1	7±	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/04	<5	<1	43±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/08	<5	<1	16±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/09	<5	<1	73±4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
01/10	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.7 (continuación)

Año	Metal/metaloides (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
06/01	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/02	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/05	<5	<1	5±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
01/09	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	5±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/11	<5	<1	15±2	<2	3±1	<1	<10	<5	<5	<2
15/12	<5	<1	<2	<2	5±1	<1	<10	<5	<5	<2
2010										
12/01	<5	<1	4±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/02	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/04	<5	<1	<2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/05	<5	<1	3±1	<2	2,4±0,2	<1	<10	<5	<5	<2
08/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	6±1	<5	<2
06/07	<5	<1	9±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	<2	<2	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
07/09	<5	<1	2±1	<2	3±1	<1	<10	<5	<5	<2
05/10	<5	<1	<2	<2	2±1	<1	<10	<5	<5	2
16/11	<5	<1	<2	<2	<2	<1	<10	<5	<5	<2
07/12	<5	<1	3±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.7 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
04/01	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	0,6±0,1
02/02	<2	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,6±0,1
02/03	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
05/04	2±1	<0,5	19±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	0,7±0,1
04/05	3±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
07/06	2±1	<0,5	2±1	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
05/07	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
02/08	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
06/09	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	0,7±0,1
04/10	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	2±1	<1	<2	0,7±0,1
25/10	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	2±1	<1	<2	0,7±0,1
12/12	2±1	<0,5	<2	<2	2±1	<1	3±1	2±1	<1	<2	0,8±0,1
2012											
03/01	2±1	<0,5	12±1	<2	<1	<1	4±1	3±1	1±0,5	<2	0,7±0,1
30/01	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	3±1	2±1	<2	0,7±0,1
05/03	<2	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	3±1	2±1	<2	0,8±0,1
09/04	2±1	<0,5	10±1	2±1	<1	<1	4±1	3±1	<1	<2	0,8±0,1
14/05	2±1	<0,5	5±1	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,1
04/06	2±1	<0,5	3±1	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,1
02/07	2±1	<0,5	3±1	2±1	<1	<1	4±1	3±1	1,0±0,4	<2	0,9±0,1
06/08	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,1
03/09	2±1	<0,5	5±1	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,1
01/10	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,8±0,1
05/11	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	0,8±0,1
03/12	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	<0,5

Tabla I.7 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
07/01	3±1	<0,5	11±1	2±1	<1	<1	3±1	5±1	<1	<2	0,8±0,1
04/02	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	0,8±0,1
04/03	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	5±1	<1	<2	0,9±0,1
08/04	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	6±1	<1	<2	0,9±0,1
06/05	<2	<0,5	4±1	<2	<1	<1	4±1	6±1	<1	<2	1±0,5
03/06	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	7±1	<1	<2	1±0,5
01/07	2±1	<0,5	2±1	<2	<1	<1	4±1	9±1	<1	<2	1±0,5
05/08	3±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	8±1	<1	<2	0,7±0,1
02/09	3±1	<1	<2	<2	<2	<1	4±1	<2	<3	<3	4±1
30/09	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	1±0,5
05/11	3±1	<0,5	37±2	<2	<1	<1	3±1	5±1	<1	<2	1±0,5
18/11	3±1	<0,5	32±2	<2	<1	<1	4±1	6±1	<1	<2	1±0,5

Tabla I.8. Estación: CL 7  
 Descripción: río Colorado altura La Adela

Latitud: S 38° 59' 10.92"

Longitud: O 64° 05' 34.89"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
16/02	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
15/03	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
17/05	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
09/08	<10	<1,5	21	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
27/09	<10	<1,5	24	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
08/11	<10	<1,5	<20	<4	<2	<1	<10	<10	<7	<2
2001	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
14/02	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
25/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
27/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	5
16/08 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1	14/13	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	7/2
31/10 <sup>(2)</sup>	<5/<5/<5	<1/<1/<1	10/10/10	<2/<2/<2	<1/<1/<1	<1/<1/<1	<10/<10/<10	<5/<5/<5	<5/<5/<5	5/4/<2
03/12	<5	<1	9	2	<1	<1	<10	<5	<5	6
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	3/4
07/05 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	16/15	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	3/<2
25/06 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	8/5	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
13/08 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	6/4	2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	5/<2
08/10 <sup>(1)</sup>	<5/<5	<1/<1	30/31	2/5	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	2/<2
26/11	<5	<1	32	4	<1	<1	<10	6	<5	<2
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
30/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	3
11/06	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
24/09	<5	<1	26	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
19/11	<5	<1	<2	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2

MD: margen derecha – <sup>(1)</sup> muestra duplicada – <sup>(2)</sup> muestra triplicada

Tabla I.8 (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
07/07	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
18/08	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/09	<5	<1	16±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/10	<5	<1	29±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2005										
19/01	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/02	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/03	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/04	<5	<1	12±2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/05	<5	<1	4±1	3±1	<1	<1	<10	24±3	<5	2±1
15/06	<5	<1	4±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
11/01	<5	<1	5±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/02	<5	<1	8±1	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/03	<5	<1	6±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
19/04	<5	<1	9±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05	<5	<1	4±0,4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/06	<5	<1	3±0,3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/08	<5	<1	16±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/09	<5	<1	16±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/10	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.9 Estación: CL 8  
 Descripción: río Colorado altura Colonia Juliá y Echarren

Latitud: S 39° 03' 04"

Longitud: O 63° 57' 39"

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2007										
10/01	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/02	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/06	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/07	<5	<1	9±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/08	<5	<1	5±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09	<5	<1	8±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/10	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2008										
08/01	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02	<5	<1	11±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/04	<5	<1	56±4	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/05	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/06	<5	<1	25±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/07	<5	<1	25±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
05/08	<5	<1	23±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09	<5	<1	9±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
01/10	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.9. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2009										
07/01	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/02	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/05	<5	<1	24±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/06	<5	<1	29±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/08	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/09	<5	<1	2±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
30/09	<5	<1	<2	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
04/11	<5	<1	2±1	3±1	5±1	<1	<10	<5	<5	<2
15/12	<5	<1	2±1	3±1	5±1	<1	<10	<5	<5	<2
2010										
13/01	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/02	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/04	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/05	<5	<1	3±1	<2	2,7±0,2	<1	<10	<5	<5	<2
08/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	6±1	<5	<2
07/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
03/08	<5	<1	9±2	<2	3±1	<1	<10	<5	<5	<2
08/09	<5	<1	2±1	<2	4±1	<1	<10	<5	<5	<2
05/10	<5	<1	4±1	<2	2±1	<1	<10	<5	<5	<2
17/11	<5	<1	<2	<2	<2	<1	<10	<5	<5	<2
07/12	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I.9. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2011											
04/01	<5	<1	16±1	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2	0,7±0,1
02/02	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
02/03	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,8±0,1
06/04	2±1	<0,5	4±1	2±1	<1	<1	2±1	2±1	<1	<2	0,7±0,1
04/05	3±1	<0,5	2±1	3±1	<1	<1	3±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
09/06	2±1	<0,5	16±1	2±1	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	0,8±0,1
06/07	2±1	<0,5	14±1	3±1	<1	<1	<2	4±1	<1	<2	0,9±0,1
03/08	2±1	<0,5	2±1	2±1	2±1	<1	4±1	3±1	<1	<2	0,7±0,1
07/09	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,8±0,1
05/10	<2	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	2±1	<1	<2	0,9±0,1
26/10	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	2±1	<1	<2	0,9±0,1
13/12	2±1	<0,5	<2	<2	1±0,5	<1	3±1	2±1	<1	<2	1,0±0,1
2012											
04/01	2±1	<0,5	8±1	2±1	<1	<1	4±1	4±1	2±1	<2	0,8±0,1
31/01	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	4±1	3±1	2±1	<2	0,8±0,1
06/03	<2	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	3±1	<1	<2	0,8±0,1
10/04	2±1	<0,5	6±1	2±1	<1	<1	4±1	3±1	<1	<2	0,9±0,1
15/05	2±1	<0,5	8±1	3±1	<1	<1	5±1	4±1	<1	<2	1±0,5
06/06	2±1	<0,5	10±1	3±1	<1	<1	5±1	4±1	<1	<2	1±0,5
03/07	2±1	<0,5	3±1	2±1	<1	<1	4±1	3±1	1,0±0,5	<2	1,0±0,1
08/08	2±1	<0,5	3±1	2±1	1±0,5	<1	4±1	7±1	1±0,5	<2	1±0,5
04/09	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,1
02/10	2±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	4±1	5±1	<1	<2	0,9±0,5
06/11	3±1	<0,5	3±1	3±1	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	0,9±0,5
04/12	2±1	<0,5	2±1	2±1	<1	<1	3±1	4±1	<1	<2	<0,5

Tabla I.9. (continuación)

Año	Metal/metaloide (µg/L)										
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio	Uranio
2013											
08/01	3±1	<0,5	4±1	3±1	<1	<1	4±1	5±1	<1	<2	0,9±0,5
05/02	3±1	<0,5	<2	3±1	<1	<1	4±1	5±1	<1	<2	0,9±0,1
05/03	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	3±1	5±1	<1	<2	1±0,5
09/04	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	6±1	<1	<2	1±0,5
07/05	<2	<0,5	6±1	<2	<1	<1	4±1	7±1	14±1	<2	1±0,5
04/06	2±1	<0,5	<2	2±1	<1	<1	5±1	7±1	<1	<2	1±0,5
02/07	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	5±1	10±1	<1	<2	1±0,5
07/08	2±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	8±1	<1	<2	0,8±0,1
03/09	2±1	<1	<2	<2	<2	<1	4±1	<2	<3	<3	6±1
02/10	3±1	<0,5	<2	<2	<1	<1	4±1	4±1	<1	<2	1±0,5
06/11	3±1	<0,5	5±1	<2	<1	<1	4±1	6±1	<1	<2	1±0,5
19/11	4±1	<0,5	9±1	<2	<1	<1	5±1	7±1	<1	<2	1±0,5



**Hidrocarburos  
aromáticos  
polinucleares en  
columna de agua**

**Anexo II**



Tabla II.1 Estación: CL 0  
 Descripción: río Barrancas altura puente Ruta Nacional N° 40 – Margen derecha

Latitud: S 36° 49' 02.3"

Longitud: O 69° 52' 16.4"

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Meti naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
<b>2000</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2001</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2002</b>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
<b>2003</b>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.1 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metilnaftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	0,042	0,046
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,290	<0,020
02/05	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,025
17/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	0,023
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020





Tabla II.1 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
06/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
07/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
29/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
14/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
17/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.1 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002										
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	0,012	
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005	

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos

Tabla II.1. (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
17/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
09/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005







Tabla II. 2 Estación: CL 1  
 Descripción: río Grande altura Bardas Blancas – Margen derecha

Latitud: S 35° 52' 15.4"

Longitud: O 69° 50' 14.0"

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,130 (*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016(*)	0,020	0,010	0,020	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017(*)	<0,010	0,010	0,030	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015(*)	<0,010	0,010	0,030	0,040	0,040
(*) Fenantreno + antraceno										
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	-	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.2 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,033	<0,005	<0,010	<0,020	0,290	0,200
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	0,026	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	0,024	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020





Tabla II.2 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
06/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
07/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
29/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
14/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
17/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.2 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,028	0,020
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.

Tabla II.2 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
05/07	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
17/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
09/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005







Tabla II. 3. Estación: CL 2

Latitud: S 37° 07' 48.7"

Longitud: O 69° 38' 40.2"

Descripción: río Colorado altura Buta Ranquil (Puente El Portón) – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016(*)	0,020	0,010	0,024	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011(*)	<0,010	<0,010	0,011	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010 (*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,013(*)	<0,010	<0,010	0,032	0,031
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.3 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,042	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	0,022	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	0,024	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	0,021	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020





Tabla II.3 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
07/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
08/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
18/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.3 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.





Tabla II.3. (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2011										
03/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2012										
04/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
31/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005



Tabla II.4 Estación: CL 3

Latitud: S 37° 21' 57.7"

Longitud: O 69° 01' 00.1"

Descripción: río Colorado altura Desfiladero Bayo – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,012	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	0,038	0,029
					(*) Fenantreno + antraceno					
2001										
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	0,040	<0,010	<0,020	<0,050	0,070	<0,050
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,018	0,046	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
28/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,010	<0,020	0,110	0,082
16/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/09	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,023	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
17/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,024	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020





Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metilnaftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
07/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
08/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
18/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,040	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
28/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.

Tabla II.4 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
17/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
09/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005







Tabla II. 5. Estación: CL 4  
 Descripción: río Colorado altura Punto Unido – Margen izquierda

Latitud: S 37° 43' 28.5"

Longitud: O 67° 45' 50.7"

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,29 (*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015(*)		<0,010	0,0110	0,041	0,045
					(*) Fenantreno + Antraceno					
2001										
12/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/06	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
18/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
22/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.5 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/08	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
18/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	0,020	0,012	<0,010	0,028	0,030	<0,020
15/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/04	0,018	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
10/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
21/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	0,073	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020





Tabla II.5 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metilnaftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
07/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
08/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
18/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.5 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
18/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.





Tabla II.5. (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2011										
03/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2012										
04/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
31/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005



Tabla II. 6 Estación: CL 5  
 Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanito – Margen derecha

Latitud: S 38° 01' 34.9"

Longitud: O 67° 52' 53.9"

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014(*)	<0,010	<0,010	<0,010	0,039	0,038
					(*) Fenantreno + Antraceno					
2001										
13/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	0,020	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
19/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,005	<0,005
07/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,018	0,046	<0,020	<0,020
10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
23/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.6 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005/0,006	<0,010	<0,020	<0,020/0,065	<0,020/0,071
17/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	0,016/0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/12	0,060/0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,036/<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
18/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	0,018/<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	0,025	<0,020
07/08	<0,010/0,035	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,021	<0,020/0,021	<0,020/0,350	<0,020/0,500
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor.





Tabla II.6 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metilnaftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013										
07/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
08/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
18/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II.6 (continuación)

Año	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
13/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
19/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,022	0,017
26/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
23/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.

Tabla II.6 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
06/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
17/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
09/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005



Tabla II.6. (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2010										
11/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
05/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2011										
03/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
01/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
/06.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2012										
04/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
31/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
03/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
02/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
06/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Mes de junio: no se muestrea por inaccesibilidad de los caminos.



Tabla II.6 (continuación – réplicas)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2003										
29/04 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/06 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08 <sup>(2)</sup>	0,026/<0,010	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,010/<0,010	<0,020/<0,010	<0,020/<0,020	<0,020/<0,020
23/09 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11 <sup>(1)</sup>	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor. <sup>(1)</sup> duplicado -- <sup>(2)</sup> duplicado y triplicado

Tabla II.6 (continuación – réplicas)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno	
2003										
29/04 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
10/06 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
12/08 <sup>(2)</sup>	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	<0,005/<0,005	
23/09 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
18/11 <sup>(1)</sup>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	

(1) Cuando los valores de las réplicas son coincidentes se indica un solo valor. <sup>(1)</sup> duplicado -- <sup>(2)</sup> duplicado y triplicado

Tabla II. 7. Estación: CL 6

Latitud: S 38° 13'14.8"

Longitud: O 67° 11' 18.8"

Descripción: descarga embalse Casa de Piedra – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010(*)		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
					(*) Fenantreno + Antraceno					
2001										
13/02	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
19/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
29/04	0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
23/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	0,044	0,033
17/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
18/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/03	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
10/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
21/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/07	0,052	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	0,025
08/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,030	0,028	0,350	0,500
12/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020



Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2010										
12/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
05/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2011										
04/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
05/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
04/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
02/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
04/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
25/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2012										
03/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
09/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
14/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/10	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/12	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Mes de junio: no se muestrea por inaccesibilidad de los caminos.



Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
13/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
24/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
26/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
14/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
30/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
04/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
19/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
29/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
23/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Benzo[b+k]fluoranteno: suma de los isómeros Benzo[b]fluoranteno y Benzo[k]fluoranteno no resueltos.







Tabla II.7 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2013										
07/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
08/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
01/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
30/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
18/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

Tabla II. 8. Estación: CL 7  
 Descripción: río Colorado altura La Adela – Margen derecha

Latitud: S 38° 59' 10.92"

Longitud: O 64° 05' 34.89"

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000										
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010(*)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001										
14/02	0,030	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
25/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
27/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
16/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
31/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
05/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,050	<0,050	<0,050
2002										
20/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
27/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003										
30/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
24/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
19/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.8 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2004										
07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/09	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2005										
19/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/04	0,030	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/05	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/06	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,011	<0,020	<0,020	<0,020
2006										
11/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
22/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
15/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
19/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
10/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
14/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
08/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
12/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
10/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
14/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
12/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)								
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b+k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000									
14/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,150	<0,010
13/03	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15/05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,260	<0,010	<0,010	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/09	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001									
12/02	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
23/04	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
25/06	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
13/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
29/10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
03/12	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002									
20/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
26/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
27/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2003									
30/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
24/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
19/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla II.8 (continuación)

Tabla II.8 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2004										
07/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2005										
19/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
04/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2006										
11/01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
22/02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15/03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
19/04	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/08	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/09	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Descripción: río Colorado altura Colonia Julia y Echarren – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2007										
09/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2008										
08/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
05/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
01/10	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
2009										
06/01	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/02	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/03	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/04	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
05/05	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
04/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
01/08	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
30/09	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
03/11	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/12	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020









Tabla II.9 (continuación)

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2013										
08/01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/02	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
05/03	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
09/04	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
07/05	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
04/06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/07	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
07/08	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
03/09	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
02/10	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
06/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
19/11	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC





**Ensayos  
ecotoxicológicos  
con agua**

**Anexo III**



Tabla III.1 Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de agua extraídas en diferentes sitios del río Colorado en el período 1999-2003, empleando *Daphnia magna* como organismo de ensayo.

Estación	1999-2000			2001			2002			2003		
	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R
CL 3 (Desfiladero Bayo)	27-09-99	(-)	(-)	22-08-01	(-)	(-)	12-08-02	(-)	(-)	22-09-03	(-)	(-)
	15-11-99	(-)	(-)	03-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL 4 (Punto Unido)	27-09-99	(-)	(-)	22-08-01	(-)	(+)	12-08-02	(-)	(-)	22-09-03	(-)	(-)
	15-11-99	(-)	(-)	03-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL 7 (La Adela)	29-09-99	(-)	(-)	23-08-01	(-)	(+)	14-08-02	(-)	(-)	24-09-03	(-)	(-)
	16-11-99	(-)	(-)	05-12-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-
	16-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16-03-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

S: supervivencia; (-) no significativamente diferente de los controles (Test exacto de Fischer,  $\alpha = 0,05$ ). R: tasa neta de reproducción; (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ )

Tabla III.1 (continuación)

Estación	2005			2006			2007		
	Fecha	S	(-)	Fecha	S	R	Fecha	S	R
CL 3 (Desfiladero Bayo)	14-03-05	(-)	(-)	09/07/06	(-)	(-)	03/09/07	(-)	(-)
CL 4 (Punto Unido)	15-03-05	(+)	(-)	09/07/06	(-)	(-)	-	(-)	(-)

Tabla III.1 (continuación)

Estación	2008			2009			2010		
	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R
CL 3 (Desfiladero Bayo)	09-08-08	(-)	(-)	29-09-09	(-)	(-)	07/10/10	(-)	(-)
CL 4 (Punto Unido)	09-08-08	(-)	(-)	29-09-09	(-)	(-)	07/10/10	(-)	(-)

Tabla III.1 (continuación)

Estación	2011			2012			2013		
	Fecha	S	R	Fecha	S	R	Fecha	S	R
CL 3 (Desfiladero Bayo)	09/09/11	(-)	(-)	27/10/12	(-)	(-)	02/09/13	(-)	(-)
CL 4 (Punto Unido)	09/09/11	(-)	(-)	27/10/12	(-)	(-)	02/09/13	(-)	(-)

**Metales y  
metaloides en  
sedimentos de  
fondo**

**Anexo IV**



Tabla IV.1. Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (Período 2004 – 2013)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Arsénico	5,2	7,0	5,3	6,3	5,4	5,0	17	8,6	6,2	5,1
Bario	405	333	266	463	399	322	780	489	398	342
Boro	10	30	50	77	21	24	71	32	41	55
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	78	49	61	84	48	44	202	36	21	53
Cobre	29	13	21	39	16	22	117	24	11	34
Cromo	26	23	18	19	12	9,0	42	21	20	30
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,08	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	19	16	15	29	19	17	59	22	13	21
Plata	<1	80	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	8,6	8,0	8,4	8,0	7,5	8,5	29	13	8,2	16
Selenio	0,6	0,6	0,4	<0,2	<0,2	0,4	0,7	<0,2	0,4	<0,2
Vanadio	110	98	87	151	169		084	168	94	134

Tabla IV.2 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (Período 2000-2007)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año						
	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Arsénico	2,6	7,6	12	5,7	6,0	5,0	9,5
Bario	120	223	247	146	279	157	334
Boro	9,7	33	38	8,5	58	54	72
Cadmio	1,2	1,5	2,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	28	73	89	56	105	54	91
Cobre	17	37	53	22	44	25	44
Cromo	6	25	35	23	38	15	21
Mercurio	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	6,7	24	25	16	20	10	29
Plata	<1	<1	<1	<1	24	6	<1
Plomo	4,8	13	11	3,2	20	10	13
Selenio	<1	1,1	1,3	0,7	0,7	0,6	<0,2
Vanadio	41	89	104	56	191	67	160

Tabla IV.2 Metales/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (Período 2008 - 2012)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Arsénico	5,9	7,5	6,8	9,3	7,2	N.M.
Bario	304	260	292	256	190	N.M.
Boro	23	26	55	52	64	N.M.
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	N.M.
Cinc	51	69	91	46	43	N.M.
Cobre	17	42	44	40	20	N.M.
Cromo	11	11	21	22	28	N.M.
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,08	<0,05	N.M.
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	N.M.
Níquel	19	23	27	26	17	N.M.
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	N.M.
Plomo	9,1	14	13	16	9,6	N.M.
Selenio	0,3	0,5	1,0	<0,2	0,6	N.M.
Vanadio	122	131	227	154	123	N.M.

N.M.: no muestreado

Tabla IV.3 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (Período 2000 - 2006)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año					
	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Arsénico	4,6	9,6	4,8	4,3	2,0	17
Bario	140	247	87	104	409	565
Boro	18	34	8,3	18	75	145
Cadmio	1,8	1,9	0,9	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	40	92	29	44	112	181
Cobre	26	48	20	18	42	85
Cromo	8,5	25	12	13	15	50
Mercurio	0,15	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	8,6	32	10	13	5,5	40
Plata	<1	<1	<1	<1	102	5
Plomo	8,2	19	4,0	1,2	23	26
Selenio	<1	1,4	0,6	0,8	0,6	2,0
Vanadio	49	146	53	95	252	225

Tabla IV.4 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2007)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2007								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Arsénico	2,0	3,7	6,4	4,3	3,8	3,9	4,6	4,4	4,9
Bario	68	102	153	171	87	115	204	139	269
Boro	24	42	46	49	34	34	66	36	45
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	40	35	36	57	36	32	65	34	46
Cobre	15	21	17	26	19	18	31	21	15
Cromo	5,5	7,8	9,8	14	7,3	7,8	18	8,5	13
Mercurio	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	8,1	13	14	18	12	12	22	13	17
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	1,3	5,6	3,2	4,7	2,9	2,2	1,8	1,8	2,6
Selenio	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Vanadio	44	63	110	152	59	66	186	75	123

Tabla IV.4 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (Período 2008-2010)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Período 2008-2010								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
<b>2008</b>									
Arsénico	12	11	11	3,9	12	11	4,4	11	11
Bario	219	222	213	128	228	222	144	222	232
Boro	78	88	88	15	78	77	18	77	82
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	15	10	35	29	32	17	33	17	8,0
Cobre	36	34	34	10	34	35	11	35	33
Cromo	15	15	15	8,7	15	15	9,5	15	15
Mercurio	<0,2	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	27	27	26	13	27	27	13	27	26
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	9,5	11	12	3,9	13	9,8	3,9	9,8	11
Selenio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2
Vanadio	221	224	216	158	218	219	174	219	222
<b>2009</b>									
Arsénico	8,5	7,7	8,1	6,6	10	7,6	3,9	8,5	9,0
Bario	163	185	161	173	187	171	113	205	197
Boro	66	70	68	20	74	61	21	69	59
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	67	53	53	45	55	51	35	58	53
Cobre	36	38	44	20	36	34	12	36	35
Cromo	7,5	8,4	7,7	5,4	7,8	7,1	6,1	10	9,7
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	17	18	18	11	17	17	9,1	17	18
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	8,0	8,0	8,1	6,9	8,5	8,2	3,9	8,2	9,0
Selenio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,3	1,6	<0,2	0,5	0,6
Vanadio	209	224	232	166	231	226	181	240	229
<b>2010</b>									
Arsénico	7,2	5,1	2,7	4,7	4,8	4,0	3,6	7,5	1,3
Bario	240	248	211	218	238	190	184	291	204
Boro	25	23	65	25	20	65	78	55	26
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	117	109	130	40	38	24	5,0	55	2,7
Cobre	44	39	36	41	36	34	29	43	30
Cromo	22	22	22	21	20	17	17	22	18
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	26	25	23	26	25	22	22	29	21
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomo	9,0	9,6	6,0	9,3	7,8	6,9	43	13	3,8
Selenio	04	03	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	07	04	<0,2
Vanadio	155	165	201	165	190	234	209	222	144

Tabla IV.4 Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (Período 2011-2013)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Período 2011-2013								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
<b>2011</b>									
Arsénico	8,0	9,1	71	7,9	9,0	7,3	9,3	6,6	7,0
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	33	2,8	23	29	4,1	14	13	22	15
Cobre	44	43	39	45	51	46	48	23	28
Cromo	23	22	21	23	25	23	22	23	20
Plomo	23	14	11	14	22	14	34	18	8,4
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	21	21	21	21	24	21	21	18	17
Boro	79	79	66	99	90	58	93	33	44
Vanadio	196	193	192	201	219	188	197	234	157
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selenio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Mercurio	<0,08	<0,08	<0,08	<0,8	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Bario	225	226	224	239	245	217	225	371	205
<b>2012</b>									
Arsénico	12	8,4	11	12	13	11	12	6,4	10
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	124	22	35	62	76	69	54	21	54
Cobre	35	6,2	17	28	27	38	22	2,5	19
Cromo	21	8,3	16	22	28	27	20	6,7	22
Plomo	19	6,8	11	11	15	11	12	3,6	6,8
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	24	11	17	21	30	27	19	7,0	16
Boro	60	20	34	24	41	69	23	22	68
Vanadio	157	80	123	146	177	170	148	65	131
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selenio	0,4	<0,2	0,8	0,4	<0,2	0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bario	215	111	164	210	228	217	213	100	298
<b>2013</b>									
Arsénico	6,3	6,1	10	4,6	9,7	3,8	4,7	4,9	5,8
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	25	11	43	40	95	44	15	27	18
Cobre	42	38	61	51	54	36	46	43	32
Cromo	31	28	44	33	38	23	30	32	26
Plomo	28	23	30	22	21	11	20	21	19
Plata	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	8,8	8,4	22	17	21	14	14	14	12
Boro	91	79	114	86	77	52	75	76	55
Vanadio	141	127	230	175	187	123	154	147	134
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selenio	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,10
Bario	205	184	305	171	292	149	163	158	209

Tabla IV. 5 - Metales/metaloideos ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (Período 2002 - 2003)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2002	2003
Arsénico	5	3,4
Bario	209	416
Boro	19	34
Cadmio	1	3,3
Cinc	49	100
Cobre	17	37
Cromo	14	44
Mercurio	0,09	<0,05
Molibdeno	<1	<1
Níquel	15	20
Plata	<1	<1
Plomo	7,8	6,1
Selenio	0,7	1,6
Vanadio	75	187

**Hidrocarburos  
aromáticos  
polinucleares en  
sedimentos de  
fondo**

**Anexo V**



Tabla V.1 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández (Período 2004 - 2013)

HAPs	Año									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Naftaleno	<LC	0,011	<LC	<LC	<LC	0,0041	0,0369	0,0149	0,00123	<LD
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0109	0,0769	<LD	(0,0052)	<LD
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0079	<LC(0,0008)	<LD
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Dimetil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0118	0,0203	<LD	<LC	<LD
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0132	<LC	<LD	<LC	<LD
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC(0,0057)	0,0062	<LD	<LC	<LD
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC(0,0008)	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC(0,0018)	<LC	0,0085	<LC	<LD
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC(0,001)	<LC(0,0013)	<LD	<LC	<LD
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0032	<LC	<LD	0,0108	<LD
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0045	0,0058	<LD	<LC	<LD
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0021	<LD	<LC	<LD
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LD	<LC	<LD

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

LD: Límite de detección del método: 0,0005  $\mu\text{g/g}$

Tabla V. 2. HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (Período 2000 - 2007)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año						
	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,040	<LC	<LC
Acenafteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
<Fluoreno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<0,010	0,010	0,023	0,017	0,047	<LC	<LC
Antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	0,047	<LC	<LC
Metil naftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<LC	0,025	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<0,030	<0,030	<0,030	0,055	0,059	<LC	<LC
Metil fenantreno	<0,030	<0,030	0,071	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<0,010	<0,010	0,067	<LC	0,054	0,030	<LC
Fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<0,010	0,010	0,019	<LC	0,012	0,018	<LC
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010				
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V. 3. HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (Período 2008 - 2012)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año				
	2008	2009	2010	2011	2012
Naftaleno	<LC	0,0076	0,0377	0,0054	0,0153
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	0,0287	0,0459	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	0,0084	<LC(0,0015)
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<LC	<LC(0,0057)	0,0137	<LC	<LC
Metil fenantreno	<LC	0,0435	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	0,0208	<LC(0,0046)	<LC	<LC
Fluoranteno	0,007	<LC(0,0019)	<LC	<LC	<LC
Pireno	0,018	0,0062	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC(0,0018)	<LC(0,0005)	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	0,0063	0,0098	<LC	<LC	0,0077
Benzo[a]antraceno	<LC	0,0108	<LC(0,0015)	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC(0,0012)	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.4 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (Período 2000 – 2006)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año					
	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Naftaleno	0,043	<0,010	<0,010	<LC	0,029	<LC
Acenafteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,036	<LC
Fenantreno	<0,010	0,010	<0,010	<LC	0,159	<LC
Antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	0,159	<LC
Metil naftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<0,030	0,090	0,064	<LC	0,154	0,035
Metil fenantreno	<0,030	<0,030	<0,030	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<0,030	<0,030	<0,030	<LC	0,230	<LC
Fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,014	<LC	<LC	<LC
Pireno	<0,010	<0,010	0,012	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Criseno	<0,010	0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010	<0,010	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.5 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2007)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2007								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LC	<LC	<LC	0,010.0	0,0176	0,0106	<LC	0,0101	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenafileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,056	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	0,0588	<LC	<LC	<LC	0,070	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0325	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0315	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.6 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2008)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2008								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LC	<LC	<LC	0,010.0	0,0176	0,0106	<LC	0,0101	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,056	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	0,009	0,0083	0,0094	0,0031	0,0075	0,0091	0,0027	0,0049	0,0062
Dimetil naftaleno	0,0433	0,0461	0,0398	0,0094	0,0381	0,0394	0,0122	0,0025	0,0318
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0325	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	0,0008	0,0014	0,0017	<LC	0,001	0,0019	0,008	0,006	0,005
Pireno	0,0007	0,0024	0,0016	<LC	0,0012	0,002	0,008	0,0011	0,001
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.7 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2009)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2009								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LC	0,0147	<LC(0,0019)	<LC(0,0004)	0,0152	<LC(0,0012)	0,0131	<LC	<LC
Acenafteño	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0629	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	0,0257	0,0341	0,0154	<LC	0,0147	0,0085	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	0,132	0,171	0,0792	<LC(0,0046)	0,0622	0,0377	<LC	0,0518	<LC(0,0059)
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0037	0,0055	0,0116
Pireno	<LC(0,0018)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0078	0,0045	0,0099
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método (LC): 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.8 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2010)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2010								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LC	<LC	0,0158	0,0196	0,0154	0,0198	0,0125	0,0079	0,0062
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	0,0047	<LC	0,0059	0,0069	0,0067	0,0087	0,0042
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<LC(0,0052)	0,0091	0,0361	0,120	0,0316	0,0254	0,0069	0,0241	0,0069
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC(0,0013)	<LC(0,0017)	0,0176	0,0093	0,0154	0,0124	0,0140	0,0102	0,0128
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC(0,0005)	<LC	<LC(0,0006)	<LC(0,0005)	<LC(0,0007)	<LC(0,0005)	<LC(0,0006)
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método (LC): 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.9 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2011)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2011								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	0,0076	<LC	0,0046	0,0030	0,0025	0,0058	<LC	0,0062	0,0043
Acenafteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,0030	<LD	<LD
Acenaftileno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluoreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LC	<LD	<LD	<LD	<LD
Fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Antraceno	<LD	<LD	<LD	0,0170	0,0190	0,0266	0,007	0,0220	0,0219
Metil naftaleno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dimetil naftaleno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Metil fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dimetil fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluoranteno	0,0184	<LD	<LC	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pireno	0,0036	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[b]fluoranteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[k]fluoranteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Criseno	0,0025	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[a]antraceno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[a]pireno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dibenzo[a,h]antraceno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[ghi]perileno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Límite de detección del método: 0,0005  $\mu\text{g/g}$

Tabla V.10 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2012)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2012								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	0,0179	<LC	<LC	0,0153	<LC	0,0200	0,0311	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LC: Límite de cuantificación del método: 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

Tabla V.10 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra (año 2013)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año 2013								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LD	<LD	<LD	<LD	0,0402	<LD	<LD	<LD	<LD
Acenafteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Acenaftileno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluoreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Antraceno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Metil naftaleno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dimetil naftaleno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Metil fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dimetil fenantreno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Fluoranteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pireno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[b]fluoranteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[k]fluoranteno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Criseno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[a]antraceno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[a]pireno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Dibenzo[a,h]antraceno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Benzo[ghi]perileno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Límite de detección del método: 0,0005  $\mu\text{g/g}$

Tabla V.11 HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (Período 2002- 2003)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año	
	2002	2003
Naftaleno	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,010	<0,010
Acenaftileno	<0,010	<0,010
Fluoreno	<0,010	<0,010
Fenantreno	<0,010	<0,010
Antraceno	<0,010	<0,010
Metil naftaleno	<0,020	<0,020
Dimetil naftaleno	<0,030	<0,030
Metil fenantreno	<0,030	<0,030
Dimetil fenantreno	<0,030	<0,030
Fluoranteno	<0,010	<0,010
Pireno	<0,010	<0,010
Benzo[b]fluoranteno	<0,010	<0,010
Benzo[k]fluoranteno	<0,010	<0,010
Criseno	<0,010	<0,010
Benzo[a]antraceno	<0,010	<0,010
Benzo[a]pireno	<0,010	<0,010
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,010	<0,010
Benzo[ghi]perileno	<0,010	<0,010
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<0,010	<0,010

LC: Límite de cuantificación del método (LC): 0,010  $\mu\text{g/g}$ , a excepción de metilnaftalenos (0,020  $\mu\text{g/g}$ ) y dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos (0,030  $\mu\text{g/g}$ )

**Ensayos  
ecotoxicológicos  
con sedimentos  
de fondo**

**Anexo VI**



Tabla VI. 1. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en diferentes sitios del río Colorado y del embalse Casa de Piedra en el período 1999-2004 empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	1999-2000			2001			2002			2003			2004		
	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	15-11-99	(-)	(-)	11-09-01	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-05-00	(+)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	07-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	16-11-99	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	08-09-03	(-)	(-)	-	-	-
	16-02-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18-05-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10-08-00	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toma embalse Casa de Piedra	-	-	-	13-09-01	(-)	(-)	-	-	-	08-09-03	(-)	(-)	-	-	-

M: mortalidad (%); L: longitud total (mm); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ )

Tabla VI. 2. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo (fracciones aireada y no aireada) extraídas el río Colorado y en diferentes sitios del embalse Casa de Piedra en el período 2005-2006 empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	2005			2006		
	Fecha	M	L	Fecha	M	L
Toma embalse Casa de Piedra (Fracción no aireada)	03-05	(-)	(-)	17/07	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (Fracción aireada)			(-)	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	-	-	-	17/07	(-)	(-)
Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)	-	-	-	11/07	(-)	(-)

Tabla VI. 3. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado y en diferentes sitios del embalse Casa de Piedra en el período 2007-2013 empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	2007			2008			2009		
	Fecha	M	L	Fecha	M	L	Fecha	M	L
Toma embalse Casa de Piedra (1a)	24/05	(-)	(-)	09/08	(-)	(-)	17/09	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (2c)	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (3a)	"	(+)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)	22/05	(-)	(-)	-	(-)	(-)	18/09	(-)	(-)

M: mortalidad (%); L: longitud total (mm); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ )

Tabla VI.3 (continuación)

Estación	2010			2011			2012			2013		
	Fecha	M	L									
Toma embalse Casa de Piedra (1a)	04/10	(-)	(-)	22/09	(-)	(-)	02/09	(+)	(+)	16/09	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (2c)	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(+)	(+)	"	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (3a)	"	(+)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)	07/10	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)	27/09	(-)	(-)

Tabla VI. 4. Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado y en diferentes sitios del embalse Casa de Piedra (Períodos 2001-2003 y 2005-2013), empleando *Vallisneria spiralis* como organismo de prueba.

Estación	2001			2003			2005			2006		
	Fecha	H N	Cl a									
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	11-09	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	07/06	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	-	-	-	08-09	(-)	(-)	03-05	(-)	(-)	07/06	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra	13-09	(-)	(-)	08-09	(-)	(-)	03-05	(-)	(-)	"	(-)	(-)

H N: proporción de hojas nuevas (%); Cl a: contenido en clorofila a (mg/g peso fresco); (-) no significativamente diferente de los controles ANOVA de una vía con test de Dunnett ( $p \leq 0,05$ );

Tabla VI.4 (continuación)

Estación	2007			2008			2009			2010		
	Fecha	H N	Cl a									
Toma embalse Casa de Piedra (1a)	24/05	(-)	(-)	09/08	(-)	(-)	17/09	(-)	(-)	04/10	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (2c)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (3a)	"	(+)	(-)	"	(-)	(-)	-	(-)	(-)	"	(+)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)		(-)	(-)	"	(-)	(-)
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	22/05	(-)	(-)	"	(-)	(-)	18/09	(-)	(-)	07/10	(-)	(-)

M: mortalidad (%); L: longitud total (mm); (-) no significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ); (+) significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ )

Tabla VI.4 (continuación)

Estación	2011			2012			2013		
	Fecha	H N	Cl a	Fecha	H N	Cl a	Fecha	H N	Cl a
Toma embalse Casa de Piedra(1a)	22/09	(-)	(-)	02/09	(+)	(+)	16/09	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (2c)	"	(-)	(-)	"	(+)	(+)	"	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra (3a)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	"	(-)	(-)	"	(-)	(-)	27/09	(-)	(-)



**Metales y  
metaloides en  
músculo de peces**

**Anexo VII**

Hoja en Blanco

Tabla VII.1 Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) en músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) (Período 2000-2012)

Año/Especie	n	Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2000															
Perca bocona	2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10	5,7	<0,5	<0,5	3,6	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,1
Perquita espinuda	7	<0,2	<0,1	<0,10	<0,10	5,1	<0,5	<0,5	3,5	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,8
Bagre otuno	1	<0,2	0,11	0,20	0,11	7,2	<0,5	<0,5	5,4	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	2,7
2001															
Perquita espinuda	15	<0,2	<0,2	0,19	<0,10	9,1	<0,3	<0,2	9,9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	10	0,9
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	1,00	<0,10	16,0	<0,3	<0,2	20	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	0,3	1,1
2002															
Perquita espinuda	6	0,2	0,3	0,90	<0,10	12,4	2,1	4,0	6,3	<0,05	<0,2	1,8	<0,3	<0,15	<0,4
2003															
Perquita espinuda	22	<0,2	<0,2	<0,20	<0,10	4,2	1,1	<0,2	46	<0,05	<0,2	1,1	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey bonaerense	9	<0,2	<0,2	<0,20	<0,10	7,5	0,6	0,6	14	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre otuno	2	<0,2	<0,2	0,30	<0,10	4,8	1,2	0,6	36	<0,05	<0,2	0,8	<0,3	<0,15	<0,4



Tabla VII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Metal/metaloide (µg/g, peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2008															
Perquita espinuda	19	<0,2	<0,2	<1	<0,1	2,3±0,3	<0,2	<0,2	14±3	0,10±0,02	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey bonaerense	13	<0,2	<0,2	<1	<0,1	2,6±0,3	<0,2	<0,2	6,7±1,2	0,88±0,09	<0,2	<0,2	<0,3		
2009															
Perquita espinuda	10	<0,2	<0,2	<1	<0,1	11±1	<0,2	<0,2	10±2	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,5±0,1
Pejerrey bonaerense	5	<0,2	<0,2	<1	<0,1	7,0±0,6	<0,2	<0,2	8,2±1,4	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre otuno	10	<0,2	<0,2	<1	<0,1	11±1	<0,2	<0,2	7,0±1,1	0,05±0,01	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,6±0,1
2011															
Perquita espinuda	6	<0,2	0,4±0,1	<1	<0,1	11±1	0,9±0,1	<0,2	11±2	0,18±0,03	<2	<2	<3	51±4	0,9±0,1
Bagre de torrentes	1	<0,2	<0,2	<1	<0,1	7,0±0,6	<0,2	<0,2	9,0±1,7	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,2
Bagre otuno	2	<0,2	<0,2	<1	<0,1	11±1	1,8±0,2	<0,2	5,0±1,0	0,08±0,01	<0,2	4,0±0,3	<0,3	<0,15	1,0±0,1
Madrecita de agua	24	<0,2	<0,2	<1	<0,1	7,0±0,6	<0,2	<0,2	9,0±1,7	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,2
2012															
Perquita espinuda	5	<0,2	<0,2	<1	<0,1	6,7±0,6	<0,2	<0,2	8,4±1,4	0,10±0,01	<0,2	1,5±0,2	<0,3	0,6±0,1	0,6±0,1
Bagre de torrentes	2	<0,2	<0,2	<1	<0,1	17±2	<0,2	<0,2	11±2	0,15±0,01	<0,2	<0,2	<0,3	7,6±1,1	0,5±0,4
2013															
Perquita espinuda	2	<0,2	<0,2	<1	<0,1	2,9±0,2	<0,2	<0,2	4,2±0,3	0,06±0,01	<0,2	1,5±0,2	<0,3	0,6±0,1	0,6±0,1
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	<1	<0,1	3,1±0,4	<0,2	<0,2	1,5±0,2	0,07±0,01	<0,2	1,1±0,2	<0,3	1,0±0,1	0,6±0,1
Pejerrey bonaerense	1	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,0±0,5	<0,2	<0,2	5,5±0,3	<0,04	<0,2	1,0±0,2	<0,3	0,5±0,1	0,7±0,1
Bagre otuno	1	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,8±0,4	0,5±0,1	<0,2	1,5±0,2	0,05±0,01	<0,2	1,2±0,2	<0,3	3,3±0,6	0,5±0,1

Tabla VII. 2. Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) en músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el embalse Casa de Piedra (cola) (Período 2000 - 2012)

Año/Especie	n	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2000															
Pejerrey bonaerense	23	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	4,7	<0,5	<0,5	1,0	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,0
Carpa	22	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	4,4	<0,5	<0,5	5,4	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,9
Perca bocona	7	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	3,1	<0,5	<0,5	4,8	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	4,4
Trucha arco iris	1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	3,3	<0,5	<0,5	3,1	<0,2	<0,5	<0,5	<0,8	0,15	2,7
2001															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	0,11	<0,1	5,6	<0,3	<0,2	11	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,5
Carpa	1	<0,2	<0,2	<0,10	<0,1	6,2	<0,3	<0,2	9,3	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	0,8	0,5
2002															
Pejerrey bonaerense	22	<0,2	<0,2	0,7	<0,1	12,0	2,1	<0,2	18	<0,05	<0,2	2,0	<0,3	<0,15	0,7
Carpa	7	<0,2	<0,2	0,5	<0,1	12,7	1,8	0,7	48	<0,05	<0,2	1,9	<0,3	<0,15	1,0
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	0,7	<0,1	2,6	1,7	<0,2	4,0	<0,05	<0,2	1,9	<0,3	<0,15	<0,4
2003															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	0,2	<0,1	13,0	1,7	0,7	9,0	<0,05	<0,2	0,6	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	2	<0,2	<0,2	0,3	<0,1	6,6	1,3	0,5	45	0,38	<0,2	0,6	<0,3	<0,15	<0,4

Tabla VII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2004															
Pejerrey bonaerense	23	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	11 $\pm$ 2	0,7 $\pm$ 0,1	<0,2	56 $\pm$ 6	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	9	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,7 $\pm$ 1,1	4,2 $\pm$ 1,1	<0,2	72 $\pm$ 8	0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Trucha arco iris	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	30 $\pm$ 2	3,3 $\pm$ 0,8	<0,2	179 $\pm$ 14	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2005															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,0 $\pm$ 1,2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	5,7 $\pm$ 1,2	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	7,1 $\pm$ 1,1	3,3 $\pm$ 0,8	<0,2	7,1 $\pm$ 1,3	0,32 $\pm$ 0,03	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	8,6 $\pm$ 1,3	0,8 $\pm$ 0,1	<0,2	4,1 $\pm$ 0,9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2006															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	7,2 $\pm$ 1,1	0,4 $\pm$ 0,1	<0,2	33 $\pm$ 11	0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,4
2007															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	1,3 $\pm$ 0,2	<0,1	11 $\pm$ 1,6	1,6 $\pm$ 0,2	<0,2	22 $\pm$ 7	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2008															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<1	<0,1	7,2 $\pm$ 0,6	<0,2	<0,2	2,0 $\pm$ 0,4	0,17 $\pm$ 0,03	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Carpa	8	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,3 $\pm$ 0,5	<0,2	<0,2	4,2 $\pm$ 0,7	0,09 $\pm$ 0,02	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Trucha marron	1	<0,2	<0,2	<1	<0,1	6,9 $\pm$ 0,6	1,7 $\pm$ 0,2	<0,2	4,0 $\pm$ 0,7	0,15 $\pm$ 0,03	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4

Tabla VII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2009															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,0 $\pm$ 0,5	<0,2	<0,2	1,2 $\pm$ 0,2	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,6 $\pm$ 0,1
Carpa	8	<0,2	<0,2	<1	<,1	7,0 $\pm$ 0,6	<0,2	<0,2	13 $\pm$ 2	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	0,5 $\pm$ 0,1
2011															
Pejerrey bonaerense	15	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,0 $\pm$ 0,5	<0,2	<0,2	1,3 $\pm$ 0,1	<0,04	<0,2	0,6 $\pm$ 0,1	<0,3	<0,15	0,6 $\pm$ 0,1
Carpa	20	<0,2	<0,2	<1	<0,1	7,0 $\pm$ 0,6	3,7 $\pm$ 0,4	<0,2	11 $\pm$ 2	0,11 $\pm$ 0,02	<0,2	2,6 $\pm$ 0,3	<0,3	3,0 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,1
2012															
Pejerrey bonaerense	20	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,0 $\pm$ 0,5	<0,2	<0,2	2,3 $\pm$ 0,2	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	1,0 $\pm$ 0,1	<0,2
Carpa	20	<0,2	<0,2	<1	<0,1	5,0 $\pm$ 0,5	<0,2	<0,2	7,3 $\pm$ 1,1	<0,04	<0,2	<0,2	<0,3	0,5 $\pm$ 0,1	0,4 $\pm$ 0,1

Tabla VII. 3. Metales y metaloides ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) en músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el embalse Casa de Piedra (área villa) (Año 2013)

Año/Especie	n	Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2013															
Pejerrey bonaerense	10	<0,2	<0,2	<1	<1	3,0 $\pm$ 0,4	3,2	<0,2	<1	<0,04	<0,2	1,0 $\pm$ 0,2	<0,3	1,8 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1
Carpa	10	<0,2	<0,2	<1	<1	3,8 $\pm$ 0,4	<0,2	<0,2	<1	<0,04	<0,2	0,9 $\pm$ 0,2	<0,3	0,8 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,2

**Hidrocarburos  
aromáticos  
polinucleares en  
músculo de peces**

**Anexo VIII**



Tabla VIII.1. HAPs en músculo dorsal de diferentes especies de peces ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) (Período 2000 - 2012)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000											
Perca bocona	2	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,0400	<0,04000	<0,040
Perquita espinuda	7	0,344	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0475	0,0206	0,0659	0,0902	<0,040
Bagre otuno	1	0,344	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0475	0,0206	0,0659	0,0902	<0,040
2001											
Perquita espinuda	15	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2002											
Perquita espinuda	6	0,0181	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,022	0,023	<0,040	<0,040	<0,040
Pejerrey bonaerense	22	0,241	<0,010	<0,010	<0,010	0,027	<0,010	0,030	<0,040	<0,040	<0,040
2003											
Perquita espinuda	22	0,239	<0,010	0,013	0,017	0,122	0,013	0,049	0,059	0,083	<0,040
Pejerrey bonaerense	9	0,500	<0,010	<0,010	0,019	0,112	<0,010	0,102	0,094	0,077	<0,040
Bagre otuno	2	0,203	<0,010	<0,010	0,026	0,195	0,013	0,052	0,083	0,137	0,060



Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2008											
Perquita espinuda	19	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0018	<0,003	0,0014	0,006	0,006	<0,006
Pejerrey bonaerense	13	<0,003	<0,003	<0,003	0,0014	<0,003	<0,003	<0,006	0,006	0,0012	<0,006
2009											
Perquita espinuda	10	0,0269	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0094	<LC	<LC
Pejerrey bonaerense	5	0,0546	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0073	0,0077	<LC	<LC
Bagre otuno/ Bagre de torrentes	10	0,0511	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0085	0,0079	<LC	<LC
2010											
Perquita espinuda	16	<LC	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LC	<LD	<LD	<LD
Pejerrey bonaerense	13	0,0424	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LC	<LD	<LD	<LD
2011											
Perquita espinuda	6	0,0165	<LD	<LD	0,0073	<LD	0,0108	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre de torrente	1	0,0532	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre otuno	2	0,0513	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Madrecita de agua	24	0,0085	<LD	<LD	0,0136	0,0515	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2012											
Perquita espinuda	5	0,0649	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Bagre de torrente	2	0,3871	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LD (Límite de detección): 0,001 µg/g

Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013											
Perquita espinuda	2	0,0419	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Perca bocona	1	0,0625	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pejerrey bonaerense	1	0,1498	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre otuno	1	0,1168	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Límite de detección del método: 0,001  $\mu\text{g/g}$

Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[b]fluoranteno	Benzo[k]fluoranteno	Criseno	Benzo[a]antraceno	Benzo[a]pireno	Dibenzo[a,h]antraceno	Benzo[g,h,i]perileno	Indeno[c,d]pireno
2000											
Perca bocona	2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perquita espinuda	7	<0,010	0,090	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Bagre otuno	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001											
Perquita espinuda	15	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	1	<0,010	0,090	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002											
Perquita espinuda	6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pejerrey bonaerense	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2003											
Perquita espinuda	22	0,018	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pejerrey bonaerense	9	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010
Bagre otuno	2	0,030	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010



Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2008											
Perquita espinuda	19	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Pejerrey bonaerense	13	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
2009											
Perquita espinuda	10	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Pejerrey bonaerense	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Bagre otuno/ Bagre de torrentes	10	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
2010											
Perquita espinuda	16	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pejerrey bonaerense	13	<LD	<LD	0,0098	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2011											
Perquita espinuda	6	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre de torrente	1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre otuno	2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Madrecita de agua	24	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2012											
Perquita espinuda	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Bagre de torrente	2	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LD (Límite de detección): 0,001 µg/g

Tabla VIII.1 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[b] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2013											
Perquita espinuda	2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Perca bocona	1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pejerrey bonaerense	1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Bagre otuno	1	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD: Límite de detección del método: 0,001 µg/g

Tabla VIII.2. HAPs en músculo dorsal de diferentes especies de peces ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) capturadas en el embalse Casa de Piedra (cola) (Período 2000- 20012)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000											
Pejerrey bonaerense	23	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Trucha arco iris	1	0,0289	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2001											
Pejerrey bonaerense	20	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Carpa	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2002											
Carpa	22	0,044	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
Perca bocona	1	0,099	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040
2003											
Pejerrey bonaerense	20	0,209	<0,010	<0,010	0,012	0,072	<0,010	0,041	0,048	0,053	<0,040
Carpa	2	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	0,025	<0,010	<0,020	<0,040	<0,040	<0,040



Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)										
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno	
2008												
Pejerrey bonaerense	20	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Carpa	8	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Trucha marrón	1	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
2009												
Pejerrey bonaerense	20	0,0194	<LC	<LC	<LC	0,0088	<LC	<LC(0,0038)	0,0091	<LC	<LC	<LC
Carpa	8	0,0115	<LC	<LC	<LC	0,0046	<LC(0,0014)	<LC(0,0029)	0,0032	<LC	<LC	<LC
2011												
Pejerrey bonaerense	15	0,0088	<LC(0,0028)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Carpa	20	<LD	<LD	<LD	<LC(0,0011)	<LC(0,0016)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2012												
Pejerrey bonaerense	20	0,0977	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Carpa	20	0,0238	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LD (Límite de detección): 0,001 µg/g

Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)									
		Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2013											
Pejerrey bonaerense	10	0,021	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Carpa	10	0,0664	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD (Límite de detección): 0,001  $\mu\text{g/g}$

Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[k] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2000											
Pejerrey bonaerense	23	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Trucha arco iris	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2001											
Pejerrey bonaerense	20	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2002											
Carpa	22	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Perca bocona	1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2003											
Pejerrey bonaerense	20	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Carpa	2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010



Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[k] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2008											
Pejerrey bonaerense	20	0,0018	0,0051	0,003	0,003	0,0071	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Carpa	8	0,0012	0,0028	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Trucha arco iris	1	0,0017	0,0051	0,003	0,03	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
2009											
Pejerrey bonaerense	20	0,0038	0,0048	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Carpa	8	<LC(0,0014)	<LC(0,0020)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
2011											
Pejerrey bonaerense	15	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Carpa	20	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
2012											
Pejerrey bonaerense	20	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Carpa	20	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC

LD (Límite de detección): 0,001 µg/g

Tabla VIII.2 (continuación)

Año/Especie	n	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/g, peso húmedo)									
		Fluoranteno	Pireno	Benzo[k] fluoranteno	Benzo[k] fluoranteno	Criseno	Benzo[a] antraceno	Benzo[a] pireno	Dibenzo[a,h] antraceno	Benzo[g,h,i] perileno	Indeno[c,d] pireno
2013											
Pejerrey bonaerense	10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Carpa	10	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

LD (Límite de detección): 0,001 µg/g

**Conductividad  
eléctrica, sales y  
concentraciones  
iónicas**

**Anexo IX**



Tabla IX.1 – Registros mensuales de conductividad específica en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Conductividad específica (μS/cm) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	798	922	877	855	824	846	846	746	812	664	516	499
Grande	Bardas Blancas	CL 1	1.042	1.253	1.293	1.401	1.386	1.340	1.442	1.112	1.292	1.048	724	744
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	986	1.139	1.235	1.260	1.267	1.274	1.290	1.012	1.165	955	756	691
	Desfiladero Bayo	CL 3	1.034	1.154	1.250	1.370	1.345	1.268	1.301	1.053	1.185	949	779	675
	Punto Unido	CL 4	1.043	1.301	1.291	1.696	1.416	1.392	1.377	1.298	1.292	1.181	819	720
	Pasarela Medanito	CL 5	1.071	1.303	1.329	1.836	1.506	1.436	1.409	1.246	1.330	1.270	836	751
	Casa de Piedra	CL 6	1.269	1.256	1.236	1.252	1.439	1.285	1.396	1.400	1.416	1.413	1.422	1.352
	El Gualicho	CL 10	1.422	1.359	1.428	1.406	1.977	2.029	1.848	1.970	1.902	1.981	1.731	1.486
	Paso Alsina		1.450	1.386	1.453	1.898	1.990	2.097	1.996	2.014	1.652	1.899	1.734	1.515

Tabla IX.2 – Promedios mensuales de registros de conductividad específica en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Conductividad específica (μS/cm) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	625	693	667	685	664	664	672	703	684	565	406	400
Grande	Bardas Blancas	CL 1	654	837	995	1.122	1.150	1.073	1.042	1.035	1.033	865	581	523
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	683	851	957	1.032	1.077	1.000	988	1.011	987	826	587	543

Tabla IX.3 – Registros mensuales de concentración de Sólidos Disueltos Totales en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Sólidos Disueltos Totales (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	546	612	492	503	460	500	509	435	475	396	316	320
Grande	Bardas Blancas	CL 1	664	783	763	885	860	868	840	647	796	655	454	458
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	648	728	786	787	766	778	800	627	731	580	475	406
	Desfiladero Bayo	CL 3	665	742	779	876	845	789	810	667	724	582	480	411
	Punto Unido	CL 4	671	887	844	1.126	918	874	885	823	806	763	515	432
	Pasarela Medanito	CL 5	705	899	861	1.282	970	890	887	782	820	801	530	457
	Casa de Piedra	CL 6	806	733	806	820	987	897	938	919	936	930	941	856
	El Gualicho	CL 10	960	910	934	921	1.305	1.391	1.343	1.328	1.255	1.324	1.155	963
	Paso Alsina		947	909	967	1.255	1.320	1.405	1.388	1.407	1.054	1.235	964	982

Tabla IX.4 – Promedios mensuales de registros de concentración de Sólidos Disueltos Totales en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Sólidos Disueltos Totales (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	402	426	423	407	408	398	405	418	407	346	255	250
Grande	Bardas Blancas	CL 1	412	526	634	693	742	669	658	644	644	540	377	325
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	445	548	606	645	682	617	626	635	622	548	370	343

Tabla IX.5 – Registros mensuales de concentración de cloruro en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Cloruro (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	104	133	155	167	168	178	178	139	153	114	72	68
Grande	Bardas Blancas	CL 1	191	214	236	261	248	252	249	200	217	176	98	105
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	164	190	214	216	225	239	229	165	203	166	106	95
	Desfiladero Bayo	CL 3	156	184	209	227	216	229	227	171	216	155	108	92
	Punto Unido	CL 4	163	201	210	248	226	255	248	202	213	172	114	100
	Pasarela Medanito	CL 5	172	203	213	262	242	254	233	196	214	198	113	103
	Casa de Piedra	CL 6	187	189	181	183	183	186	190	186	195	213	208	202
	El Gualicho	CL 10	211	201	218	199	302	316	312	331	332	323	261	229
	Paso Alsina		218	208	209	281	301	326	318	328	252	330	272	229

Tabla IX.6 – Promedios mensuales de registros de concentración de cloruro Totales en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Cloruro (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	61	79	98	110	121	115	114	123	116	89	50	49
Grande	Bardas Blancas	CL 1	87	116	145	175	186	167	163	160	157	125	73	60
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	86	101	139	153	171	149	156	153	147	121	62	64

Tabla IX.7 – Registros mensuales de concentración de sulfato en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Sulfato (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	181	201	136	104	78	97	80	95	98	86	82	74
Grande	Bardas Blancas	CL 1	174	250	237	223	228	238	261	208	242	191	158	164
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	191	218	232	206	192	193	206	190	203	167	152	140
	Desfiladero Bayo	CL 3	208	233	232	289	267	232	203	198	214	176	155	143
	Punto Unido	CL 4	204	289	267	432	272	242	220	283	252	248	160	147
	Pasarela Medanito	CL 5	204	274	264	501	291	255	276	261	243	233	175	163
	Casa de Piedra	CL 6	263	253	290	298	406	283	381	390	374	356	358	308
	El Gualicho	CL 10	356	295	352	328	473	561	503	466	412	486	444	345
	Paso Alsina		342	321	346	498	502	524	509	533	426	461	384	357

Tabla IX.8 – Promedios mensuales de registros de concentración de sulfato en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Sulfato (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	172	151	114	90	76	76	79	83	80	69	55	66
Grande	Bardas Blancas	CL 1	139	179	208	219	226	207	198	205	189	167	116	118
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	152	190	199	196	199	186	152	193	179	151	109	112

Tabla IX.9 – Registros mensuales de concentración de sodio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Sodio (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	59	84	90	91	86	104	94	84	88	67	49	43
Grande	Bardas Blancas	CL 1	100	138	143	143	142	147	153	117	136	102	63	65
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	89	120	132	126	126	134	135	102	120	89	68	59
	Desfiladero Bayo	CL 3	89	120	135	158	130	147	134	98	135	89	70	58
	Punto Unido	CL 4	92	126	134	152	138	146	146	123	132	120	71	61
	Pasarela Medanito	CL 5	96	127	138	162	146	153	144	127	132	123	69	65
	Casa de Piedra	CL 6	108	119	118	116	116	109	123	129	132	128	136	128
	El Gualicho	CL 10	141	131	136	142	208	235	214	207	198	218	174	145
	Paso Alsina		138	142	128	196	212	228	212	217	169	204	181	154

Tabla IX.10 – Promedios mensuales de registros de concentración de sodio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Sodio (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	38	50	60	71	76	70	73	75	71	56	33	32
Grande	Bardas Blancas	CL 1	54	74	96	113	116	107	107	104	100	80	46	40
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	41	70	89	101	108	96	99	102	94	74	47	42

Tabla IX.11 – Registros mensuales de concentración de potasio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Potasio (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	2,9	3,6	3,9	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,2	3,1	2,3	1,9
Grande	Bardas Blancas	CL 1	3,2	3,6	3,9	3,7	3,8	3,8	3,8	3,3	3,6	2,9	2,0	1,7
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	3,2	4,9	4,4	3,9	4,0	3,8	4,1	3,3	3,6	3,0	2,4	1,9
	Desfiladero Bayo	CL 3	3,3	3,8	4,4	4,0	4,1	3,9	4,1	3,5	3,6	3,0	2,5	1,9
	Punto Unido	CL 4	3,5	4,2	4,6	4,9	4,2	4,3	4,3	4,2	3,9	4,1	2,6	2,1
	Pasarela Medanito	CL 5	3,6	4,4	4,9	5,3	4,4	4,3	4,3	4,0	4,1	4,1	2,6	2,2
	Casa de Piedra	CL 6	4,6	4,7	4,8	4,1	4,6	4,4	4,6	4,5	4,4	4,3	4,4	4,2
	El Gualicho	CL 10	6,0	5,3	5,8	4,4	5,9	5,7	5,8	5,6	5,7	6,0	5,0	4,8
	Paso Alsina		5,6	5,6	4,7	6,0	6,3	6,1	5,6	5,3	5,1	6,4	5,6	5,1

Tabla IX.12 – Promedios mensuales de registros de concentración de potasio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Potasio (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	1,9	2,1	2,4	2,6	2,5	2,5	2,8	2,8	2,7	2,6	2,0	1,7
Grande	Bardas Blancas	CL 1	1,5	1,8	2,2	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6	2,5	2,4	1,6	1,3
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	1,8	2,3	2,5	2,9	3,1	2,8	3,0	3,1	2,9	2,7	2,0	1,7

Tabla IX.13 – Registros mensuales de concentración de calcio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Calcio (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	97,0	103,0	83,0	64,0	56,0	56,0	51,0	56,0	56,0	55,0	42,0	46,0
Grande	Bardas Blancas	CL 1	99,0	109,0	126,0	113,0	115,0	119,0	120,0	101,0	109,0	93,0	62,0	74,0
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	103,0	105,0	113,0	102,0	101,0	104,0	101,0	82,0	97,0	91,0	62,0	69,0
	Desfiladero Bayo	CL 3	103,0	109,0	111,0	118,0	115,0	108,0	107,0	88,0	99,0	83,0	69,0	68,0
	Punto Unido	CL 4	109,0	133,0	121,0	157,0	127,0	117,0	106,0	134,0	113,0	114,0	73,0	76,0
	Pasarela Medanito	CL 5	111,0	125,0	123,0	215,0	131,0	117,0	117,0	104,0	115,0	114,0	73,0	79,0
	Casa de Piedra	CL 6	141,0	116,0	134,0	131,0	163,0	136,0	150,0	153,0	150,0	145,0	132,0	130,0
	El Gualicho	CL 10	154,0	136,0	155,0	131,0	175,0	185,0	182,0	193,0	161,0	178,0	182,0	144,0
	Paso Alsina		151,0	149,0	143,0	170,0	186,0	198,0	198,0	207,0	161,0	185,6	148,5	144,0

Tabla IX.14 – Promedios mensuales de registros de concentración de calcio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Calcio (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	83,8	92,2	59,0	51,2	48,8	48,2	44,6	47,9	52,5	43,5	37,4	38,7
Grande	Bardas Blancas	CL 1	66,8	70,3	94,9	104,0	104,6	96,9	84,8	95,6	97,0	81,6	60,1	54,7
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	67,3	110,8	89,4	92,1	95,6	89,0	78,9	90,9	91,4	78,6	58,6	53,8

Tabla IX.15 – Registros mensuales de concentración de magnesio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Magnesio (mg/L) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	5,8	6,7	6,8	10,5	10,6	12,7	13,5	10,8	9,0	5,0	7,3	4,5
Grande	Bardas Blancas	CL 1	6,0	10,9	5,8	18,1	14,5	12,7	12,5	12,7	11,3	11,1	13,6	6,0
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	9,6	10,9	8,5	14,3	10,9	17,6	14,4	15,6	13,8	12,6	15,6	10,0
	Desfiladero Bayo	CL 3	10,8	10,8	10,6	18,0	18,0	13,4	14,4	17,0	12,5	17,6	11,7	8,0
	Punto Unido	CL 4	9,6	10,9	15,5	40,0	13,3	15,6	17,3	14,0	18,8	8,8	14,7	10,0
	Pasarela Medanito	CL 5	10,6	16,8	12,6	23,8	18,0	17,6	20,2	22,0	11,3	15,1	18,6	10,0
	Casa de Piedra	CL 6	5,8	14,5	10,6	14,3	21,8	13,3	24,1	17,0	18,8	25,2	32,0	20,0
	El Gualicho	CL 10	16,8	13,5	19,0	16,7	29,0	37,0	36,0	29,3	33,0	30,0	19,6	21,3
	Paso Alsina		16,9	9,7	24,2	41,0	26,5	24,6	29,4	33,0	25,1	30,1	23,8	17,5

Tabla IX.16 – Promedios mensuales de registros de concentración de magnesio en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Magnesio (mg/L) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	4,8	3,8	7,4	4,9	4,7	6,1	8,8	8,2	7,0	6,4	4,5	3,9
Grande	Bardas Blancas	CL 1	5,9	5,8	7,4	6,5	9,0	8,3	12,6	8,7	8,0	9,0	5,6	5,2
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	10,1	6,6	10,8	8,7	10,1	9,0	8,8	10,0	10,2	7,8	6,0	6,0

Tabla IX.17 – Registros mensuales de dureza total en los ríos Grande, Barrancas y Colorado obtenidos en el año 2014

Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) – Período 2014														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	265,0	285,0	235,0	204,0	183,0	193,0	182,0	185,0	177,0	158,0	136,0	134,0
Grande	Bardas Blancas	CL 1	272,0	318,0	338,0	357,0	348,0	350,0	352,0	306,0	320,0	278,0	212,0	210,0
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	297,0	308,0	318,0	314,0	298,0	334,0	313,0	269,0	299,0	280,0	220,0	214,0
	Desfiladero Bayo	CL 3	302,0	317,0	322,0	368,0	361,0	327,0	327,0	291,0	299,0	280,0	220,0	202,0
	Punto Unido	CL 4	313,0	378,0	366,0	559,0	373,0	358,0	337,0	392,0	361,0	321,0	242,0	231,0
	Pasarela Medanito	CL 5	321,0	381,0	358,0	637,0	403,0	366,0	376,0	352,0	335,0	347,0	259,0	239,0
	Casa de Piedra	CL 6	376,0	350,0	378,0	387,0	498,0	395,0	475,0	452,0	454,0	466,0	460,0	407,0
	El Gualicho	CL 10	455,0	396,0	468,0	397,0	557,0	613,0	604,0	603,0	536,0	570,0	535,0	448,0
	Paso Alsina		448,0	413,0	458,0	594,0	574,0	596,0	616,0	653,0	505,0	587,6	469,1	433,0

Tabla IX.18 – Promedios mensuales de registros de dureza total en los ríos Grande, Barrancas y Colorado correspondientes al período 1999-2009

Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) – Promedios Período 1999-2009														
Río	Sitio	Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	230,3	218,6	187,3	156,8	139,8	147,2	146,8	152,2	159,1	141,7	112,2	114,3
Grande	Bardas Blancas	CL 1	190,8	220,2	276,2	292,9	300,6	281,2	263,9	275,2	280,0	248,6	179,5	160,8
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	207,6	264,2	262,4	270,1	270,7	257,7	235,0	265,5	267,3	235,9	172,0	160,9

Tabla IX.19 – Registro de concentraciones iónicas expresadas en miliequivalentes/litro obtenidos en el año 2014 en diferentes estaciones sobre los ríos Grande, Barrancas y Colorado

Río	Sitio	Estación	Bicarbonato. (me/L)	Carbonato. (me/L)	Cloruros (me/L)	Sulfatos (me/L)	Sodio (me/L)	Potasio (me/L)	Calcio (me/L)	Magnesio (me/L)
Barrancas	Barrancas	CL0	1,28	0,00	3,83	2,28	3,39	0,08	3,18	0,71
Grande	Bardas Blancas	CL 1	1,27	0,00	5,75	4,47	5,25	0,08	5,16	0,93
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	1,45	0,00	5,20	3,97	4,71	0,09	4,70	1,05
	Desfiladero Bayo	CL 3	1,47	0,00	5,15	4,42	4,93	0,09	4,90	1,12
	Punto Unido	CL 4	1,59	0,00	5,53	5,23	5,22	0,10	5,74	1,29
	Pasarela Medanito	CL 5	1,65	0,00	5,65	5,45	5,37	0,10	5,92	1,35
	Casa de Piedra	CL 6	1,69	0,00	5,41	6,87	5,29	0,11	6,99	1,49
	El Gualicho	CL 10	1,87	0,00	7,60	8,71	7,79	0,14	8,22	2,07
	Paso Alsina		1,87	0,00	7,69	9,03	7,90	0,14	8,49	2,07

Tabla IX.20 – Relación Sólidos disueltos totales (mg/L) /Conductividad específica (µS/cm) correspondiente a mediciones realizadas en el año 2014

Río	Sitio	Estación	Año 2014											
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Barrancas	Barrancas	CL 0	0,68	0,66	0,56	0,59	0,56	0,59	0,60	0,58	0,58	0,60	0,61	0,64
Grande	Bardas Blancas	CL 1	0,64	0,62	0,59	0,63	0,62	0,65	0,58	0,58	0,62	0,63	0,63	0,62
Colorado	Buta Ranquil	CL 2	0,66	0,64	0,64	0,62	0,60	0,61	0,62	0,62	0,63	0,61	0,63	0,59
	Desfiladero Bayo	CL 3	0,64	0,64	0,62	0,64	0,63	0,62	0,62	0,63	0,61	0,61	0,62	0,61
	Punto Unido	CL 4	0,64	0,68	0,65	0,66	0,65	0,63	0,64	0,63	0,62	0,65	0,63	0,60
	Pasarela Medianito	CL 5	0,66	0,69	0,65	0,70	0,64	0,62	0,63	0,63	0,62	0,63	0,63	0,61
	Casa de Piedra	CL 6	0,64	0,58	0,65	0,65	0,69	0,65	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,63
	El Gualicho	CL 10	0,68	0,67	0,65	0,66	0,66	0,69	0,73	0,67	0,66	0,67	0,67	0,65
	Paso Alsina		0,65	0,66	0,67	0,66	0,66	0,67	0,70	0,70	0,64	0,65	0,56	0,65





**Glosario  
y  
Agradecimientos**



## GLOSARIO

**Agua ultrapura Tipo I ASTM:** agua preparada por destilación, tratada por medio de una mezcla de resinas de intercambio iónico de manera que tenga una conductividad final máxima de 0,056  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y filtrada a través de una membrana de 0,2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. Este tipo de agua es utilizado en aplicaciones que requieren mínimas interferencias y máxima precisión y exactitud. Estas incluyen, entre otras, espectrofotometría de absorción atómica y de emisión de llama, análisis de metales traza, preparación de soluciones estándar y soluciones *buffer*.

**Agua Tipo IV ASTM:** agua preparada por destilación, intercambio iónico u ósmosis inversa y con una conductividad final máxima de 5,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Analito:** sustancia específica a ser determinada en un ensayo o análisis.

**Anfípodo:** artrópodo caracterizado por tener sus apéndices locomotores iguales.

**ANOVA: *Analysis of Variance*** (Análisis de la Varianza). El análisis de la varianza de una vía es una prueba estadística que permite comparar varios grupos de observaciones, todas las cuales son independientes entre sí y posiblemente tienen una media diferente para cada grupo. Permite decidir si las medias son iguales o no.

**ASTM:** sigla de *American Society for Testing and Materials*.

**Bentónico:** perteneciente al bentos.

**Bentos:** todos los organismos que viven en el fondo de un cuerpo de agua, ya sea en la superficie del mismo (epibentos) o bien enterrados en el sedimento (endobentos). Pueden ser vegetales (fitobentos) o animales (zoobentos).

**Biodisponible:** fracción del total de una sustancia química presente en el ambiente circundante que puede ser incorporada por organismos. El ambiente incluye agua, sedimentos de fondo, partículas suspendidas y alimentos.

**Biomarcador:** cambio inducido por un contaminante en los componentes bioquímicos o celulares de un proceso, estructura o función, el cual puede ser medido en un sistema biológico. El empleo de biomarcadores se basa en el concepto de que la toxicidad primaria de un contaminante generalmente se manifiesta a niveles bioquímicos y moleculares (cambios en actividades enzimáticas, ADN, etc.) y más tarde a niveles de organela, célula, tejido, organismo y eventualmente población.

**Biota:** conjunto de organismos (animales o vegetales) que viven en un área determinada.

**Blanco de campo (*field blank*):** blanco preparado con agua ultrapura (Tipo I ASTM) de calidad verificada, envasado en campo en un recipiente del mismo lote que va a ser utilizado para las muestras. Es sometido a los mismos procedimientos de preservación y condiciones y tiempo de almacenamiento y transporte que las muestras. Su objetivo es poner de manifiesto cualquier anomalía que pudiera existir en el procedimiento de limpieza de los envases, introducción de

contaminantes en la muestra por los conservantes (ácidos), manipulación de los envases en campo para la extracción y preservación y transporte de la muestra.

**Blanco de campo adicionado (*spiked field blank*):** se prepara en campo adicionando una cantidad conocida de un estándar (trazable al Sistema Internacional de Unidades, SI) de la sustancia en estudio a un blanco de agua ultrapura (Tipo I ASTM), preparado de igual manera que el blanco de campo. Indica la recuperación de la sustancia adicionada en el análisis de laboratorio excluyendo los efectos de la matriz (producida por sustancias o materiales presentes en la muestra, diferentes del analito a medir). Si se analizan réplicas del blanco adicionado, se obtiene además un indicio de la precisión general que puede estar afectada por las operaciones de campo y analíticas.

**Columna de agua:** masa de agua comprendida entre la superficie y el fondo. Incluye los sólidos en suspensión.

**Conductividad eléctrica:** es una medida de la capacidad de una solución acuosa de transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, su movilidad, su valencia y de la temperatura a la cual se efectúa la medición. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad se expresa en milisiemens por metro (mS/m). En la práctica es más corriente el empleo de microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Control de Calidad:** técnicas operativas y actividades que son empleadas para cumplir con los requisitos de la calidad.

**Corer:** tubo de acrílico empleado para el muestreo de sedimentos de fondo. Permite extraer testigos que posibilitan el estudio de diferentes estratos.

**Cromatografía en fase gaseosa:** técnica analítica para la separación y cuantificación de sustancias químicas basada en las diferencias en la partición de las mismas entre una fase móvil (transportada en un flujo de gas) y otra estacionaria (contenida en un soporte empaquetado en una columna de gran longitud y pequeño diámetro, por la cual circula el flujo de gas). Una vez separadas las sustancias son identificadas mediante un detector, del cual existen diferentes tipos, entre ellos el de espectrometría de masas.

**Crustáceo:** artrópodos mandibulados de respiración branquial, poseen dos pares de antenas y presentan el cuerpo cubierto generalmente por un caparazón calcáreo, la cabeza y el tórax soldados formando un cefalotórax y las patas dispuestas unas para la prensión y otras para la locomoción.

**Draga *Eckman*:** dispositivo de acero inoxidable constituido por una caja que posee dos quijadas del mismo material en su parte inferior, que permiten el cierre para retener los sedimentos de fondo extraídos y la apertura para la descarga, homogeneizado y envasado de los mismos. La draga es operada desde una embarcación y el cierre es comandado desde la superficie mediante un mensajero (peso) que se deja caer guiado por el cable de acero que sujeta a la draga. Existen otros tipos de dragas empleadas con el mismo fin.

**Ensayos ecotoxicológicos:** experimentos de laboratorio utilizados para evaluar los efectos tóxicos potenciales de muestras de agua o sedimentos de un cuerpo receptor sobre los organismos vivos. Los efectos se evalúan a través de la

observación en poblaciones de los organismos de ensayo de variables establecidas (mortalidad, reproducción, crecimiento, etc.).

**Ensayo toxicológico crónico:** estudio crónico en el cual todos los estadios de la vida de un organismo son expuestos a un material en ensayo. Generalmente, un ensayo durante el ciclo de vida involucra el ciclo reproductivo completo del organismo. Un ensayo durante un ciclo de vida parcial incluye las partes del ciclo de vida que se han observado como especialmente sensibles a la exposición a una sustancia química.

**Espectrometría de absorción atómica:** técnica analítica basada en el empleo del espectro de absorción de átomos aislados para determinar concentraciones de elementos.

**Espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo:** técnica analítica basada en el empleo de plasma (gas neutro parcialmente ionizado). El gas empleado es el argón y la energía que lo mantiene en funcionamiento es transmitida inductivamente mediante una bobina por la que circula radiofrecuencia. La muestra en aerosol es introducida por medio de un inyector en la parte central del plasma, en la cual existen temperaturas muy elevadas. De esta manera, los elementos presentes en la muestra son ionizados y posteriormente analizados mediante un detector.

**Espectrometría de masas:** técnica analítica basada en el empleo del movimiento de iones en campos eléctricos y magnéticos para clasificarlos de acuerdo a su relación masa-carga. Por medio de esta técnica las sustancias químicas se identifican separando los iones gaseosos en campos eléctricos y magnéticos. La espectrometría de masas provee información cualitativa y cuantitativa sobre la composición atómica y molecular de materiales inorgánicos y orgánicos.

**Espectrometría de emisión óptica:** técnica analítica basada en la medición de la intensidad de las líneas del espectro de emisión atómica que producen los átomos ionizados a elevadas temperaturas.

**Estándar (de medición):** estándares físicos o químicos empleados para propósitos de calibración o validación tales como: drogas de pureza establecida y sus correspondientes soluciones de concentración conocida, pesas patrón, etc. Los materiales de referencia son una categoría de estándares de medición.

**Estándar trazable al Sistema Internacional de Unidades (SI):** estándar cuyo valor puede ser relacionado al/los patrón/es correspondiente/s del Sistema Internacional de Unidades a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

**Exactitud:** concordancia entre un valor medido y el valor aceptado o "verdadero". Se expresa por el error porcentual (E%) que es el cociente de la diferencia entre el valor medido y el valor aceptado o "verdadero" y el valor verdadero, expresado como porcentaje.

**Factor de cobertura (k):** factor numérico usado como multiplicador de la incertidumbre estándar combinada para obtener la incertidumbre expandida para un determinado nivel de confianza. Habitualmente, para una distribución normal, se usa un factor de cobertura ( $k$ ) = 2, para dar un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

**Fracción recuperable total (metales):** concentración de un metal obtenida por digestión ácida débil de la muestra. Esta fracción es considerada biodisponible.

**Hidrocarburos alifáticos:** familia de compuestos constituidos por carbono e hidrógeno que forman cadenas abiertas (lineales o ramificadas) o cerradas y que pueden presentar o no dobles enlaces entre carbonos.

**Hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs):** grupo de sustancias químicas orgánicas que poseen una estructura formada por dos o más anillos bencénicos fusionados. Los anillos bencénicos están constituidos por cadenas hidrocarbonadas cerradas formando ciclos en los cuales se alternan uniones dobles y simples entre átomos de carbono vecinos. Los HAPs con dos a cinco anillos bencénicos son los de mayor significación ambiental y para la salud humana.

**Incertidumbre de medición:** parámetro asociado con el resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden ser atribuidos al mesurando.

**Incertidumbre estándar ( $u$ ):** Incertidumbre del resultado de una medición expresada como desviación estándar.

**Incertidumbre estándar combinada ( $u_c$ ):** Incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando este resultado es obtenido a partir de los valores de otras magnitudes; se caracteriza por el valor numérico obtenido aplicando el método usual para la combinación de varianzas, de modo tal que la incertidumbre combinada y sus componentes se expresan en la forma de desviaciones estándar.

**Incertidumbre expandida ( $U$ ):** incertidumbre estándar (incertidumbres estándar combinadas) multiplicadas por un factor de cobertura  $k$  para dar un nivel de confianza particular.

**Límite de cuantificación del método (LCM):** es la concentración por encima de la cual pueden obtenerse resultados cuantitativos con un nivel de confianza especificado.

**Litología:** es la parte de la geología que estudia las rocas en relación con su estructura, color, características físicas y químicas, tamaño de grano, tamaño de las partículas y la disposición de sus partes componentes.

**Macrófita:** planta vascular grande especialmente de un cuerpo de agua, enraizada o flotante.

**Material de Referencia:** un material o sustancia en la cual una o más de sus propiedades son suficientemente homogéneas y han sido bien establecidas como para ser usado para la calibración de un aparato, la evaluación de un método de medición o para la asignación de valores a materiales.

**Material de referencia certificado:** material de referencia, acompañado de su correspondiente certificado, del cual una o más de sus propiedades se establecen con valores certificados mediante un procedimiento, el cual establece su trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual los valores de la propiedad son expresados, y para los cuales cada valor certificado posee una incertidumbre asociada, definida con un nivel de confianza establecido.

**Metal pesado:** metales de densidad mayor que  $4,5 \text{ g/cm}^3$  y relativamente elevada masa atómica. El término también designa un grupo de metales que

presentan marcada toxicidad para los organismos vivos. También se los denomina elementos traza.

**Metaloides:** grupos de elementos químicos cuyas propiedades son intermedias entre los metales y los no metales.

**Meteorización:** alteración de una roca por la acción de agentes físicos, químicos o biológicos.

**Muestra dividida (*split sample*):** muestra simple separada en dos o más porciones de manera que cada parte es representativa de la muestra original.

**Muestra fortificada (*spiked sample*):** muestra a la cual se le ha adicionado cantidades conocidas de los analitos de interés y que se emplea para medir los efectos de la matriz de la muestra puede tener sobre los métodos analíticos (usualmente sobre la recuperación del analito).

**Monitoreo:** observación periódica y sistemática de niveles de contaminantes en el ambiente.

**Nivel de Efecto Probable:** nivel por encima del cual se espera que ocurran frecuentemente efectos adversos.

**pH:** valor que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Se define como el logaritmo negativo de la actividad del ión hidrógeno.

**Plancton:** conjunto de organismos de pequeño tamaño (protozoarios y algas microscópicas) que viven en suspensión en las aguas (marinas o continentales) y constituyen los primeros eslabones de las cadenas tróficas.

**Precisión:** denota la concordancia entre los valores numéricos de dos o más mediciones realizadas sobre una misma muestra homogénea bajo las mismas condiciones. El término se emplea para describir la reproducibilidad de la medición o del método. Puede ser expresada mediante la desviación estándar.

**Recuperación:** habitualmente expresada como porcentaje (%R), expresa la relación entre la concentración de una sustancia adicionada a una muestra y la concentración hallada por medio del análisis.

**Réplica:** muestras idénticas o muy similares recolectadas y analizadas exactamente de la misma forma. A menudo las réplicas son preparadas dividiendo una muestra en dos o más alícuotas separadas (muestra dividida). Las muestras duplicadas son consideradas como dos réplicas, las triplicadas como tres réplicas, etc. Se utilizan para medir la precisión general de los procedimientos de muestreo y las operaciones analíticas utilizadas.

**Réplica adicionada (fortificada):** se prepara en idénticas condiciones que la anterior pero adicionándole una cantidad conocida de la sustancia en estudio. Mide la recuperación y la precisión general afectada por las operaciones de campo y analíticas más el efecto de la matriz.

**Sedimentos:** material fragmentado, que proviene de la meteorización de las rocas y que es transportado principalmente por el agua y el aire o es generado por otros procesos tales como la precipitación química o la excreción por organismos.

El término se aplica usualmente al material en suspensión en agua o recientemente depositado del estado suspendido.

**Sedimentos de fondo:** sedimentos que constituyen el lecho de un cuerpo de agua corriente o estancado.

**Sonicación:** técnica aplicada en la preparación de muestras (desagregación, homogeneización, reducción del tamaño de partícula, etc.) para su posterior análisis basada en el empleo de energía ultrasónica.

**Sustancia tóxica:** sustancia capaz de producir algún efecto nocivo en un sistema biológico, daño a sus funciones o la muerte. Desde el punto de vista de la preservación y utilización de los cuerpos de agua superficiales, se puede definir que una sustancia se vuelve tóxica cuando está presente en el medio ambiente acuático (columna líquida, sedimentos u organismos acuáticos) en concentraciones que interfieren con un uso deseable del recurso hídrico por su impacto negativo sobre la salud humana o sobre el ecosistema acuático.

**Toxicidad crónica:** efecto que involucra un estímulo que se mantiene durante un tiempo prolongado (varias semanas a años), dependiendo del ciclo reproductivo de las especies acuáticas. Los efectos tóxicos crónicos se manifiestan por respuestas biológicas de progreso relativamente lento y larga duración.

**Trazabilidad:** propiedad del resultado de una medición o el valor de un estándar por el cual el mismo puede ser relacionado a referencias establecidas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, a las cuales se les puede asignar una incertidumbre.

**Valor guía:** concentración numérica límite o enunciado narrativo recomendado para sostener y mantener un uso del agua determinado (o de otro compartimento del ambiente acuático, tal como sedimentos de fondo)

**Zooplankton:** animales (principalmente microscópicos) que flotan en la columna de agua (algunos pueden desplazarse pequeñas distancias en busca de alimento).

## Bibliografía

- APHA, AWWA, WEF, 1999, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> ed.*
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2002, *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life – Introduction–Canadian Environmental Quality Guidelines.*
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 1993, *Guidance Manual on Sampling, Analysis, and Data Management for Contaminated Sites – Volume I: Main Report – Glossary – Report CCME EPC-NCS62E.*
- CCREM (Canadian Council of Resources and Environment Ministers), 1986, *Canadian Water Quality Guidelines – Glossary.*
- Cortada de Kohan, N., Carro, J.M., 1978, *Estadística Aplicada, séptima edición*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, EUDEBA, Buenos Aires.
- Gaskin, J. E., 1993, *Quality assurance in water quality monitoring – General Glossary - Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Conservation and Protection Environment Canada, Ottawa, Ontario.*
- ISO, 1993, *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology.*
- Salas, H.J., Dos Santos, J.L., Fernícola, N., 1987, *Manual de Evaluación y Control de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales*, CEPIS, OPS, OMS.

## Agradecimientos

Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO), por la operación, mantenimiento y publicación de los registros meteorológicos de la estación ubicada en el campo piloto.

Departamento Provincial de Aguas de la Provincia de Río Negro, por la operación de las estaciones pluviométricas de Catriel y El Gualicho, según convenio COIRCO – DPA.

Ente Casa de Piedra, por el suministro de información diaria de la erogación del caudal desde el embalse, según Norma de Manejo de Aguas.

Evaluación de Recursos S.A (EVARSA), por la operación y mantenimiento de las estaciones meteorológicas de Buta Ranquil y Rincón de los Sauces, según convenio COIRCO – CTF – Grupo Interempresario.

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, por registros hidrológicos del río Colorado en la estación Buta Ranquil y Pichi Mahuida.

Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, por la operación y mantenimiento de la estación evaporimétrica en el Embalse Casa de Piedra.

Universidad Nacional de Luján – Laboratorio de Estudios Ecotoxicológicos, Monitoreos Ambientales, Laboratorio CIC y Laboratorio Segemar – Intemin, por el esmero y dedicación en la ejecución de las tareas asignadas en el presente Programa de Calidad del Medio Acuático.

YPF SA; Petrobras Energía SA; Chevron Argentina SRL; Oldelval SA; Petrolera Entre Lomas SA; Pluspetrol SA; Gran Tierra; Medanito SA; San Jorge Petroleum SA; Petroquímica Comodoro Rivadavia SA; Apache Energía Argentina SRL; Petróleos Sudamericanos y Compañía General de Combustibles, por el financiamiento del Programa de Calidad de Aguas.







**Sede Operativa: Belgrano 366 - (B8000IJH) Bahía Blanca - Argentina**  
**Tel/Fax: (0291) 455-1054/3054 - [coirco@coirco.gov.ar](mailto:coirco@coirco.gov.ar) - [www.coirco.gov.ar](http://www.coirco.gov.ar)**