

Programa Integral de Calidad de Aguas  
del río Colorado

# Calidad del Medio Acuático



2008

Comité Interjurisdiccional del Río Colorado  
Secretaría de Energía de la Nación  
Grupo Interempresario

HOJA EN BLANCO

## **COMITÉ INTERJURISDICCIONAL DEL RÍO COLORADO (COIRCO)**

### **Consejo de Gobierno**

Presidente

MINISTRO DEL INTERIOR

Cdor. Aníbal Florencio Randazzo

Integrantes

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Don Daniel Scioli

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Cdor. Oscar Jorge

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

Cdor. Celso Jaque

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

Dr. Jorge Sapag

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Dr. Miguel Saiz

### **Comité Ejecutivo**

Presidente

REPRESENTANTE DE LA NACIÓN

Ing. Miguel A. Boyero

REPRESENTANTES PROVINCIALES TITULARES Y ALTERNOS

BUENOS AIRES

Arq. Ricardo Obelleiro, Ing. Mariano Dupuy

LA PAMPA

Ing. Néstor Lastiri, Dn. Juan Morisoli

MENDOZA

Ing. Mariano Pombo, Ing. Rolando Baldasso

NEUQUÉN

Inga. Marcela González, Ing. Daniel Accattatis

RÍO NEGRO

Ing. Horacio Collado, Ing. Daniel A. Petri

GERENTE TÉCNICO

Ing. Juan E. Perl

### **SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN**

SECRETARIO DE ENERGÍA

Ing. Daniel O. Cameron

DIRECTOR NACIONAL DE RECURSOS

Dr. Miguel Hassekieff

### **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; Petro Andina Resources Ltd; Petrolifera Petroleum Ltd; Medanito SA; Petroquímica Comodoro Rivadavia SA; Apache Energía Argentina SRL; Roch SA y Sima Energy SA

HOJA EN BLANCO

PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO  
AÑO 2008

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN GENERAL  
Ing. Juan Enrique Perl

AUTOR  
Bioq. Ricardo Alcalde

COLABORACIÓN  
Ing. Fernando Oscar Andrés  
Ing. Ricardo Coppo  
Lic. Paola Selzer  
Ing. Inés Uribe Echevarría



Aprobado por el Comité Ejecutivo del COIRCO en su reunión de los días 16 y 17 de diciembre de 2009. Se autoriza la utilización de la información que contiene, siempre que se cite la fuente.

HOJA EN BLANCO

---

PROGRAMA INTEGRAL DE CALIDAD DE  
AGUAS DEL RÍO COLORADO

AÑO 2008

SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

---

CONTENIDO

1.- Subprograma Calidad del Medio Acuático	9
2.- Calidad del Agua	21
3.- Sedimentos de Fondo	77
4.- Sustancias tóxicas en músculo de peces	117
Conclusiones y Recomendaciones	129
Anexo I: Metales y metaloides en columna de agua	133
Anexo II: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en columna de agua	159
Anexo III: Ensayos ecotoxicológicos con agua	211
Anexo IV: Metales y metaloides en sedimentos de fondo	215
Anexo V: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en sedimentos de fondo	221
Anexo VI: Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo	229
Anexo VII: Metales y metaloides en músculo de peces	235
Anexo VIII: Hidrocarburos aromáticos polinucleares en músculo de peces	241
Anexo IX: Conductividad eléctrica, sales y concentraciones iónicas	251
Glosario y Agradecimientos	255

HOJA EN BLANCO

# 1

## SUBPROGRAMA CALIDAD DEL MEDIO ACUÁTICO

---

### **1.1** Introducción

### **1.2** La cuenca del río Colorado

1.2.1 Características del río Colorado

1.2.2 Aspectos hidrológicos

1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca

1.2.4 Registros de conductividad eléctrica

1.2.5 Usos del agua en la cuenca

### **1.3** Área de estudio

Hoja en Blanco

## 1.1 Introducción

La calidad del ambiente acuático en el sistema del río Colorado está sujeta a un monitoreo permanente con el fin de garantizar su aptitud para los diferentes usos que se derivan del mismo. Este monitoreo es llevado a cabo en el marco del Subprograma Calidad del Medio Acuático el cual forma parte del Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado.

El mencionado Subprograma tuvo su origen en el extenso relevamiento de sustancias tóxicas en el ambiente acuático y de sus posibles fuentes en la cuenca del río Colorado, llevado a cabo entre 1997 y 1999, en el cual se evaluaron todas las fuentes potenciales de contaminantes, vinculadas a las actividades productivas existentes en el área y a la presencia de poblaciones.

El uso del agua para suministro de agua potable, en irrigación y en ganadería requiere el cumplimiento de normas de calidad en relación con el contenido y niveles de sustancias presentes en forma natural o potencialmente agregadas por la actividad humana.

El ambiente acuático, evaluado en este caso por la columna de agua y los sedimentos de fondo, debe también cumplir con requisitos de calidad, en relación con la presencia de sustancias tóxicas, con el fin de asegurar el normal desarrollo de la vida acuática.

El monitoreo tiene como objetivo, poner de manifiesto la presencia y los niveles de concentración de sustancias que se relacionan con efectos tóxicos crónicos. De esta manera, se comprueba en el tiempo, el grado de cumplimiento con los diferentes valores guía de calidad para los respectivos usos derivados del ambiente acuático.

El cumplimiento del citado objetivo, implica el análisis de concentraciones extremadamente bajas de las diferentes sustancias de interés. Por dicho motivo, el monitoreo debe ser ejecutado bajo un riguroso programa de aseguramiento de la calidad, tanto para las operaciones de campo como para los análisis de laboratorio. De este modo es posible generar datos confiables que posteriormente van a dar sustento al manejo de la calidad del agua en la cuenca.

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 monitoreó la presencia de sustancias tóxicas en las partes comestibles de diferentes especies de peces presentes en el sistema del río Colorado.

Los resultados del monitoreo de aguas, sedimentos de fondo y peces son interpretados tomando como referencia valores guía y límites

internacionales. A partir de ellos tiene lugar la elaboración de información sobre la calidad del agua, 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 Internet en la página oficial del COIRCO, audiencias públicas, charlas en establecimientos escolares y en agrupaciones de productores rurales, etc.).

En el presente informe se presentan los resultados obtenidos en el ciclo de estudio 2008, cuyo diseño se basó en las recomendaciones del ciclo anterior, las cuales eran las siguientes:

*“Recomendaciones”*

- *Continuar con el monitoreo de metales/metaloides e hidrocarburos en columna de agua con el fin de obtener una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.*
- *Mantener los ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado en los sitios evaluados en el presente ciclo, como complemento del análisis químico.*
- *Mantener el monitoreo de metales/metaloides y HAPs y la realización de ensayos ecotoxicológicos en sedimentos de fondo en las estaciones muestreadas en el presente ciclo.*
- *Mantener el muestreo intensivo de sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse con el fin de evaluar la evolución de los niveles observados en las concentraciones de metales/metaloides y aportar mayor información acerca de las causas de los resultados obtenidos en los ensayos ecotoxicológicos practicados con los mismos.*
- *Recabar mayor información acerca de efectos tóxicos de metales/metaloides para los cuales no se han desarrollado aún valores guía, con el fin de ayudar a la interpretación de los resultados de los ensayos ecotoxicológicos.*
- *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/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares. Para estos últimos se debe procurar alcanzar límites de cuantificación más bajos que los empleados hasta el presente.*
- *Procurar llevar a cabo en el presente ciclo, en el curso de la campaña agrícola, la investigación de plaguicidas en columna de agua en sitios representativos de un área de aplicación.*

El Programa de Calidad del Medio Acuático se pudo realizar cumpliendo con todo lo diseñado, ejecutando un total de 16 campañas durante el año

2008, que incluyó columna líquida, sedimentos de fondo y peces. En el presente informe, se hace un detalle de los trabajos de campo, acondicionamiento de muestras, trabajos de laboratorio, resultados de los análisis, así como una recopilación de ciclos anteriores con la finalidad de permitir un análisis comparativo, y por último una discusión e interpretación de los datos obtenidos, cotejándolos con los valores guía para los distintos usos, y las conclusiones alcanzadas. Se incluye además, un glosario con terminología empleada en la redacción.

Entre las conclusiones, es válido destacar que el agua del río es apta para los usos previstos como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y uso industrial, además de usos recreativos y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

## 1.2 La Cuenca del río Colorado

### 1.2.1 Características del río Colorado

El río Colorado, perteneciente al grupo de los ríos patagónicos de vertiente atlántica, está formado por la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

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

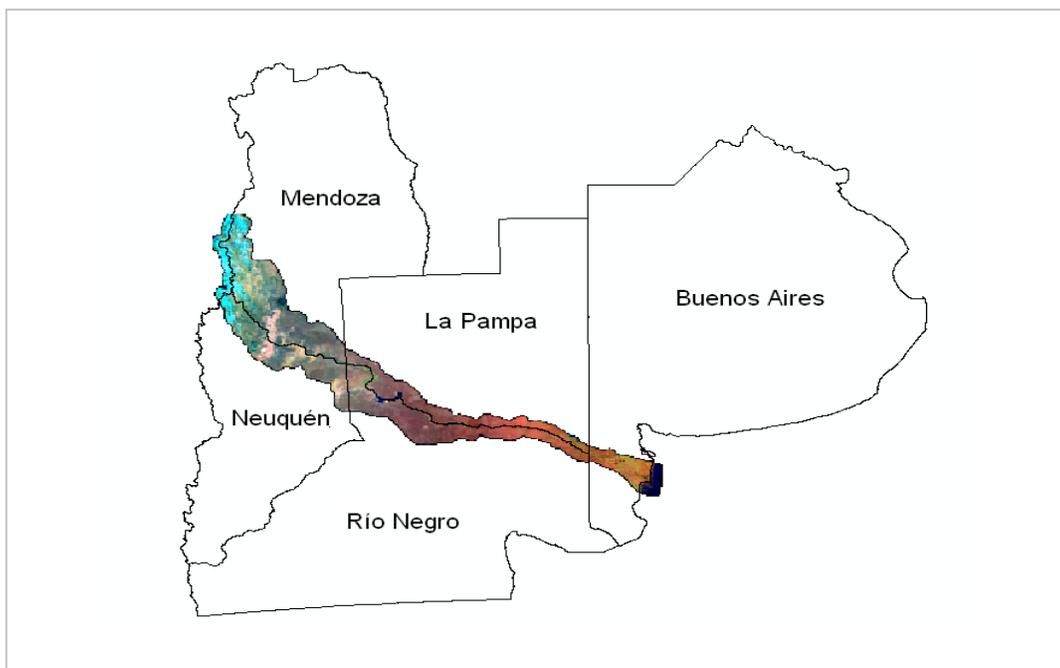


Figura 1.1, Cuenca del río Colorado, imagen satelital.

Sus aguas son compartidas por las Provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, que lo convierten en una cuenca hídrica interprovincial.

El área de la cuenca imbrífera es de aproximadamente 15.300 km<sup>2</sup>, correspondiente al río Colorado aguas arriba de la estación de aforos de Buta Ranquil (esta estación se encuentra a unos 25 km aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas).

### 1.2.2 Aspectos hidrológicos

El río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil, para la serie de registros diarios desde 1940 hasta el 30 de junio de 2004, presenta un caudal medio anual de 148,3 m<sup>3</sup>/s, siendo el derrame medio anual de 4.679 hm<sup>3</sup> (Estadística Hidrológica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación). El derrame máximo anual es de 9.151 hm<sup>3</sup> para el ciclo 1982-1983, mientras que el derrame mínimo registrado corresponde al ciclo hidrológico 1968 – 1969 (1.668 hm<sup>3</sup>). La distribución de la mencionada serie, actualizada al 30 de junio 2009, con datos propios de COIRCO, se visualiza en al Figura 1.2.

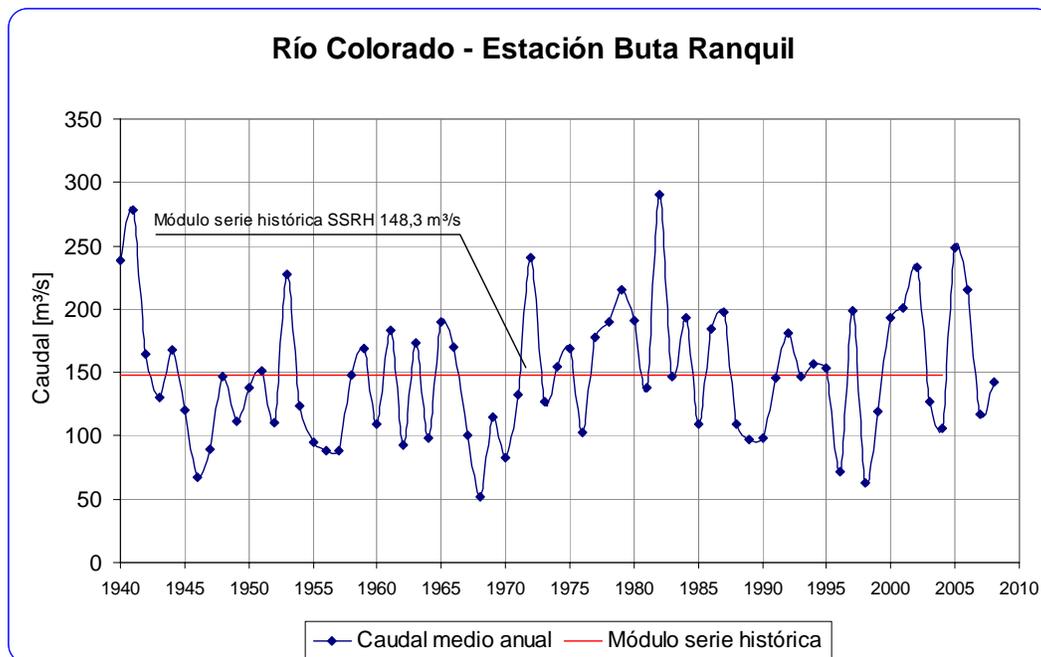


Fig. 1.2. Serie de ciclos hidrológicos del río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil, aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas.

El río es de régimen nival, con crecidas a partir del mes de octubre o noviembre, y que se extienden hasta los meses de enero y febrero, dependiendo de 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.

Si bien se trata de un río de régimen nival, algunos años, presenta crecidas pluviales entre febrero y agosto. Estas crecidas pueden ser importantes en cuanto al caudal instantáneo (superando los 500 m<sup>3</sup>/s), sin embargo, debido a su poca duración, el derrame no es significativo.

En particular, durante el mes de mayo del 2008, se registró la máxima crecida histórica instantánea por lluvias, con 1.050 m<sup>3</sup>/s el día 23 de mayo (Figuras 1.3; 1.4 y 1.5).



Fig. 1.3. y 1.4.- Estación de aforos Buta Ranquil en el río Colorado, correspondiente al día 23 de mayo 2008, caudal máximo instantáneo de la serie histórica de registros disponibles.



Fig. 1.5.- Vista panorámica del río Colorado en Desfiladero Bayo, durante la crecida histórica mayo 2008 por lluvias.

En la estación de Buta Ranquil se dispone de lectura de escala y limnógrafo con lecturas cada 5 minutos; además, se realizan aforos semanales, quincenales y mensuales, variable con los meses del año, y en situaciones singulares de crecidas. A partir de la información de campo, se obtienen caudales medios diarios y mensuales. En las Tablas 1.1, se indican los valores de caudales promedios mensuales, y caudales instantáneos máximos y mínimos mensuales para el año calendario 2008.

Tabla 1.1 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2008.

Caudales mensuales en Buta Ranquil [m <sup>3</sup> /s] – Año 2008												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>Máximo instantáneo</b>	211	134	81	61	1.050	218	132	150	152	271	502	421
<b>Promedio mensual</b>	123	102	67	56	161	112	97	94	107	196	365	280
<b>Mínimo instantáneo</b>	110	81	60	49	53	78	83	83	87	127	246	184

Los valores máximos y mínimos se refieren a registros instantáneos. Se usan fórmulas HQ, de utilidad para la gestión operativa en la cuenca.

Los promedios mensuales corresponden a los promedios de los valores medios diarios.

Durante el año 2008 el caudal promedio fue de aproximadamente 146 m<sup>3</sup>/s. En la Figura 1.6, se grafican los valores de la Tabla 1.1, se pueden apreciar los picos, tanto el histórico por lluvia registrado en mayo y el correspondiente a fusión de nieve en el mes de noviembre. El mencionado pico del mes de mayo corresponde al caudal máximo instantáneo registrado el 23 de mayo de 2008, de 1.050 m<sup>3</sup>/s, ya indicado anteriormente.

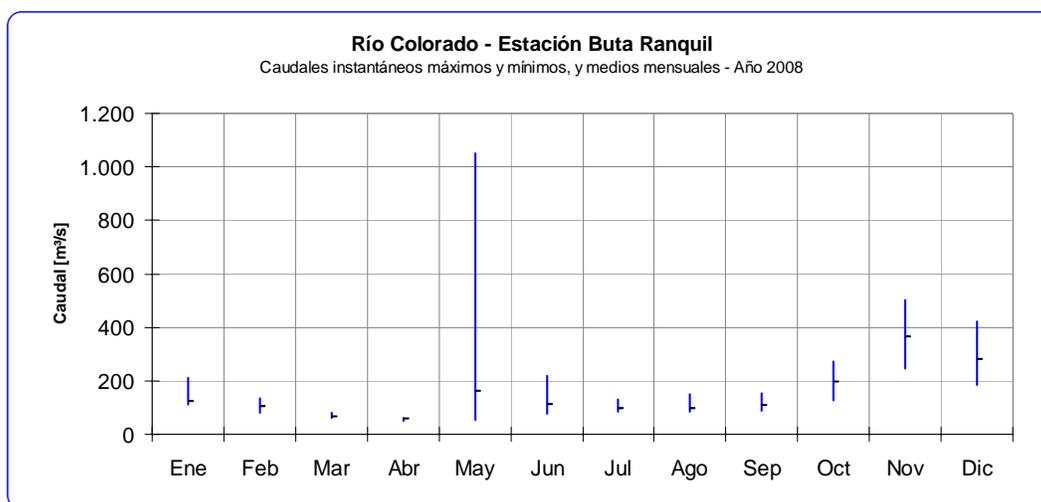


Figura 1.6 Caudales en el Río Colorado, estación Buta Ranquil durante el año 2008.

### 1.2.3 Registros de lluvias en la cuenca

Los registros pluviales mensuales para el año 2008 en la estación de aforos de Buta Ranquil (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Evarsa), en Catriel, Provincia de Río Negro (COIRCO - Departamento Provincial de Aguas), en la estación meteorológica del Puesto Caminero en Casa de Piedra, Provincia de La Pampa (COIRCO – Administración Provincial del Agua, La Pampa), y en El Gualicho, área de riego de Río Colorado, Provincia

de Río Negro (COIRCO - Departamento Provincial de Aguas), se indican en la Tabla 1.2

Tabla 1.2.- Registros pluviométricos mensuales en estaciones ubicadas en las márgenes del río Colorado (Año 2008).

Registros pluviométricos mensuales [mm]					
Año 2008	Buta Ranquil	Catriel	Pto Caminero Casa de Piedra	Pichi Mahuida	ElGualicho(*)
Enero	35,0	46,3	60,8	70,1	50,0
Febrero	21,3	21,0	33,6	30,5	0,0
Marzo	10,0	1,8	28,0	10,0	0,0
Abril	9,2	9,0	5,4	0,0	0,0
Mayo	122,9	46,0	32,8	24,5	22,0
Junio	15,5	21,5	22,0	7,2	5,0
Julio	2,2	1,3	4,2	4,5	6,0
Agosto	13,3	38,0	4,2	15,0	18,0
Septiembre	3,1	16,0	17,2	14,0	19,0
Octubre	1,0	11,0	10,4	18,8	0,0
Noviembre	0,0	0,0	6,6	1,5	36,0
Diciembre	60,0	12,5	13,8	73,5	78,0
Total Anual	293,5	224,4	239,0	269,6	234,0

(\*) El Gualicho: área de riego en Río Colorado (Julía y Echarren), Provincia de Río Negro

#### 1.2.4 Registros de conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica, como medición indirecta de la salinidad del agua del río Colorado es una de las variables consideradas en el Modelo de Distribución de Áreas de Riego de las cinco provincias condóminas de la Cuenca del Río Colorado.

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.

En la Figura 1.7 se presentan los registros diarios de conductividad eléctrica tomados en el río Colorado, en la estación de Puente Dique – Punto Unido, por el Ente Provincial del Río Colorado (La Pampa), y el hidrograma de caudales medios diarios de la estación Buta Ranquil en el año 2008. En forma complementaria se indican las fechas de las campañas de muestreo de este ciclo para visualizar las condiciones que presentaba el río al momento de los muestreos.

Durante el año 2008 no se presentaron pulsos puntuales de incremento significativo en la conductividad eléctrica debido a lluvias, es decir, duración

acotada a unos pocos días debido a lluvias en la cuenca alta y media del río Colorado. En años anteriores se han dado situaciones con incrementos importantes en la conductividad eléctrica.

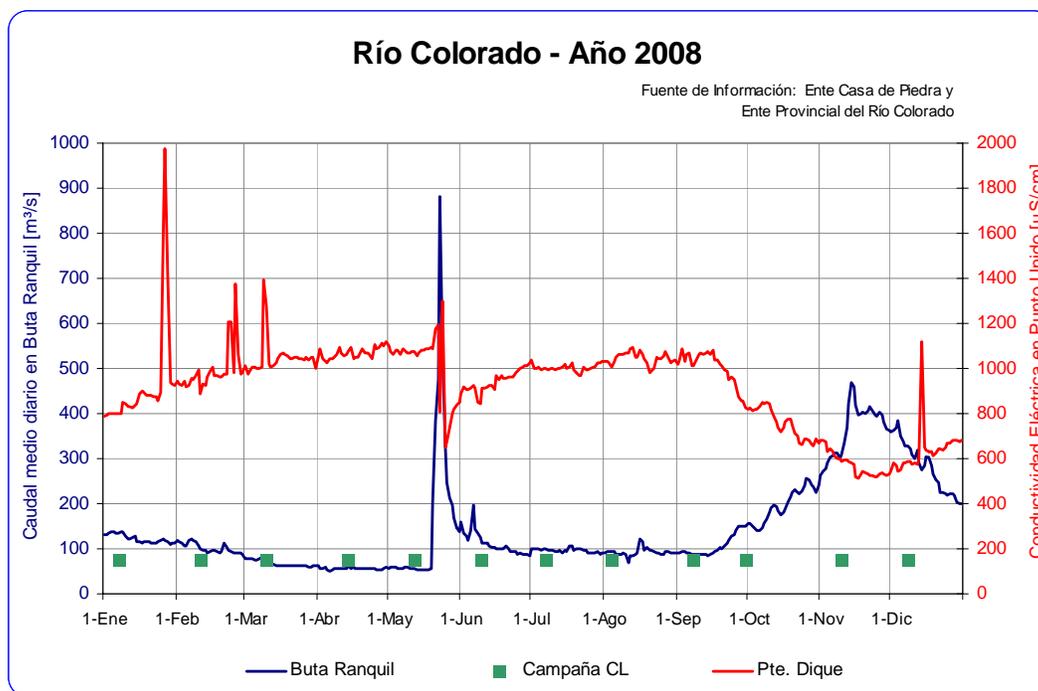


Figura 1.7 Variación diaria del caudal y la conductividad eléctrica, en las estaciones de Buta Ranquil y Puente Dique Punto Unido – Año 2008.

En el Anexo IX se presentan el promedio de los registros mensuales para el año 2008, de conductividad eléctrica, sales, e iones y cationes mayoritarios, correspondientes a un estudio 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 se viene desarrollando desde 1981 a la fecha, con muestreos que inicialmente fueron semanales, luego quincenales y actualmente son mensuales.

Los valores de conductividad eléctrica fueron determinados en laboratorio, por lo tanto no necesariamente se corresponden con los presentados en este informe, atento que fueron obtenidos *in situ*.

En el mencionado Anexo IX, se hace mención a la estación Paso Alsina en el río Colorado, la misma está ubicada al ingreso de la provincia de Buenos Aires.

#### 1.2.6 Usos del agua en la cuenca

En la Tabla 1.3 se indica el total de las áreas potencialmente regables en cada una de las provincias, según el Acuerdo firmado por las provincias

riberañas. En la misma tabla se informa el total de los consumos de agua para el ciclo 2007-2008 según las declaraciones de cada una de las jurisdicciones provinciales, expresados en equivalente a hectáreas regadas (aplicando la dotación de riego), discriminado por áreas efectivamente regadas (Figura 1.8) y otros usos, que involucra los consumos como fuente de agua potable para consumos humanos, ganadero, industrial, petrolero y minero.

Tabla 1.3. Áreas de riego en la Cuenca del Río Colorado

Provincia	Acuerdo Interprovincial	Usos durante el ciclo 2007 – 2008 (expresados en equivalentes de hectáreas)		
	Área Potencial a regar [Ha]	Área actualmente bajo riego	Otros Usos (*)	Total de usos equivalente
Mendoza	1.000 + (1).	15	485	500
Neuquén	1.000 + (2).	500	5.000	5.500
La Pampa	85.100	9.554	1.470	11.024
Río Negro	85.100	12.840	2.600	15.440
Buenos Aires	145.900.	136.071	800	136.871
	318.100 + (1).	158.965	10.370	169.335

Ref.: (1) áreas posibles a regar con el trasvase al río Atuel. (2) compensación eventual por sustitución del embalse Torrecillas. (\*) equivalencia por consumos para abastecimiento poblacional, ganadero, industrial, petrolero y minero

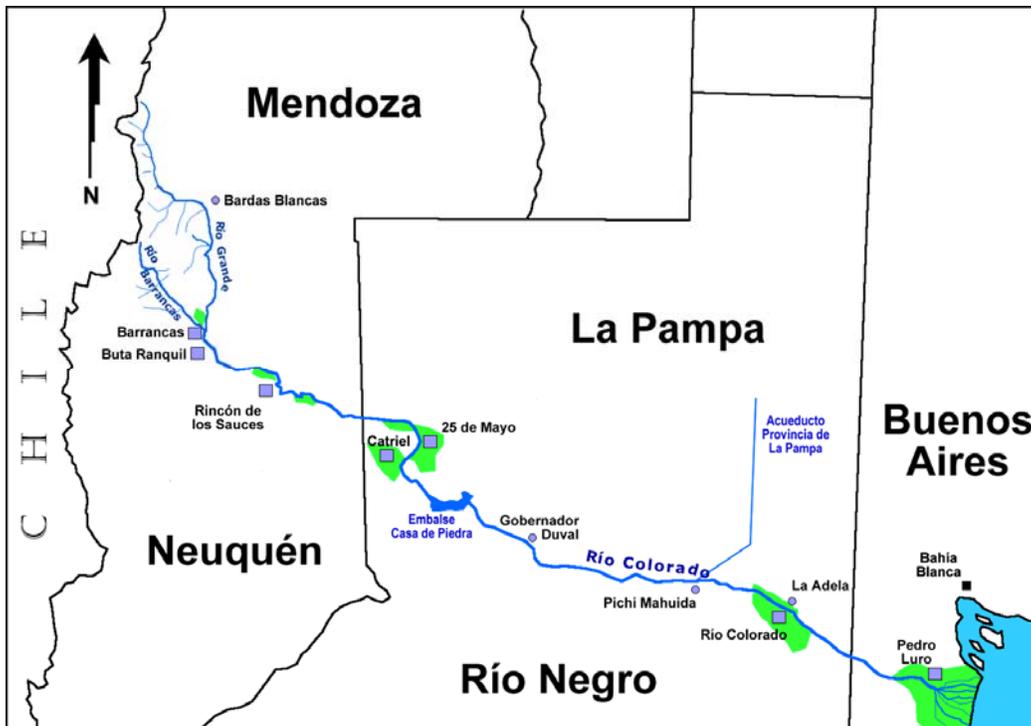


Figura 1.8, Cuenca del Río Colorado, localidades y áreas de riego

### 1.3. Área de Estudio del Programa de Calidad del Medio Acuático

El área de estudio comprende desde las estaciones en los ríos Grande y Barrancas, donde no hay actividad antropogénica en forma sistemática, hasta la estación de muestreo en Colonia Julia y Echarren, aguas arriba de la última derivación para el suministro de agua para uso de agua potable, riego y ganadero.

# 2

## CALIDAD DEL AGUA

---

### 2.1 Introducción

### 2.2 Estaciones de monitoreo

### 2.3 Metodología de muestreo

### 2.4 Metodologías analíticas

#### 2.4.1 Análisis de metales y metaloides

2.4.1.1 *Técnicas y métodos analíticos*

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

#### 2.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos

2.4.2.1 *Técnica y métodos analíticos*

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

### 2.5 Resultados

2.5.1 Metales y metaloides

2.5.2 HAPs

2.5.3 Valores guía

### 2.6 Discusión

### 2.7 Ensayos ecotoxicológicos

2.7.1 Estaciones de muestreo

2.7.2 Metodología de muestreo

2.7.3 Ensayos con *Daphnia magna*

2.7.4 Resultados

2.7.4.1 *Supervivencia*

2.7.4.2 *Reproducción*

2.7.5 Discusión

### Referencias

Hoja en Blanco

## 2.1 Introducción

El presente informe contiene los datos correspondientes al ciclo 2008, generados en la operación de la red de monitoreo de calidad de aguas del Programa Integral de Calidad de Aguas del Río Colorado – Subprograma Calidad del Medio Acuático.

El mencionado programa de monitoreo comenzó a ejecutarse a partir del año 2000 y fue diseñado en base a las conclusiones que permitió extraer el extenso relevamiento de calidad de aguas llevado a cabo en la cuenca del río Colorado en el año 1997 (COIRCO 1999). Los resultados obtenidos permitieron seleccionar un listado de parámetros, cuya presencia en la columna de agua se consideraba posible, dada la existencia de fuentes potenciales en la cuenca.

Dichos parámetros incluyen ciertos metales y metaloides e hidrocarburos de significación toxicológica.

El monitoreo de las mencionadas sustancias ha tenido por objeto evaluar en forma permanente la aptitud del agua para los diferentes usos en el área. Dichos usos son la provisión de agua potable, irrigación, ganadería y medio para el desarrollo de la vida acuática.

La evaluación de la aptitud del agua para los diferentes usos requiere contrastar las concentraciones observadas con los diferentes valores guía.

Los valores guía de las sustancias de interés representan concentraciones extremadamente bajas. Por lo tanto, es necesario emplear técnicas analíticas basadas en instrumental de alta complejidad. Además, tanto las operaciones de campo como las de laboratorio, deben ser ejecutadas bajo un riguroso programa de aseguramiento de la calidad, a fin de garantizar la integridad de las muestras y la calidad de los resultados analíticos.

En función de las fuentes potenciales de contaminantes existentes, los parámetros de calidad de agua que han sido seleccionados para ser monitoreados son metales pesados y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs). Además, se ha incluido el análisis de hidrocarburos alifáticos con el fin de caracterizar las posibles fuentes de aporte de HAPs.

El diseño de la red de monitoreo de las sustancias investigadas, ha tenido como propósito determinar sus niveles y su variación temporal en diferentes situaciones: sitios libres de influencia antrópica, áreas con actividades potencialmente generadoras y zonas representativas de los principales usos del agua.

Se han llevado a cabo además, ensayos ecotoxicológicos crónicos en sitios seleccionados, a fin de confirmar y ampliar las observaciones realizadas a través de los análisis químicos. Los mencionados ensayos aportan información sobre la actividad ecotoxicológica global en la columna de agua.

## 2.2 Estaciones de monitoreo

En la Fig. 2.1 se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de columna de agua en el área de estudio.

En las estaciones CL 0, CL 1, CL 2, CL 3, CL 4, CL 5, CL 6 y CL 8 se extrajeron muestras de agua para análisis de metales y metaloides y de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos.

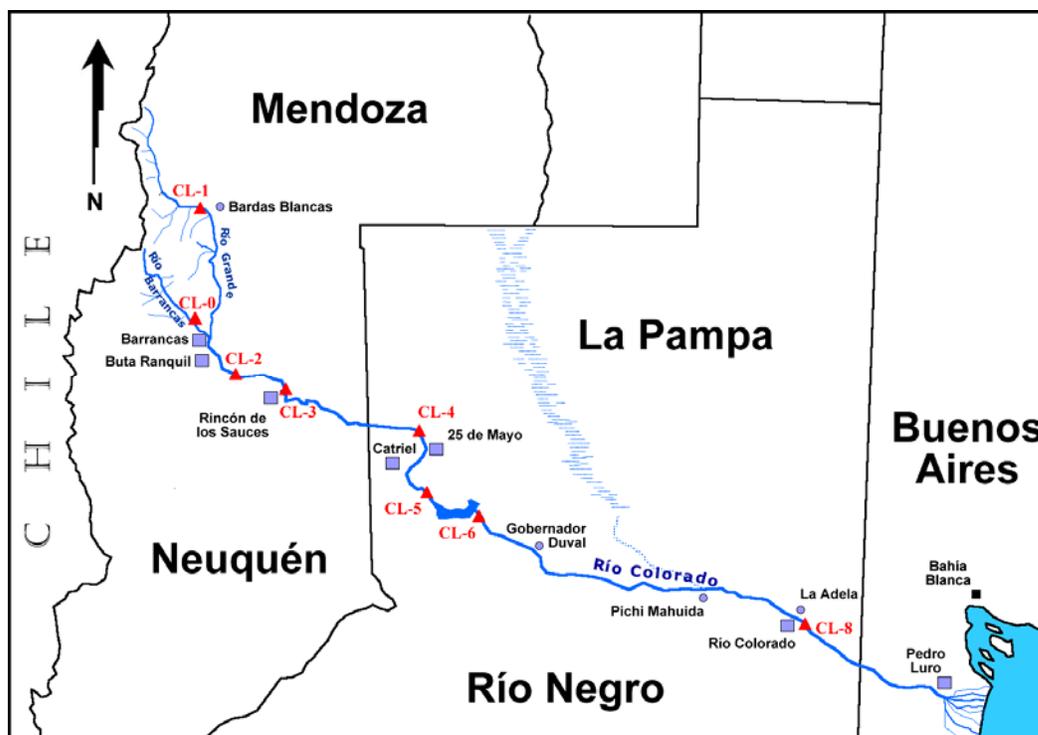


Figura 2.1 – Estaciones de monitoreo de agua en el sistema del río Colorado

### 2.3 Metodología de muestreo

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).

Para el análisis de hidrocarburos se extrajeron muestras de agua de 2 L, siendo envasadas en recipientes de vidrio de 1 L de capacidad, 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 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.

## 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).

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.

Elemento	Técnica analítica	Método	Límite de cuantificación (µg/L)
Arsénico	A.A. por generación de hidruros	EPA 206.3	5
Cadmio	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 213.2	1
Cinc	ICP	EPA 200.7	2
Cobre	ICP	EPA 200.7	2
Cromo	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 218.2	1
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 245.1	1
Molibdeno	ICP	EPA 200.7	10
Níquel	ICP	EPA 200.7	5
Plomo	A.A. por atomización electrotérmica	EPA 239.2	5
Selenio	A.A. por generación de hidruros	EPA 206.5	2

AA: espectrometría de absorción atómica – ICP: espectrometría de emisión por plasma inductivo

### 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. Además, se analizaron muestras replicadas (duplicado) de una muestra de la estación CL 5 y blancos replicados (duplicados) de agua ultrapura (Tipo I ASTM), sin fortificar y fortificados con 1 mL/500 mL del estándar multielemento V CERTIPUR (Merck) en una de las campañas del ciclo. En las Tablas 2.2 y 2.3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2.2 - Análisis de metales y metaloides en una muestra fortificada con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck) extraída en la estación CL 5 (Pasarela Medanito) en el mes de noviembre 2008.

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentraciones halladas en replicas (duplicado) no fortificadas (µg/L)		Concentraciones halladas en réplicas (duplicado) fortificadas (µg/L)	
Arsénico	40	<5	<5	41±2	41±2
Cadmio	4	<1	<1	5,0±0,4	4,7±0,4
Cinc	4	5±1	<2	37±3	21±3
Cobre	4	18±2	13±1	17±2	17±2
Cromo	4	<1	<1	4,9±0,5	4,3±0,4
Mercurio	10	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	No disponible	<10	<10	<10	<10
Níquel	10	<5	<5	17±2	14±2
Plomo	40	<5	<5	26±3	29±3
Selenio	40	<2	<2	26±3	29±3

<sup>(1)</sup> La serie completa se encuentra detallada en la Tabla 2.21

Tabla 2.3 - Análisis de metales y metaloides en blancos de agua ultrapura fortificados con estándar multielemento CERTIPUR V (Merck)

Elemento	Concentración adicionada (µg/L)	Concentración hallada (µg/L)	
		Blanco 1	Blanco 2
Arsénico	40	42±1	41±1
Cadmio	4	4,8±0,4	4,9±0,4
Cinc	4	37±3	36±3
Cobre	4	6±1	6±1
Cromo	4	3,8±0,4	3,8±0,4
Mercurio	10	<1	<1
Molibdeno	No disponible	<10	<10
Níquel	10	7±1	7±1
Plomo	40	36±3	38±2
Selenio	40	35±3	37±3

### 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

Para el análisis se empleó cromatografía en fase gaseosa con detección por espectrometría de masas (HP5 MS). Se efectuaron dos ensayos distintos para cada muestra, cualitativo y cuantitativo. 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 cuantificación del método (µg/L)
Naftaleno	0,010
Acenafteno	0,005
Acenaftileno	0,005
Fluoreno	0,005
Fenantreno	0,005
Antraceno	0,005
Metilnaftaleno	0,010
Dimetilnaftaleno	0,020
Metilfenantreno	0,020
Dimetilfenantreno	0,020
Fluoranteno	0,005
Pireno	0,005
Benzo[b]fluoranteno	0,005
Benzo[k]fluoranteno	0,005
Criseno	0,005
Benzoantraceno	0,005
Benzo[a]pireno	0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	0,005
Benzo[g,h,i]perileno	0,005
Indeno[c,d]pireno	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 ultrapura y una réplica (duplicado) de una de las muestras. El origen e identificación de estas muestras eran desconocidos por el laboratorio.

### 2.5 Resultados

En las Tablas 2.5 a 2.28 se muestran los resultados obtenidos en las mediciones de campo y en el análisis de metales/metaloideos y HAPs en muestras de agua extraídas en las estaciones de monitoreo en el período Enero 2008-Diciembre 2008. En el ANEXO II del presente informe, con fines comparativos, se ha incluido la serie histórica que comprende los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004-2005 y 2006-2007 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2004, 2006; Perl 2000, 2002).

RÍO BARRANCAS – ÁREA PUENTE RUTA NACIONAL Nº 40 – ESTACIÓN CL 0



CL 0

Ubicada sobre la margen derecha del río Barrancas, a la altura del puente de la ruta nacional N° 40. Son sus coordenadas 36° 49' 04" S y 69° 52' 14" 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 entre 1997 y 1999, designándose entonces como Estación N° III y fue operada como estación de la red de monitoreo de calidad de aguas los años 2002, 2003, 2004, 2005 , 2006 , 2007 y 2008.



Tabla 2.5 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 0 (Río Barrancas en puente Ruta nº 40) en el período Enero 2008- Diciembre 2008.

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas durante el 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Hora	11:10	11:32	11:57	12:26	12:31	11:00	11:14	12:48	11:37	12:05	12:19	11:02
pH	7,1	7,22	7,05	7,51	7,57	7,70	7,74	7,74	7,61	8,16	7,59	7,74
Temperatura agua (°C)	16,19	14,95	14,20	7,95	6,27	3,52	5,42	6,82	5,80	10,60	13,12	15,06
Temperatura del aire (°C)	28,0	24,5	21,5	10,5	14,0	0,0	7,5	9,0	10,5	23,0	26,0	29,0
Conductividad eléctrica [µS/cm]	829	755	715	698	687	662	678	693	711	576	400	425

Estación CL 0: Río Barrancas en Puente Ruta Nacional N° 40

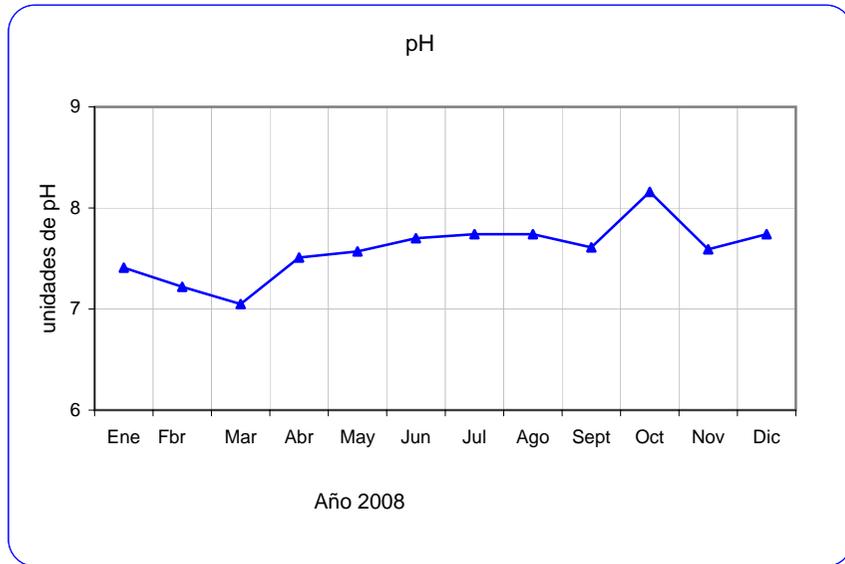


Fig. 2.2 Variación temporal del pH

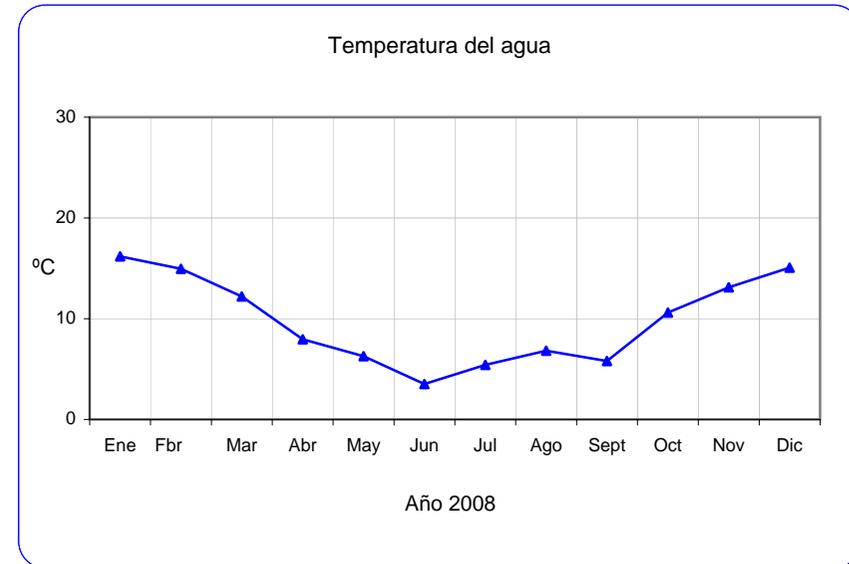


Fig. 2.3 Variación temporal de la temperatura del agua

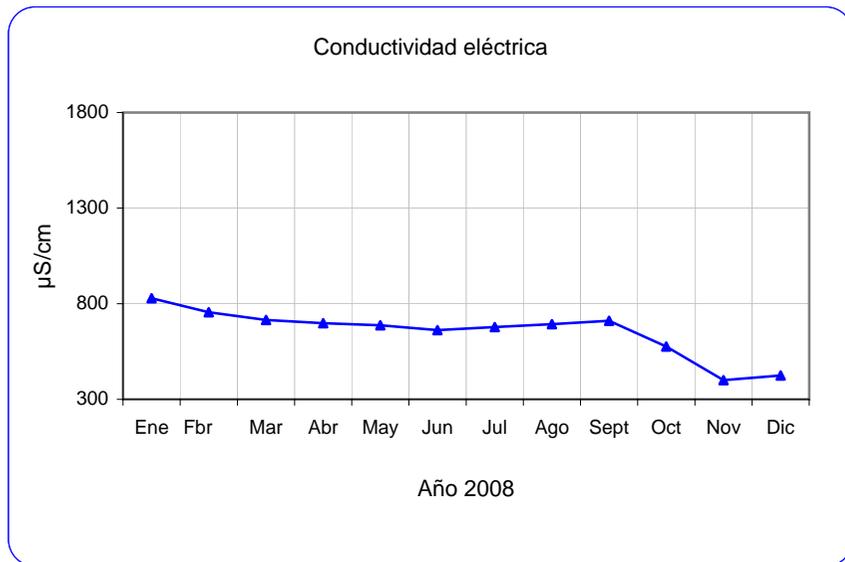


Fig. 2.4 Variación temporal de la conductividad eléctrica

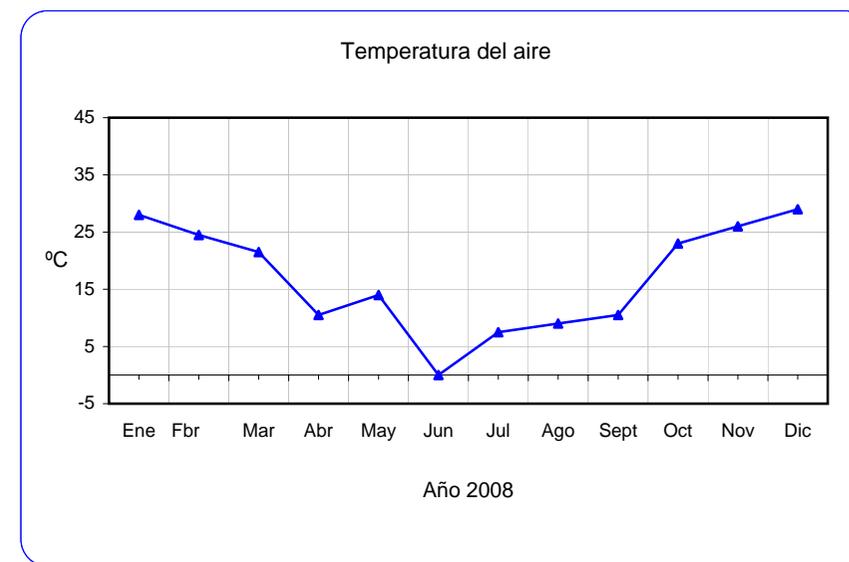


Fig. 2.5 Variación temporal de la temperatura del aire

Estación  
CL 0

Tabla 2.6 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 0 (Río Barrancas en puente Ruta N° 40) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	87±9	31±3	34±3	<2	<2	<2	<2	4±1	<2	5±1	3±1	89±6
Cobre	14±2	4±1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3±1	12±1	13±1
Cromo	1±0,3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,4±0,5
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10±1
Níquel	9±1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<1	<5	<5	7±1	13±1
Plomo	41±4	9±1	<5	<5	<5	<5	<5	<1	<5	<5	<5	13±1
Selenio	4±1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



RÍO GRANDE - ÁREA BARDAS BLANCAS - ESTACIÓN CL 1



CL 1

Se ubica en el río Grande, sobre su margen derecha, a la altura de la localidad de Bardas Blancas. Son sus coordenadas 35° 51' 32" S y 69° 48' 25" 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.



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 2008-Diciembre2008

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 10/(11/08)	12 (08/12/08)
Hora	08:03	09:10	09:01	09:58	09:42	09:09	08:45	09:53	09:09	09:42	09:43	08:56
pH	7,06	7,21	7,06	7,18	6,96	7,24	7,45	7,53	7,70	8,16	7,40	7,07
Temperatura agua (°C)	13,34	12,62	10,99	4,35	3,29	-0,25	3,39	4,62	4,00	7,20	9,18	15,06
Temperatura del aire (°C)	13,0	12,0	12,0	3,0	9,0	-0,5	1,5	4,0	5,5	9,5	14,5	29,0
Conductividad eléctrica [µS/cm]	761	946	1059	1229	1206	929	1063	1059	1080	793	534	425

Estación CL 1: Río Grande, Bardas Blancas, aguas arriba del Puente Ruta Nacional N° 40



Fig. 2.6 Variación temporal del pH

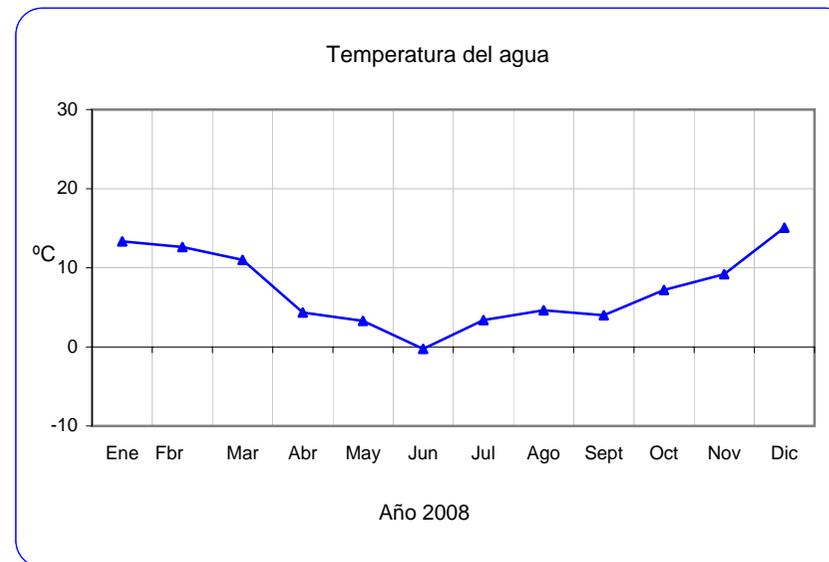


Fig. 2.7 Variación temporal de la temperatura del agua

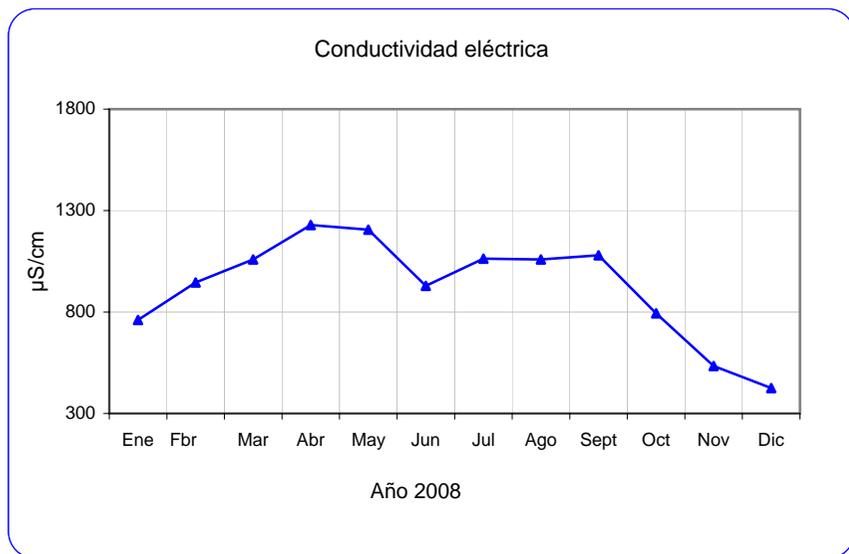


Fig. 2.8 Variación temporal de la conductividad eléctrica

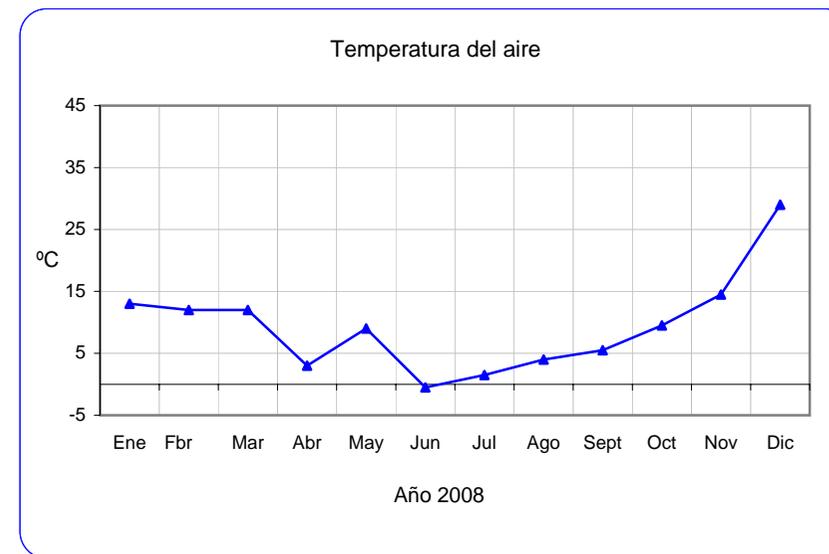


Fig. 2.9 Variación temporal de la temperatura del aire



Estación  
CL 1

Tabla 2.10 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 1 (Río Grande en Bardas Blancas) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

RÍO COLORADO - ÁREA BUTA RANQUIL - ESTACIÓN CL 2



CL 2

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha, a la altura de Buta Ranquil, a los 37° 07' 27" S y 69° 38' 51" 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.



Tabla 2.11 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 2 (Río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, Pcia. de Neuquén) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Hora	12:42	13:09	13:56	14:05	13:55	13:24	12:43	14:29	13:11	13:26	13:50	12:25
pH	7,64	7,30	7,36	8,03	7,46	7,83	8,02	7,45	7,70	7,73	7,42	7,63
Temperatura agua (°C)	20,08	18,09	16,65	9,47	8,70	3,83	6,66	8,39	8,67	12,90	16,02	19,16
Temperatura del aire (°C)	32,5	31,5	28,0	11,0	19,0	9,0	12,0	10,0	14,5	25,0	27,0	30,0
Conductividad eléctrica [µS/cm]	851	945	997	1055	1062	894	997	1003	1033	809	574	567

Estación CL 2: Río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, provincia de Neuquén

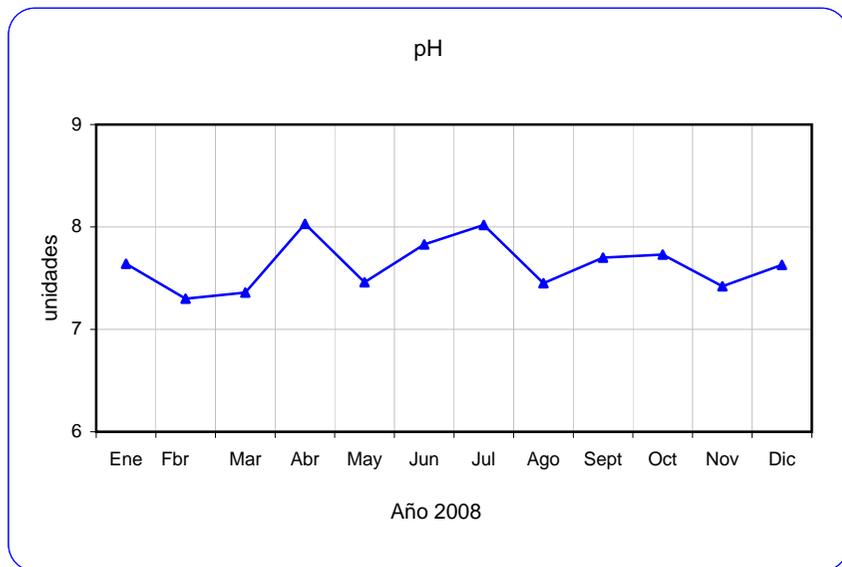


Fig. 2.10 Variación temporal del pH

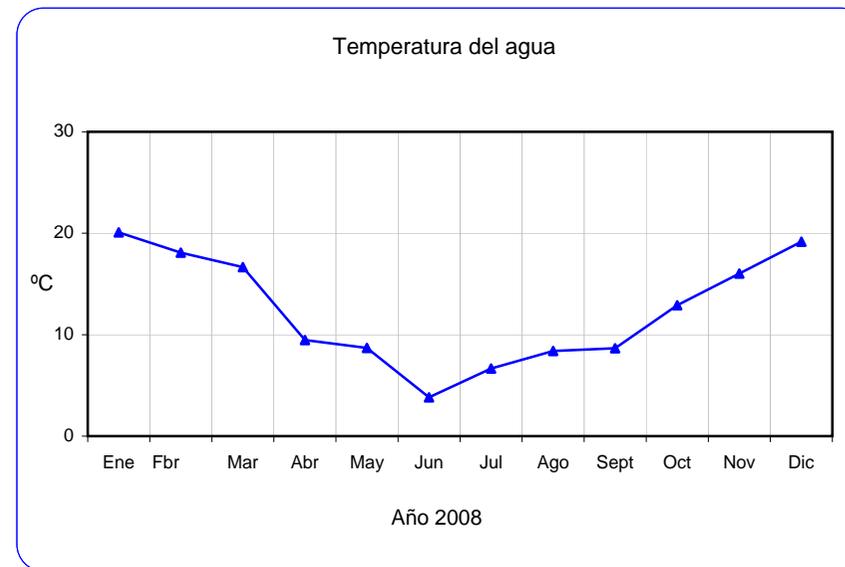


Fig. 2.11 Variación temporal de la temperatura del agua

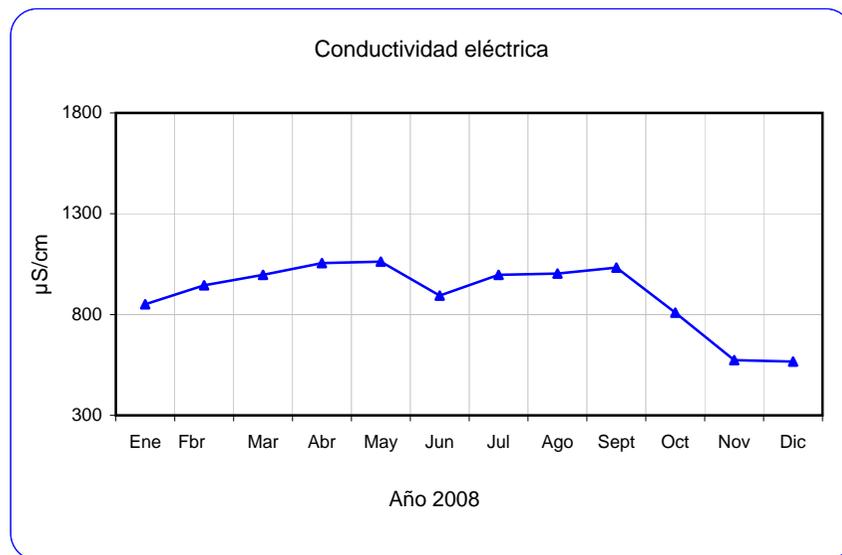


Fig. 2.12 Variación temporal de la conductividad eléctrica

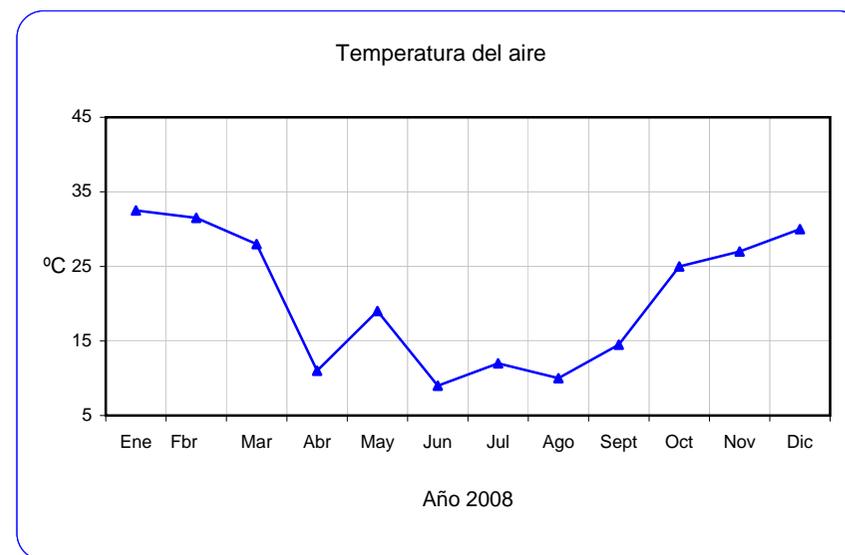


Fig. 2.13 Variación temporal de la temperatura del aire

Estación  
CL 2

Tabla 2.12 - Concentraciones de metales y metaloides 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 2008-Diciembre 2008

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	29 $\pm$ 3	8 $\pm$ 1	13 $\pm$ 2	<2	<2	8 $\pm$ 1	30 $\pm$ 2	12 $\pm$ 1	<2	15 $\pm$ 2	10 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1
Cobre	9 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1	<2	<2	<2	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	3 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	11 $\pm$ 1	15 $\pm$ 2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8 $\pm$ 1
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<1



RÍO COLORADO - ÁREA DE DESFILADERO BAYO - ESTACIÓN CL 3



CL 3

Se ubica en el río Colorado sobre la margen derecha, a la altura del puente de Desfiladero Bayo, a los 37° 21' 57" S y 69° 00' 55" 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.



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 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos in situ	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Hora	14:02	14:37	15:27	15:28	15:29	14:59	14:14	16:21	15:05	14:58	15:41	14:09
pH	7,54	7,42	7,17	8,12	7,21	7,91	7,82	7,22	7,02	7,68	7,50	7,63
Temperatura agua (°C)	22,06	20,72	17,73	11,02	9,72	4,94	8,13	8,94	10,07	15,34	16,17	20,13
Temperatura del aire (°C)	36,0	31,5	30,0	14,5	22,5	13,0	17,0	10,5	15,5	25,0	28,0	28,0
Conductividad eléctrica [µS/cm]	866	953	1002	1080	1069	897	1001	1008	1045	810	600	575

Estación CL 3: Río Colorado, Desfiladero Bayo, aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Provincia de Neuquén

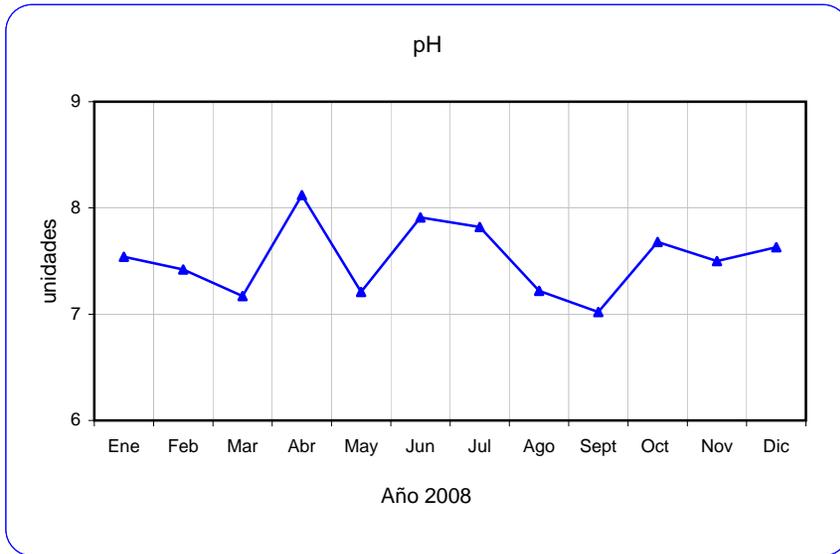


Fig. 2.14 Variación temporal del pH

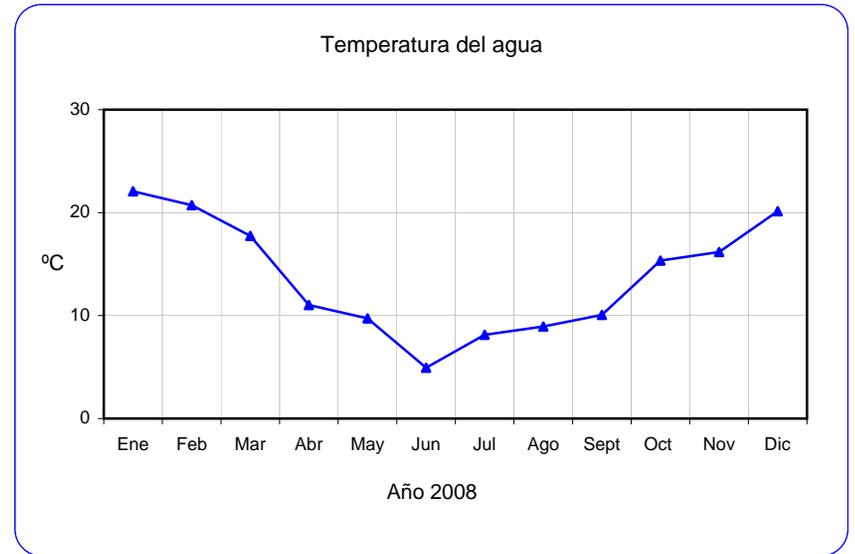


Fig. 2.15 Variación temporal de la temperatura del agua

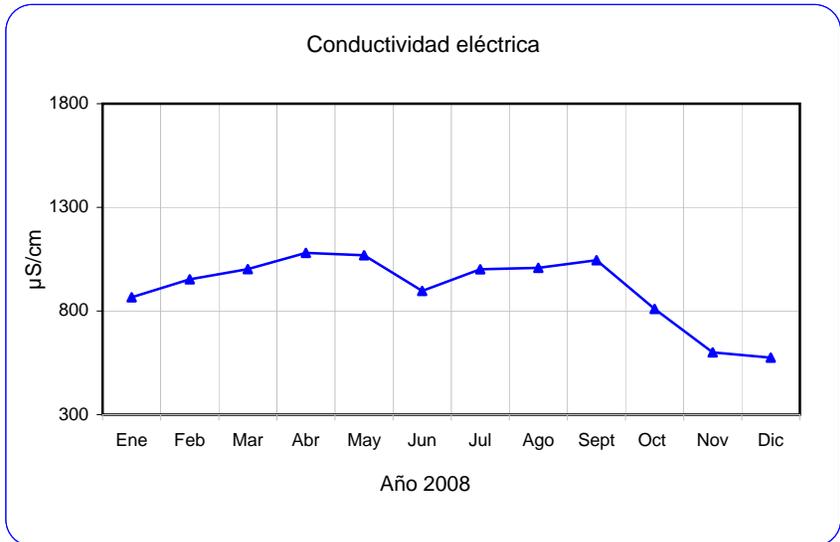


Fig. 2.16 Variación temporal de la conductividad eléctrica

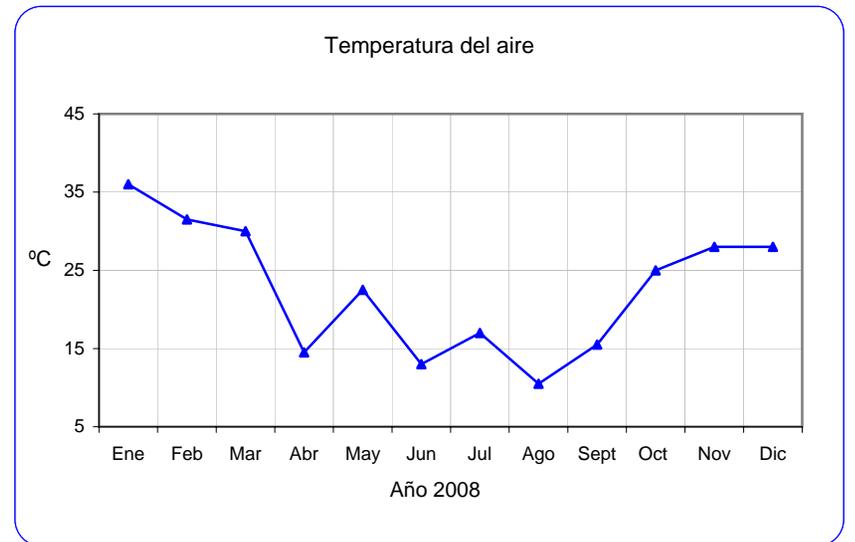


Fig. 2.17 Variación temporal de la temperatura del aire



Estación  
CL 3

Tabla 2.16 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 3 (Río Colorado a la altura de Desfiladero Bayo) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

RÍO COLORADO – ÁREA PUNTO UNIDO – ESTACIÓN CL 4



CL 4	<p>Está ubicada en el río Colorado, sobre la margen izquierda a la altura de Punto Unido, a los 37° 43' 32" S y 67° 45' 47" 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.</p>
------	--



Tabla 2.17 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 4 (Río Colorado, Puente Dique Punto Unido, aprovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, Pcia. de La Pampa) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos in situ	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (07/07/08)	8 (05/08/07)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Hora	17:15	17:41	19:30	18:13	08:38	8:04	18:15	08:16	19:30	17:23	18:32	16:00
pH	7,47	7,13	7,51	8,05	7,89	7,27	8,20	7,38	7,71	7,96	7,50	7,64
Temperatura agua (°C)	26,84	22,64	18,61	12,11	9,77	5,33	9,25	6,72	11,02	15,53	20,02	24,64
Temperatura del aire (°C)	41,0	31,7	23,0	15,0	9,0	2,0	13,0	-1,0	11,0	25,0	28,0	30,5
Conductividad eléctrica [µS/cm]	854	952	1128	1154	1123	919	1051	1072	1073	855	604	596

Estación CL 4: Río Colorado, Puente Dique Punto Unido, arovechamiento múltiple 25 de Mayo, margen izquierda, Provincia de la Pampa

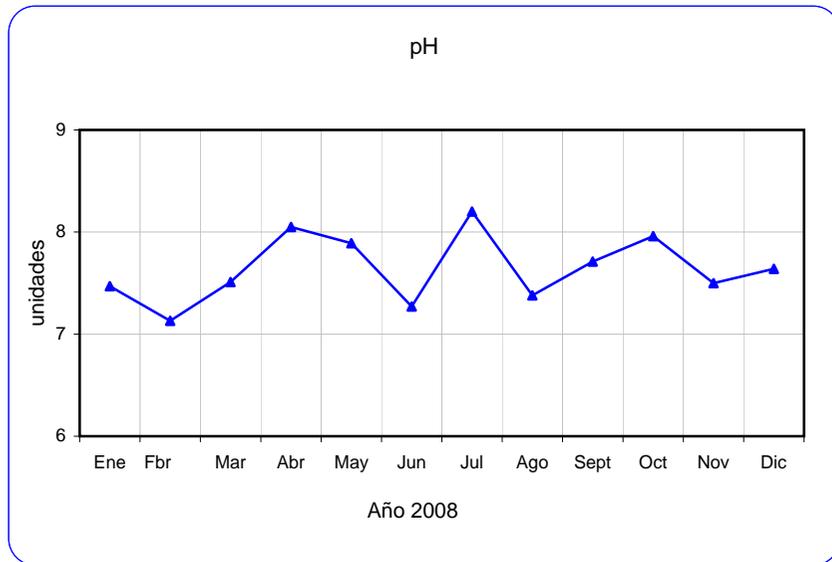


Fig. 2.18 Variación temporal del pH

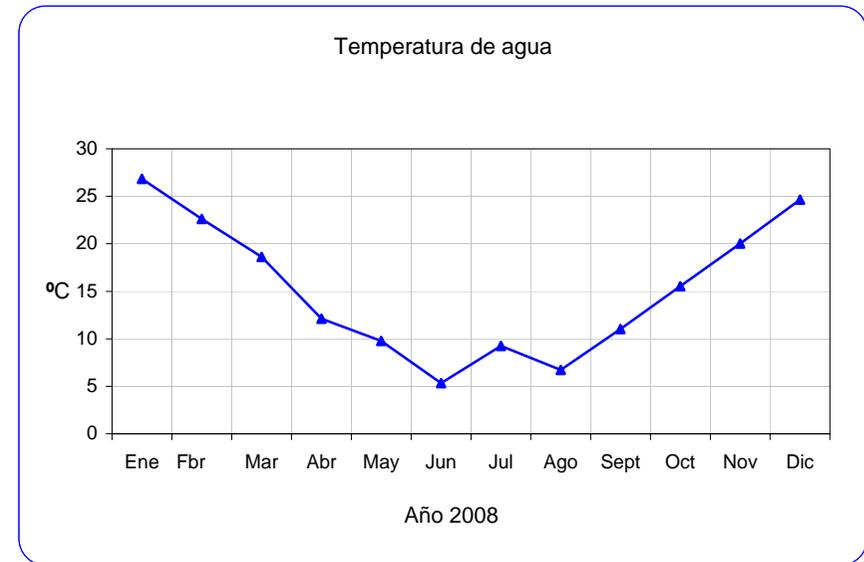


Fig. 2.19 Variación temporal de la temperatura del agua

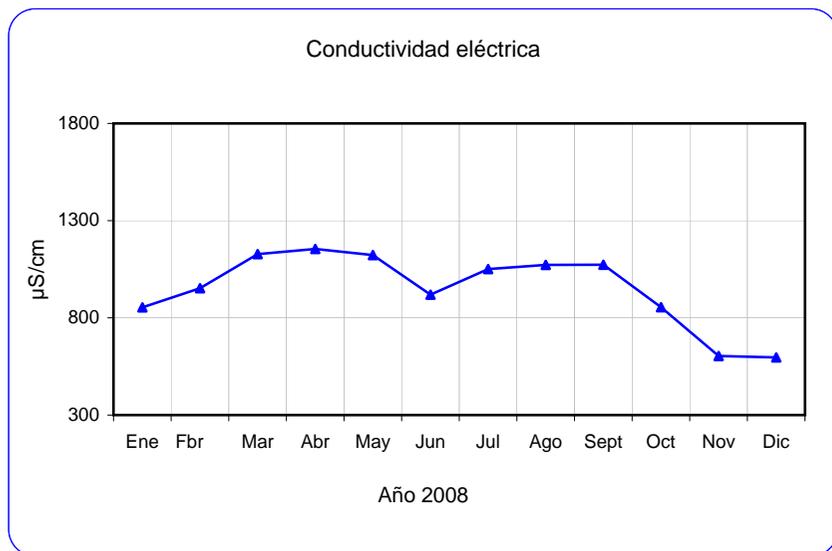


Fig. 2.20 Variación temporal de la conductividad eléctrica

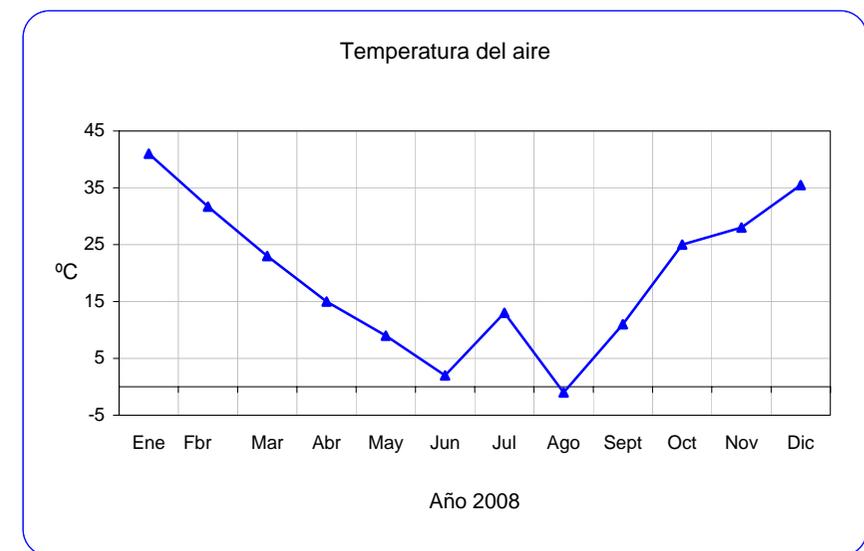


Fig. 2.21 Variación temporal de la temperatura del aire

Estación  
CL 4

Tabla 2.18 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 4 (Río Colorado a la altura de Punto Unido) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (07/07/08)	8 (05/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	12 $\pm$ 1	13 $\pm$ 1	35 $\pm$ 3	<2	<2	4 $\pm$ 1	39 $\pm$ 2	7 $\pm$ 1	20 $\pm$ 2	6 $\pm$ 1	<2	5 $\pm$ 1
Cobre	5 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	9 $\pm$ 2	<2	<2	4 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	<2	<2	8 $\pm$ 1	15 $\pm$ 2	14 $\pm$ 2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	11 $\pm$ 2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



RÍO COLORADO – ÁREA PASARELA MEDANITO – ESTACIÓN CL 5



CL 5

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° 01' 35" S y 67° 52' 44" 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.

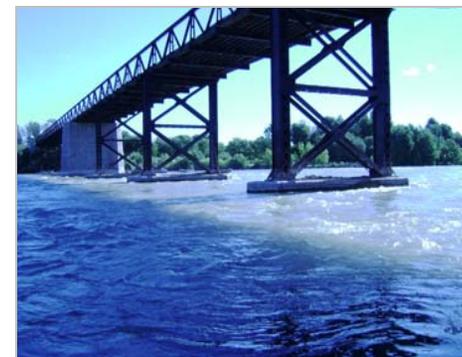


Tabla 2.20 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 5 (Río Colorado, Pasarela Yacimiento Medanito, margen derecha, Pcia. de Río Negro) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos in situ	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Hora	18:15	18:30	18:21	19:09	18:38	18:23	17:20	20:28	18:17	18:13	19:35	17:49
pH	7,58	7,31	7,28	8,31	7,25	7,80	7,90	7,21	7,31	7,98	8,06	7,74
Temperatura agua (°C)	25,77	23,72	18,91	12,74	11,91	6,15	10,19	7,79	12,13	15,67	20,12	24,58
Temperatura del aire (°C)	37,5	30,5	23,5	12,0	18,0	10,0	18,0	8,0	14,0	20,0	26,0	30,5
Conductividad eléctrica [ $\mu$ S/cm]	895	1007	1620	1152	1148	883	1073	1100	1088	897	626	616

Estación CL 5: Río Colorado, Pasarela yacimiento Medanito, margen derecha, Provincia de Río Negro

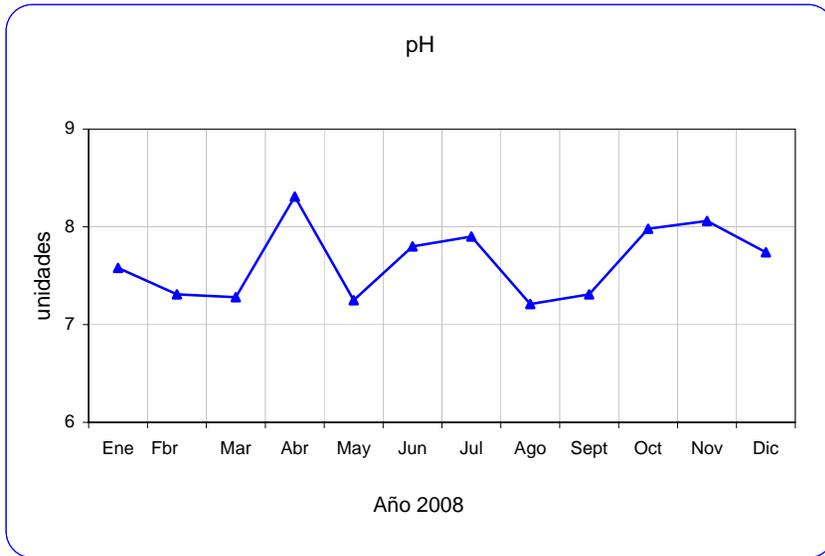


Fig. 2.22 Variación temporal del pH

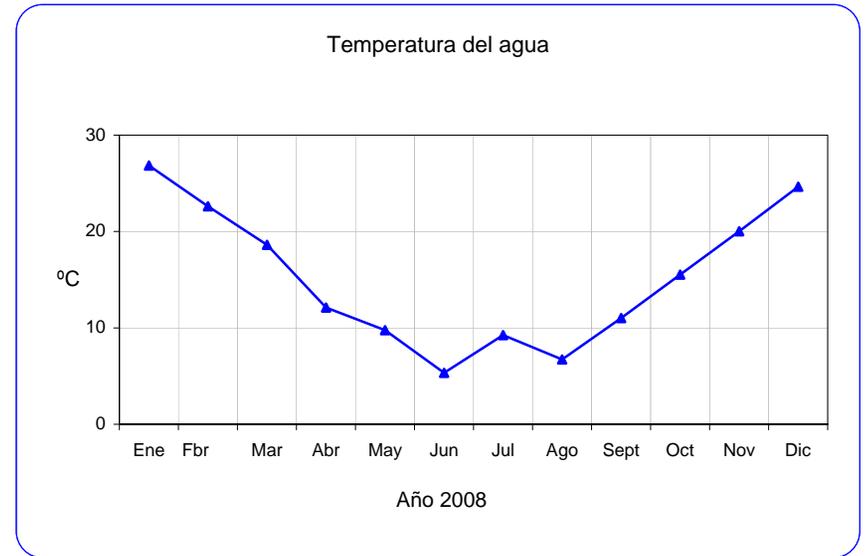


Fig. 2.23 Variación temporal de la temperatura del agua

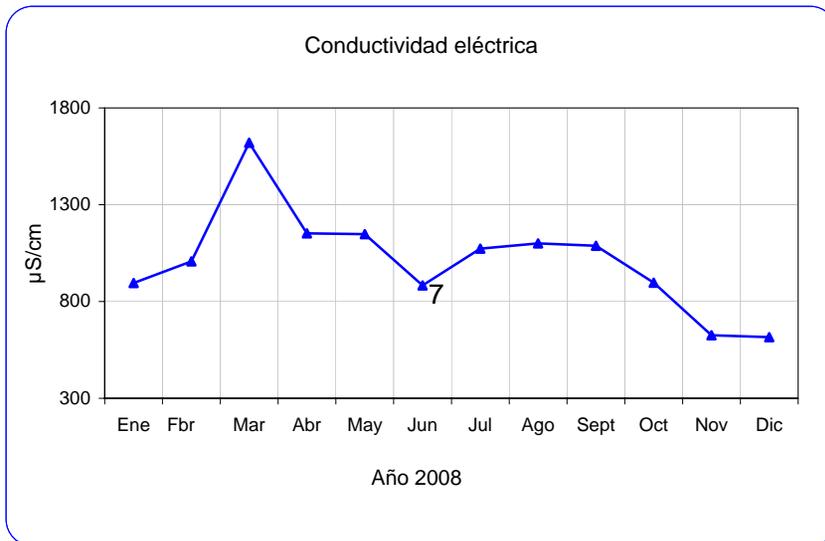


Fig. 2.24 Variación temporal de la conductividad eléctrica

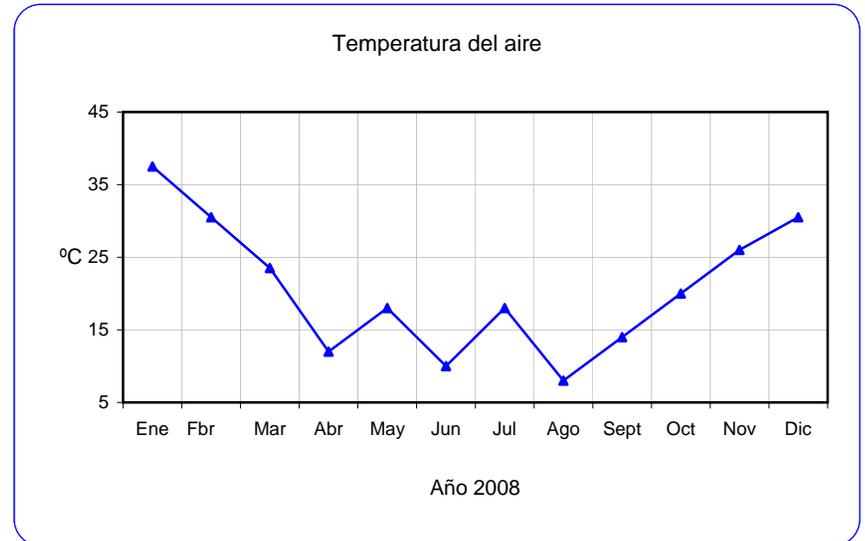


Fig. 2.25 Variación temporal de la temperatura del aire



Tabla 2.22- Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 5 (Río Colorado a la altura de Pasarela Medanito) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (07/01/08)	2 (11/02/08)	3 (10/03/08)	4 (14/04/08)	5 (12/05/08)	6 (09/06/08)	7 (07/07/08)	8 (04/08/08)	9 (08/09/08)	10 (30/09/08)	11 (10/11/08)	12 (08/12/08)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

ÁREA DESCARGA EMBALSE CASA DE PIEDRA - ESTACIÓN CL 6



CL 6

Está ubicada en la descarga del embalse Casa de Piedra, sobre la margen derecha a los 38° 12' 55" S y 67° 11' 04" O. Tiene por objeto evaluar la calidad del agua restituída del embalse al río Colorado. Se estableció para el programa de relevamiento general (1997-1999) designándosela entonces como estación N° XXIV. Desde el año 2000 se opera como estación integrante de la red de monitoreo de calidad de aguas.



Tabla 2.23- Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 6 (Río Colorado, Presa embalse Casa de Piedra, aguas abajo de la descarga, margen derecha) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos in situ	Campañas durante el año 2008											
	1 (08/01/08)	2 (12/02/08)	3 (11/03/08)	4 (15/04/08)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (08/07/08)	8 (05/08/08)	9 (09/09/08)	10 (01/10/08)	11 (11/11/08)	12 (09/12/08)
Hora	09:17	09:35	08:36	09:42	10:51	10:17	09:06	10:42	09:13	10:06	09:54	09:33
pH	7,41	7,25	7,24	7,63	7,79	8,01	6,95	7,30	7,23	8,09	8,35	7,63
Temperatura agua (°C)	21,62	21,84	21,69	16,80	13,77	9,54	7,72	7,30	8,55	10,67	17,33	18,24
Temperatura del aire (°C)	26,0	22,0	18,0	7,0	12,0	7,0	11,0	10,0	13,0	15,5	22,0	24,0
Conductividad eléctrica [ $\mu$ S/cm]	980	993	1005	1026	1041	1051	1052	1053	1073	1086	1105	1064

Estación CL 6: Río Colorado, Presa embalse Casa de Piedra, aguas abajo de la descarga, margen derecha

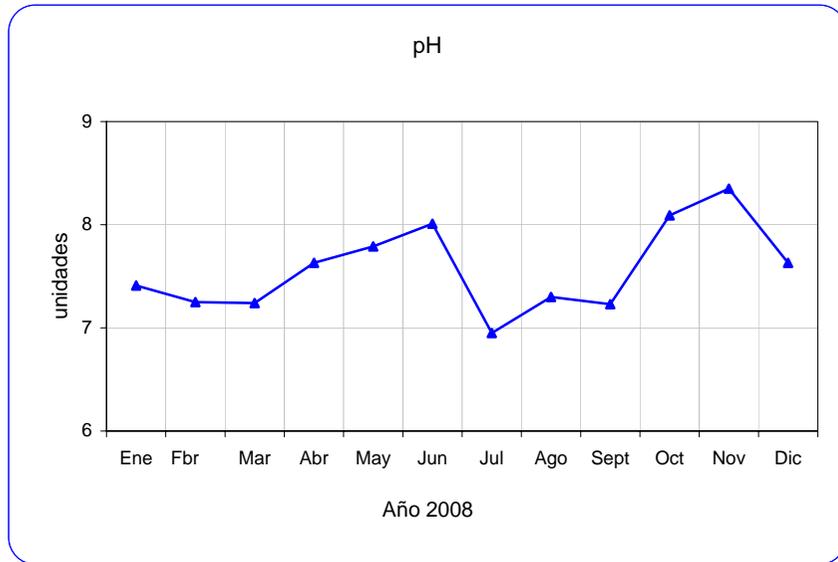


Fig. 2.26 Variación temporal del pH

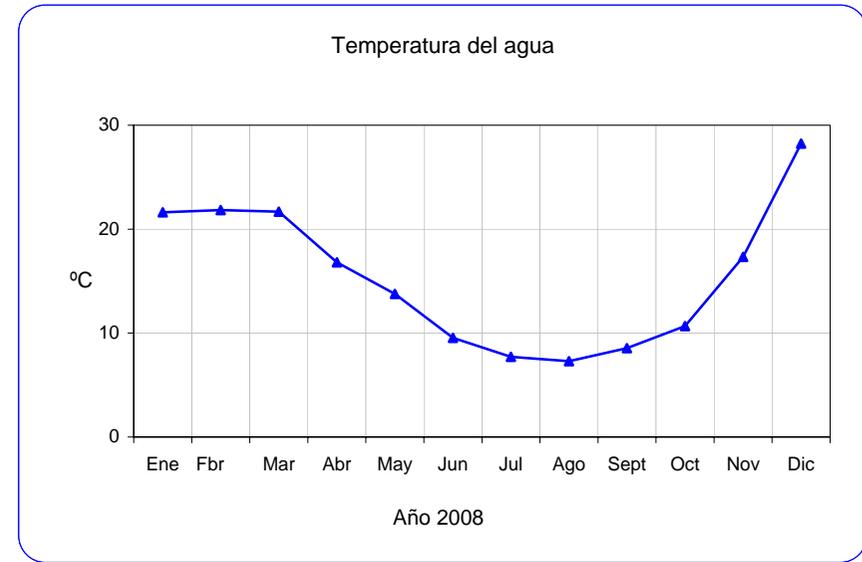


Fig. 2.27 Variación temporal de la temperatura del agua

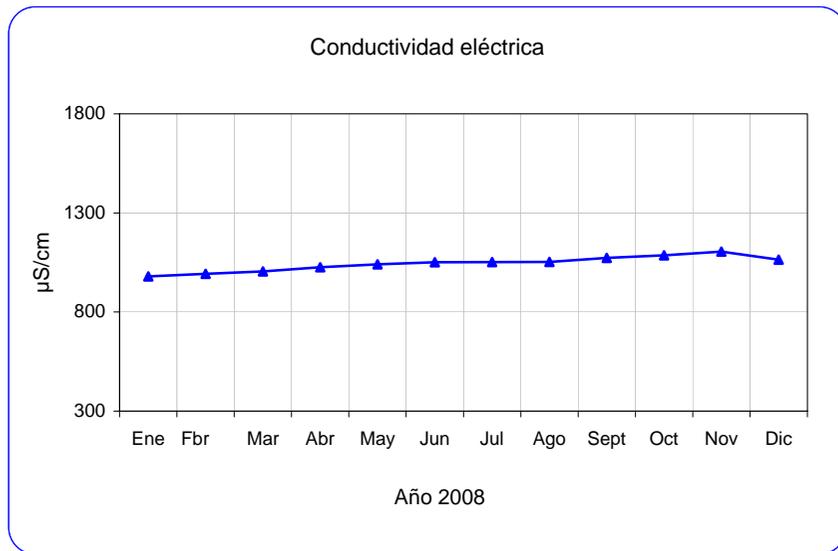


Fig. 2.28 Variación temporal de la conductividad eléctrica

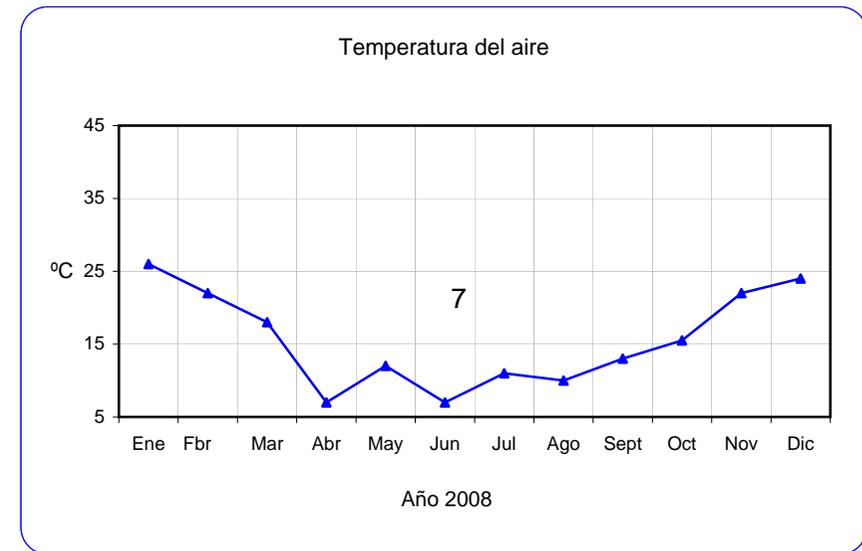


Fig. 2.29 Variación temporal de la temperatura del aire

Estación  
CL 6

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) en el período Enero 2008-Diciembre 2008.

Metal/ metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (08/01/08)	2 (12/02/08)	3 (11/03/08)	4 (15/04/08)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (08/07/08)	8 (05/08/08)	9 (09/09/08)	10 (01/10/08)	11 (11/11/08)	12 (09/12/08)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	3 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	7 $\pm$ 1	43 $\pm$ 3	<2	<2	<2	16 $\pm$ 1	73 $\pm$ 4	<2	<2	<2
Cobre	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cromo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



RIO COLORADO, COLONIA JULIÁ Y ECHARREN - ESTACIÓN CL8



CL 8

Ubicada en el río Colorado, sobre la margen derecha a la altura de la Colonia Juliá y Echarren (Río Negro). Es representativa de las condiciones del río aguas abajo de los retornos urbanos y agrícolas de la Comarca Río Colorado – La Adela.

Fue incorporada a la red de monitoreo de calidad de aguas en enero de 2007 en reemplazo de la estación CL 7 (Puente viejo – La Adela).



Tabla 2.26 – Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 8 (Río Colorado, Colonia Julia y Echarren) margen derecha, Pcia. de Río Negro) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

Parámetros medidos in situ	Campañas durante el año 2008											
	1 (09/01/08)	2 (12/02/08)	3 (12/03/08)	4 (16/04/08)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (08/07/08)	8 (05/08/08)	9 (10/09/08)	10 (01/10/08)	11 (12/11/08)	12 (09/12/08)
Hora	06:40	18:46	08:13	18:17	19:02	17:55	16:59	18:33	08:39	19:13	09:01	18:06
pH	7,67	7,29	7,17	7,90	7,19	7,89	8,26	7,00	7,31	8,16	8,33	7,74
Temperatura agua (°C)	24,66	24,27	19,93	12,80	14,16	7,39	9,09	7,85	10,58	16,00	21,52	25,14
Temperatura del aire (°C)	18,0	27,0	18,0	13,5	17,0	12,0	12,0	13,5	9,0	13,0	25,0	22,0
Conductividad eléctrica [ $\mu$ S/cm]	1037	1039	1050	1078	1162	1135	1132	1096	1121	1129	1202	1120

Estación CL 8: Río Colorado, Buta Ranquil, Yacimiento El Portón, margen derecha, provincia de Neuquén

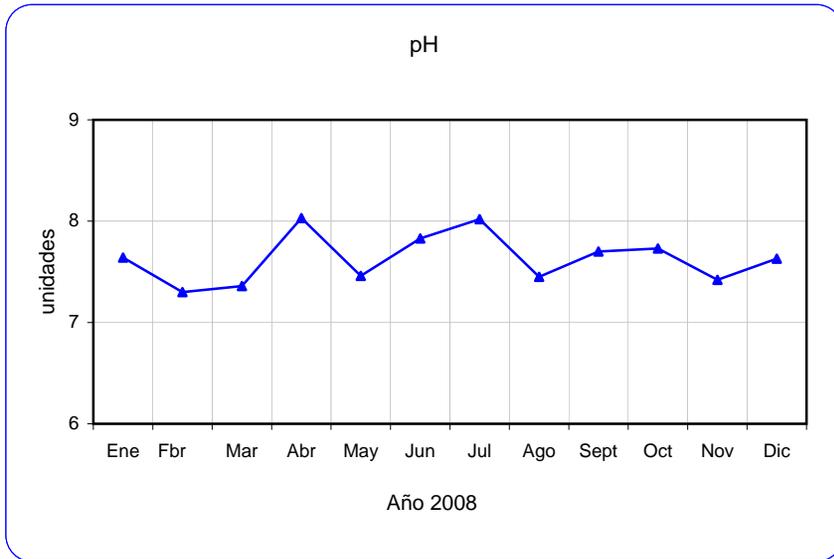


Fig. 2.10 Variación temporal del pH

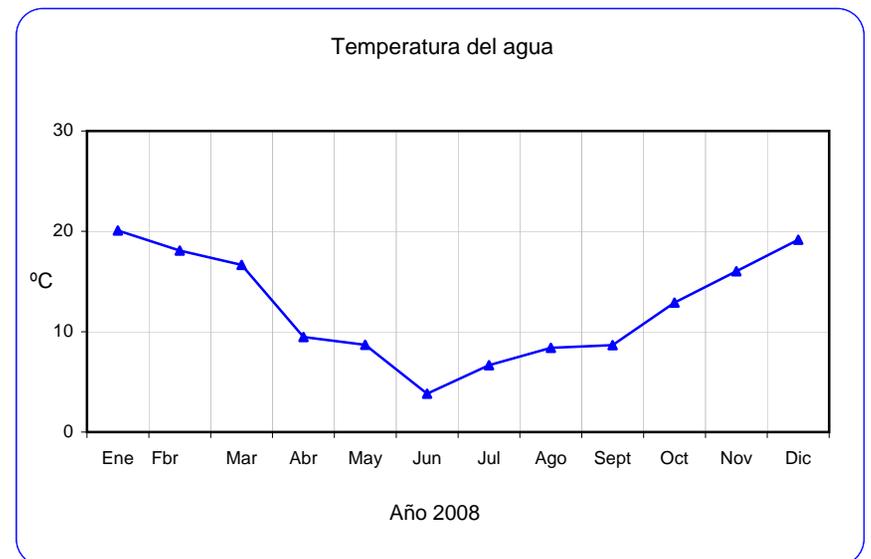


Fig. 2.11 Variación temporal de la temperatura del agua

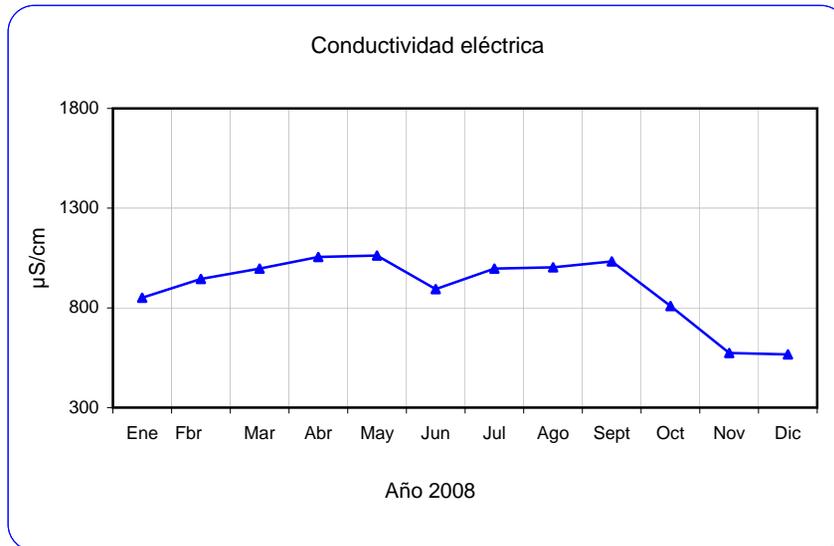


Fig. 2.12 Variación temporal de la conductividad eléctrica

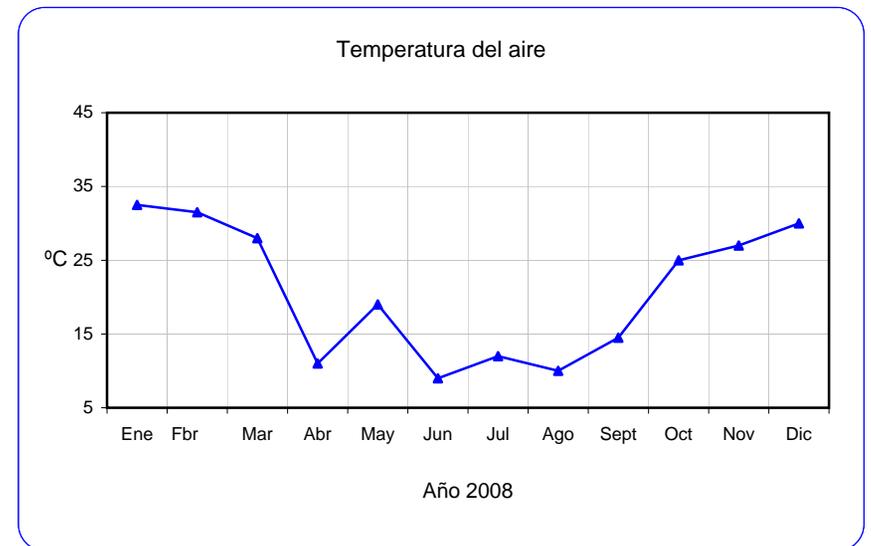


Fig. 2.13 Variación temporal de la temperatura del aire



Estación  
CL 8

Tabla 2.28 - Concentraciones de hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs) en la columna de agua ( $\mu\text{g/L}$ ) en la estación CL 8 (Río Colorado, Colonia Juliá y Echarren) en el período Enero 2008-Diciembre 2008

HAPs ( $\mu\text{g/L}$ )	Campañas durante el año 2008											
	1 (09/01/08)	2 (12/02/08)	3 (12/03/08)	4 (10/04/07)	5 (13/05/08)	6 (10/06/08)	7 (08/07/08)	8 (05/08/08)	9 (10/09/08)	10 (01/10/08)	11 (12/11/08)	12 (09/12/08)
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metilnaftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Dimetilnaftaleno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetilfenantreno	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[b]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[k]fluoranteno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzoantraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antraceno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[g,h,i]perileno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[c,d]pireno	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

### 2.5.1 Metales y metaloides

Las concentraciones de metales y metaloides registradas en el período Enero 2008 – Diciembre 2008 se muestran en las tablas 2.6, 2.9, 2.12, 2.15, 2.18, 2.21, 2.24 y 2.27.

Al igual que en años anteriores, los metales detectados con mayor frecuencia fueron cinc y cobre en todas las estaciones y en la mayor parte del período de estudio.

Las concentraciones de cinc halladas variaron entre un máximo de  $98 \pm 5$  en el mes de septiembre en la estación CL 5  $\mu\text{g/L}$  y un mínimo de  $3 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ . En tanto que el cobre se ubicó en un rango de concentración de 2  $\mu\text{g/L}$  a 19  $\mu\text{g/L}$  en la estación CL 5 en el mes de diciembre.

No hubo detección de mercurio en ninguna de las estaciones y durante todo el período de estudio. Del resto de metales y metaloides sólo hubo detecciones muy aisladas.

Se halló arsénico en dos oportunidades en la estación CL 5, en los meses de febrero y octubre, en concentraciones de  $5 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  y  $6 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  respectivamente.

Cadmio se detectó en un solo muestreo en el mes de marzo, con una concentración de  $1,2 \pm 0,1$   $\mu\text{g/L}$  en la estación CL 5.

Hubo tres detecciones de cromo, dos en la estación CL 0 en los meses de enero y diciembre en concentraciones de  $1 \pm 0,3$   $\mu\text{g/L}$  y  $2,4 \pm 0,5$   $\mu\text{g/L}$  respectivamente. La tercera tuvo lugar en el mes de marzo en la estación CL 5, con una concentración de  $1,7 \pm 0,2$   $\mu\text{g/L}$ .

Se detectó molibdeno en la estación CL 0 en el mes de diciembre, con una concentración de  $10 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ .

Se registró la presencia de níquel en la estación CL 0, en los meses de enero ( $3 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ), noviembre ( $7 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) y diciembre ( $13 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ); en la estación CL 2 en el mes de diciembre ( $8 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ) y en la estación CL 5, en los meses de febrero ( $6 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ ), marzo (10  $\mu\text{g/L}$ , promedio de dos réplicas) y en el mes de diciembre (9  $\mu\text{g/L}$ , promedio de dos réplicas).

Se halló plomo en la estación CL 0 en en los meses de enero ( $41 \pm 4$   $\mu\text{g/L}$ ), febrero ( $9 \pm 1$ ) y diciembre ( $13 \pm 1$ ), en el mes de marzo en la estación CL 4 con una concentración de  $11 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$  y en la estación CL 5 en el mes de marzo con  $11 \pm 2$   $\mu\text{g/L}$ .

Fue encontrado selenio en la estación CL 0, en el mes de enero con una concentración de  $4 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$  y en la estación CL 5, en el mes de febrero con  $6 \pm 1$   $\mu\text{g/L}$ .

### 2.5.2 HAPs

No se hallaron HAPs en ninguna de las estaciones de monitoreo durante todo el período de estudio. La excepción la constituyó una detección de acenafteno en el

mes de noviembre en la estación CL 2, en una concentración de 0,005 µg/L que es el límite de cuantificación del método para esta sustancia.

### 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 2.29) que definen la aptitud del agua para diferentes usos (WHO 1993, 1998, 2006; *Canadian Environmental Quality Guidelines* 2005, 2006).

Tabla 2.29 - 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	0,017
Cinc	3.000 <sup>(6)</sup>	1.000-5.000	50.000	30
Cobre	2.000	200-1.000	500-5.000	2-4
Cromo	50	4,9-8,0	50	1,0
Mercurio	6	-	3	0,026
Molibdeno	70	10-50	500	73
Níquel	70	200	1.000	25
Plomo	10	200	100	1-7
Selenio	10	20-50	50	1

<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, 2006; <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) *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.

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 2003), los cuales figuran en la Tabla 2.30.

Tabla 2.30 – Valores guía de HAPs para la protección de la vida acuática<sup>1</sup>

Hydrocarburo	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*, 2007

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 1998). Este valor guía, en base a estimaciones de la potencia relativa de los HAPs (WHO 1998), da protección para el resto de los miembros del grupo.

## 2.6 Discusión

### Metales y metaloides

En el presente ciclo el cinc y el cobre exhibieron un patrón de detección similar al de años anteriores.

Los resultados obtenidos en la ejecución del monitoreo de los restantes metales y metaloides durante el año 2008, mostraron detecciones aisladas de los elementos investigados, en las diferentes estaciones establecidas en el sistema del río Colorado. De un total de 960 determinaciones individuales 19 (alrededor de un 2%) fueron concentraciones mensurables de estas sustancias. No obstante, las concentraciones halladas, salvo el caso del plomo, no superaron los valores guía para uso como fuente de agua potable.

Las detecciones de plomo, cinco en total durante todo el ciclo de estudio, tuvieron lugar en la estación CL 0, zona libre de influencia antrópica, la cual exhibió el valor más elevado y en las estaciones CL 4 y CL 5 donde el valor hallado superó muy ligeramente el valor guía. Esta situación carece de significación para la salud humana, por ser detecciones muy aisladas.

Con respecto a la protección de la vida acuática, las concentraciones de arsénico halladas en dos oportunidades (estación CL 5) coincidieron con el correspondiente valor guía. En tanto que los niveles de cadmio, registrados en una sola ocasión en la estación CL 5, así como los valores de cromo registrados en tres oportunidades en las estaciones CL 0 (2 detecciones) y CL 5 (1 detección), superaron muy ligeramente su valor guía. Una situación similar se observó con el plomo en las estaciones CL 4 y CL 5 en las cuales las concentraciones medidas sobrepasaron escasamente el valor guía. En la estación CL 0, estación sin influencia antrópica, fue detectada una concentración de este metal cuatro veces superior a dicho valor guía.

Las concentraciones de metales y metaloides halladas, en ningún caso superaron los correspondientes valores guía para uso en irrigación y ganadería.

En relación con los HAPs, no hubo detección de este tipo de sustancias en ninguna de las estaciones monitoreadas, salvo una de un miembro del grupo de bajo peso molecular, en una concentración extremadamente baja, muy inferior a los correspondientes valores guía para protección de la vida acuática y de la salud humana.

## 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 fueron extraídas en los sitios que figuran en la Tabla 2.31 en septiembre de 2008. Las mismas son representativas de áreas donde existen actividades potencialmente generadoras de contaminantes (estación CL 3) y sitios de uso relevante del agua (estación CL 4).

Tabla 2.31 Estaciones de muestreo de agua en el río Colorado para ensayos ecotoxicológicos

Estación	Sitio	Coordenadas
CL 3	Desfiladero Bayo	S 37° 21' 57" O 69° 00' 55"
CL 4	Punto Unido	S 37° 43' 32" O 67° 45' 47"

### 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 Alberdi, José Luis, Saenz, María Elena, 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 – Período 2008, Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, Septiembre de 2008)

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 septiembre de 2008.

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*.

## 2.7.4 Resultados

### 2.7.4.1 Supervivencia

Los resultados obtenidos para cada una de las muestras analizadas y grupos control respecto del efecto tóxico crónico sobre la mortalidad de los ejemplares expuestos durante 21 días, se resumen en la Tabla 2.32. Se indican los valores medios y la desviación estándar 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 cuatro réplicas por tratamiento.

Los datos 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 2.32 - Porcentaje de supervivencia 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>	93,33	-	-
Desfiladero Bayo (CL 3)	80,0	22	24
Punto Unido (CL 4)	86,67	22	26

<sup>1</sup> Valor Crítico de Fisher; a un nivel de significación del 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 del 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 Fisher,  $\alpha = 0,05$ ), si es que existe.

Los resultados obtenidos indican que las muestras de agua correspondientes a las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), extraídas en el mes de septiembre de 2008, no ejercieron efectos tóxicos crónicos significativos respecto de los controles sobre la supervivencia de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas 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 durante 21 días se resumen en la Tabla 2.33. Se indican los valores medios y la desviación estándar de la Tasa Neta de Reproducción calculada, al cabo de 21 días de exposición, a una concentración del 100% de cada una de las muestras y control, considerando cuatro réplicas por tratamiento.

Tabla 2.33 - 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 septiembre de 2008, 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>	68,53 ( $\pm 5,70$ ) <sup>2</sup>
Desfiladero Bayo (CL 3)	65,80 ( $\pm 4,91$ )
Punto Unido (CL 4)	67,93 ( $\pm 5,22$ )

<sup>1</sup> Población control, mantenida durante 21 días en las condiciones del ensayo en agua de dilución, en ausencia de muestra. <sup>2</sup> Los valores entre paréntesis representan el desvío estándar para cada valor de la Tasa Neta de Reproducción calculada a una concentración del 100% de la muestra, luego de 21 días de exposición.

Los resultados alcanzados indican que las muestras analizadas, correspondientes a la columna de agua de las estaciones CL 3 (Desfiladero Bayo) y CL 4 (Punto Unido), no resultan ejercer efecto tóxico crónico significativo, respecto de los controles (ANOVA de una vía y test de Dunnett,  $\alpha = 0,05$ ), sobre la reproducción, expresada como Tasa Neta de Reproducción, de las poblaciones de *Daphnia magna* expuestas 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 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004-2005, 2006-2007 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

#### 2.7.5 Discusión

Los ensayos ecotoxicológicos llevados a cabo con muestras de agua extraídas en Desfiladero Bayo y Punto Unido, han puesto de manifiesto la ausencia de efectos tóxicos crónicos sobre *Daphnia magna*.

## 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.
- 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), 2007, *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.
- 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*.
- Perl, J.E., 2000, *Programa Integral de Calidad de Aguas de la Cuenca del río Colorado*, Argentina, IV Seminario Taller de Cuenas 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.
- OMS (Organización Mundial de la Salud), 2006, *Guías para la calidad del agua potable*, Primer apéndice a la tercera edición – Volumen 1 – Recomendaciones.

Hoja en Blanco

# 3

## SEDIMENTOS DE FONDO

---

### 3.1 Introducción

### 3.2 Estaciones de monitoreo

### 3.3 Metodología de muestreo

### 3.4 Metodologías analíticas

#### 3.4.1 Análisis de metales y metaloides

3.4.1.1 *Técnicas y métodos analíticos*

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

#### 3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos

3.4.2.1 *Técnica y métodos analíticos*

3.4.2.2 *Control de calidad analítica*

### 3.5 Resultados

#### 3.5.1 Metales y metaloides

#### 3.5.2 HAPs

#### 3.5.3 Valores guía

### 3.6 Discusión

### 3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

#### 3.7.1 Estaciones de monitoreo

#### 3.7.2 Metodología de muestreo

#### 3.7.3 Ensayos con *Hyalella curvispina*

#### 3.7.4 Ensayos con *Vallisneria spiralis*

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

#### 3.7.6 Discusión

### Referencias

Hoja en Blanco

### 3.1 Introducción

La investigación de sustancias tóxicas en sedimentos de fondo, forma parte de la evaluación de la calidad del medio acuático en el sistema del río Colorado. Al igual que el monitoreo de la columna de agua y de tejidos de diferentes especies de peces, tiene por objeto determinar la presencia de dichas sustancias, las cuales podrían provenir de distintas fuentes potenciales existentes en la cuenca.

Un cierto número de las sustancias investigadas, metales/metaloideos y HAPs, tienen afinidad por el material particulado fino, presente en los sólidos en suspensión que transporta el río. Ello determina que, una vez ingresados a la columna de agua, ciertos metales/metaloideos y HAPs puedan ser transportadas a otros lugares y sedimentar acumulándose en el fondo.

La presencia potencial de estas sustancias en los sedimentos de fondo, según la naturaleza de cada una y la concentración alcanzada, puede constituir un factor de riesgo para el desarrollo de la vida acuática, a través de su incorporación en las cadenas tróficas. También, los sedimentos de fondo, de existir una acumulación significativa, podrían actuar como fuentes de reciclado de dichas sustancias a la columna de agua.

Al igual que en el análisis de la columna de agua, los niveles de concentración buscados son extremadamente bajos ya que están referidos a posibles efectos tóxicos crónicos de las sustancias evaluadas. Por ello deben aplicarse 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 ecotoxicológicos 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 cola y la toma del embalse Casa de Piedra.

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

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

Estación de muestreo	Coordenadas geográficas
Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández	S 37' 18' 04" - O 69° 02' 56"
Embalse Casa de Piedra (cola)	
Sitio 1	S 38° 11' 22" - O 67° 39' 53"
Sitio 2	S 38° 11' 27" - O 67° 39' 58"
Embalse Casa de Piedra (toma)	
Sitio 1a	S 38° 12' 33" - O 67° 13' 14"
Sitio 1b	S 38° 12' 52" - O 67° 12' 34"
Sitio 1c	S 38° 12' 60" - O 67° 12' 19"
Sitio 2a	S 38° 12' 18" - O 67° 12' 55"
Sitio 2b	S 38° 12' 36" - O 67° 12' 19"
Sitio 2c	S 38° 12' 42" - O 67° 12' 08"
Sitio 3a	S 38° 12' 0,3" - O 67° 12' 38"
Sitio 3b	S 38° 12' 15" - O 67° 12' 28"
Sitio 3c	S 38° 12' 23" - O 67° 11' 44"

### 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*. Del sedimento obtenido con la draga se tomaron submuestras mediante implementos de vidrio previamente lavados con ácido nítrico al 5%, de aquellas porciones de sedimento que no habían entrado en contacto con la draga. Las submuestras se homogeneizaron en recipientes de vidrio previamente acondicionados y posteriormente se extrajeron las porciones para enviar a los laboratorios. Se estima que los sedimentos obtenidos son representativos del estrato 0-10 cm.

Para la extracción de los sedimentos 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. En una grilla, se tomaron 20 muestras, extrayéndose de cada una de ellas sendas submuestras de los primeros 5 cm de sedimento. Las 20 submuestras se homogeneizaron en recipientes de vidrio previamente acondicionados y posteriormente se extrajeron las porciones (1 kg) para enviar a cada uno de los laboratorios.

Todos los elementos de envasado fueron previamente lavados con ácido nítrico al 5% y enjuagados con agua ultrapura (Tipo I ASTM) y acetona grado cromatográfico según el tipo de análisis a realizar.

Para el análisis de metales y metaloides, las porciones de sedimentos fueron envasadas en bolsas de polietileno previamente lavadas con ácido nítrico al 5% y enjuagadas con agua ultrapura (Tipo I ASTM). Para el análisis de HAPs las porciones fueron colocadas en bandejas de aluminio previamente enjuagadas con acetona grado cromatográfico.

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 1 kg en bolsas de polietileno sometidas previamente al procedimiento de lavado antes descripto.

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 en ese estado 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	A.A. por generación de hidruros	EPA 3051 - 7061a	1
Bario	ICP	EPA 3051 - 6010 B	0,4
Boro	ICP	EPA 3051 - 6010 B	2
Cadmio	ICP	EPA 3051 - 213.2	0,5
Cinc	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Cobre	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Cromo	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Mercurio	A.A. por vapor frío	EPA 3051- EPA 7471a	0,05
Molibdeno	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Níquel	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Plata	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Plomo	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1
Selenio	AA por generación de hidruros	EPA 3051 - 7741a	1
Vanadio	ICP	EPA 3051 - 6010 B	1

AA: espectrometría de absorción atómica - ICP: espectrometría de emisión 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 2008, 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 2008))

Elemento	Concentración certificada (µg/g)	Concentración hallada (µg/g)	Error <sup>(1)</sup> %
Arsénico	23,1	23	-0,43
Bario	413	408	-1,21
Boro	77,3	75	-0,03
Cadmio	1,79	1,7	-5,03
Cinc	279	273	-2,15
Cobre	78,4	75	-4,34
Cromo	77,2	74	-4,15
Mercurio	1,09	1,0	-8,26
Molibdeno	1,20	1,1	-8,33
Níquel	63,1	61	-3,33
Plata	0,85	<1	-
Plomo	85,0	82	-3,53
Selenio	1,53	1,5	-1,96
Vanadio	107	106	-0,93

(1) Gaskin, J.E. 1993

### 3.4.2 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos

#### 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). Mediante una segunda extracción se determinó que la concentración remanente de HAPs en la muestra era muy baja. 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 cuantificación alcanzados por el laboratorio.

Tabla 3.4 – HAPs analizados y sus respectivos límites de cuantificación

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

### 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. Para ello se tomó una porción de 1 mL de extracto, correspondiente a 8,0351 g de sedimentos y se le agregó un pequeño volumen de estándar (100 µL), el cual contenía una concentración de 20 µg/mL de 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 (extraída en la toma del embalse Casa de Piedra, sitio 1a) fortificada con un estándar.

HAPs	% Recuperación <sup>(1)</sup>
Naftaleno	78
Acenafteno	97
Acenaftileno	93
Fluoreno	98
Fenantreno	98
Antraceno	99
Fluoranteno	98
Pireno	99
Benzo[a]antraceno	96
Criseno	95
Benzo[b+k]fluoranteno	94
Benzo[a]pireno	95
Dibenzo[a,h]antraceno	91
Benzo[ghi]perileno	92
Indeno[1,2,3-cd]pireno	92

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

## 3.5 Resultados

### 3.5.1 Metales y metaloides y HAPs

En las Tablas 3.6, 3.8, 3.10, 3.11 y 3.12 se muestran los resultados del análisis de metales y metaloides en la fracción recuperable total y en las Tablas 3.7, 3.9, 3.13, 3.14 y 3.15 los resultados de análisis de HAPs, en muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (cola y toma). Con fines comparativos, en los Anexos IV y V se ha incluido el registro de resultados obtenidos en períodos de estudio anteriores (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2006 y 2008).

## Estación Río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández

Estación de muestreo de sedimentos de fondo representativa de un área de importante actividad petrolera, ubicada aguas abajo del cañadón que recibía el vertido de la planta deshidratadora de crudo de Puesto Hernández

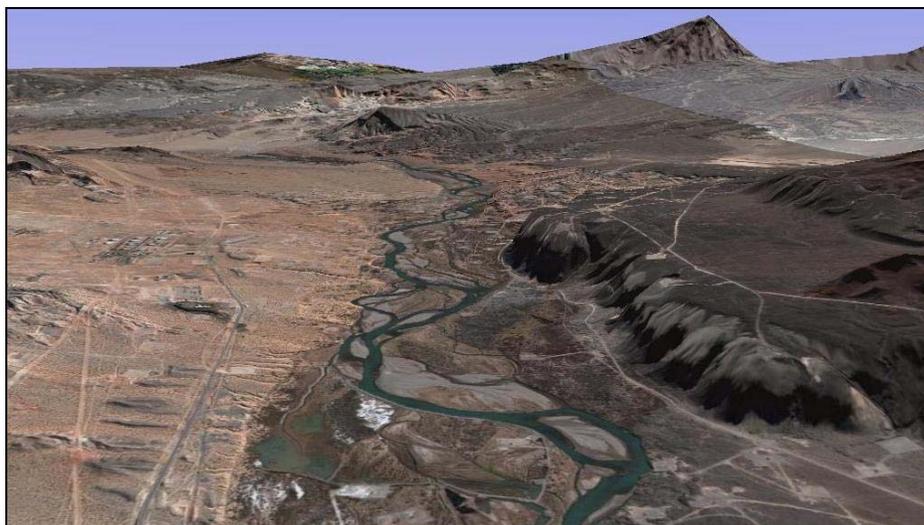


Fig. 3-1 – Área de la ex descarga de la planta deshidratadora de crudo de Puesto Hernández



Fig. 3.2. Estación de muestreo de sedimentos de fondo aguas abajo 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, en septiembre de 2008, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)				
	2004	2005	2006	2007	2008
Arsénico	5,2	7,0	5,3	6,3	5,4
Bario	405	333	266	463	399
Boro	10	30	50	77	21
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	78	49	61	84	48
Cobre	29	13	21	39	16
Cromo	26	23	18	19	12
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	19	16	15	29	19
Plata	<1	80	5	<1	<1
Plomo	8,6	8,0	8,4	8,0	7,5
Selenio	0,6	0,6	0,4	<0,2	<0,2
Vanadio	110	98	87	151	169

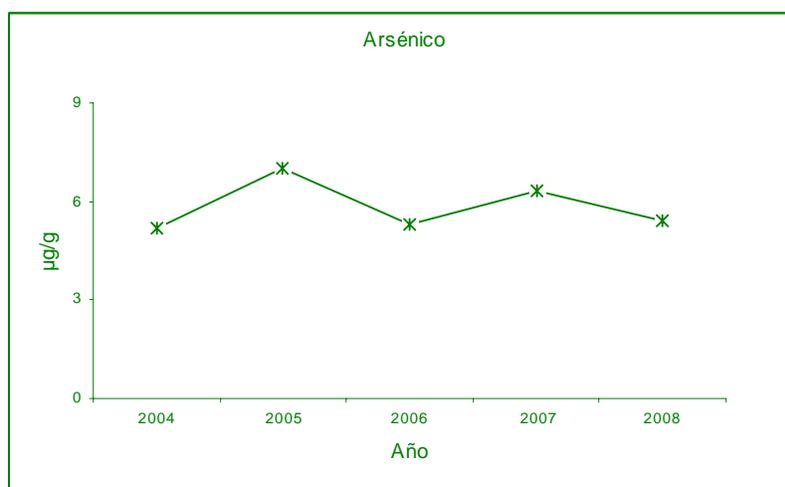


Fig. 3.3 – Variación temporal de la concentración de arsénico en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

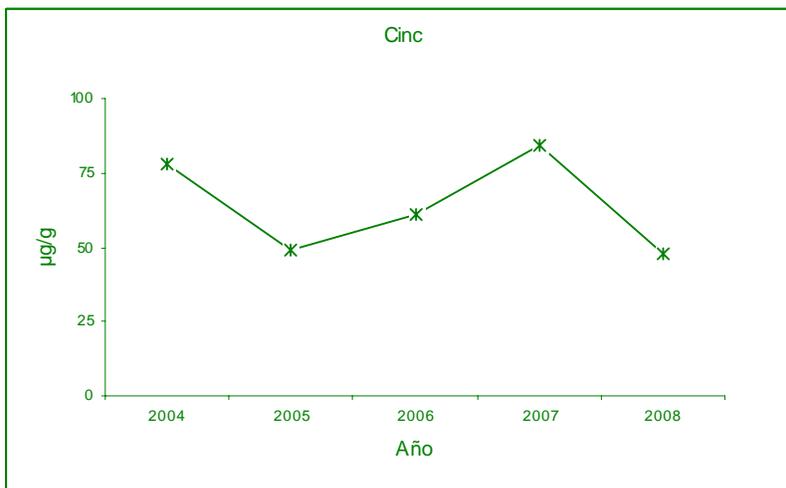


Fig. 3.4 – Variación temporal de la concentración de cinc en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

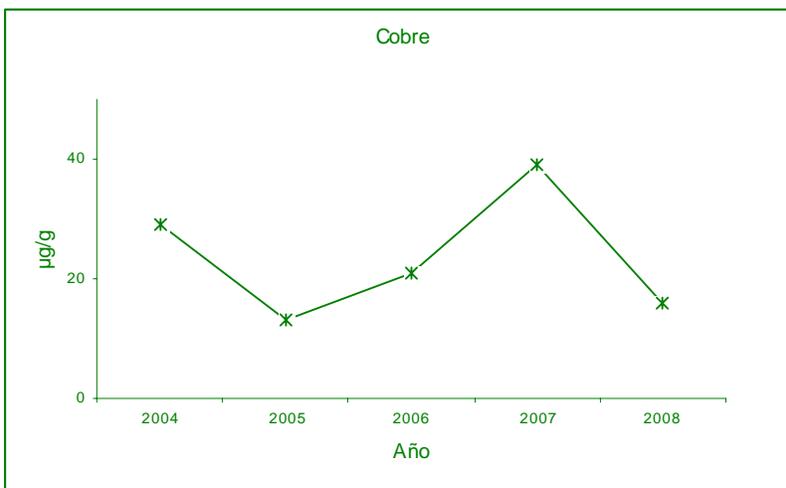


Fig. 3.5 – Variación temporal de la concentración de cobre en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

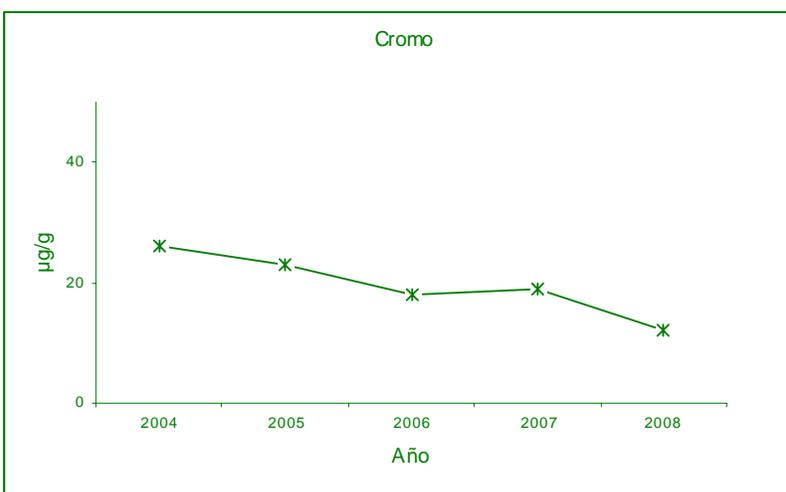


Fig. 3.6 – Variación temporal de la concentración de cromo en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

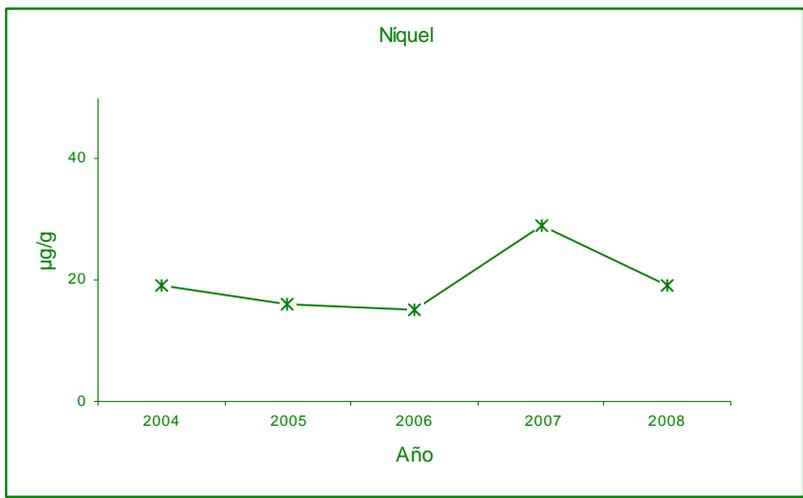


Fig. 3.7 – Variación temporal de la concentración de níquel en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

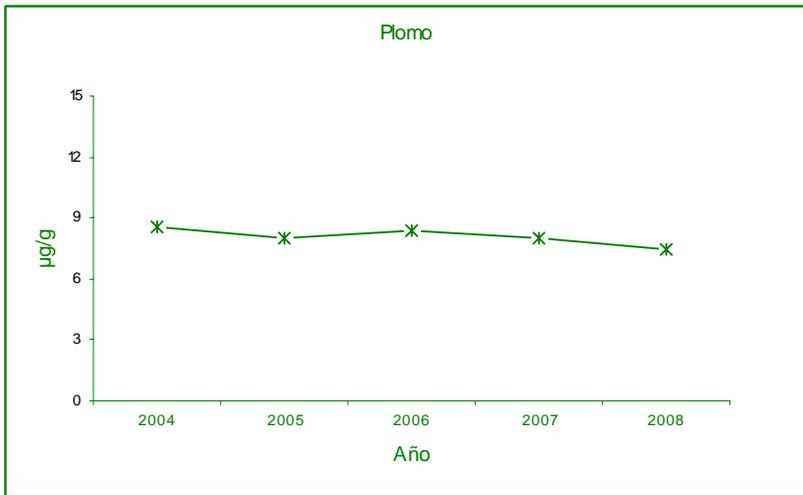


Fig. 3.8 – Variación temporal de la concentración de plomo en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

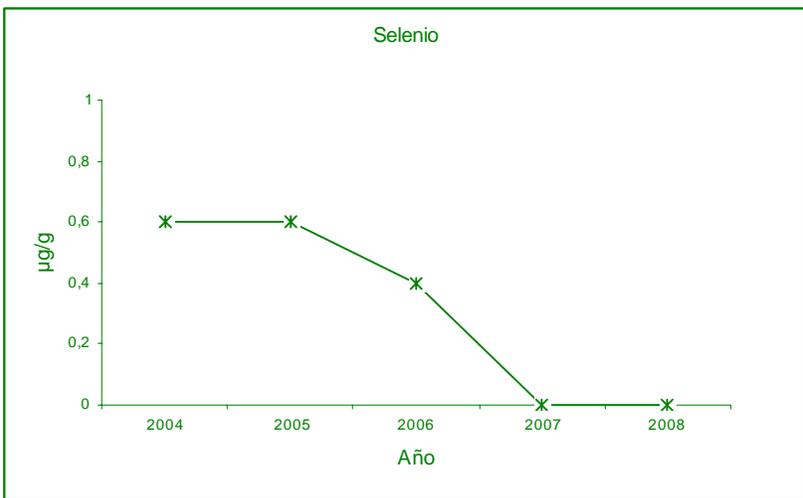


Fig. 3.9 – Variación temporal de la concentración de selenio en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández.

## Hidrocarburos aromáticos polinucleares

Tabla 3.7 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) en el río Colorado, aguas abajo de Puesto Hernández en septiembre de 2008, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005 , julio de 2006 y mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Río Colorado (aguas abajo Puesto Hernández)				
	2004	2005	2006	2007	2008
Naftaleno	<LC	0,011	<LC	<0,010	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<0,030	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC (0,0008)
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC (0,0018)
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0062
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<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

## Estación cola del embalse Casa de Piedra

Estación representativa de un área de acumulación de arcillas y limos provenientes del río Colorado después de atravesar zonas donde existen actividades potencialmente generadoras de metales y metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares.

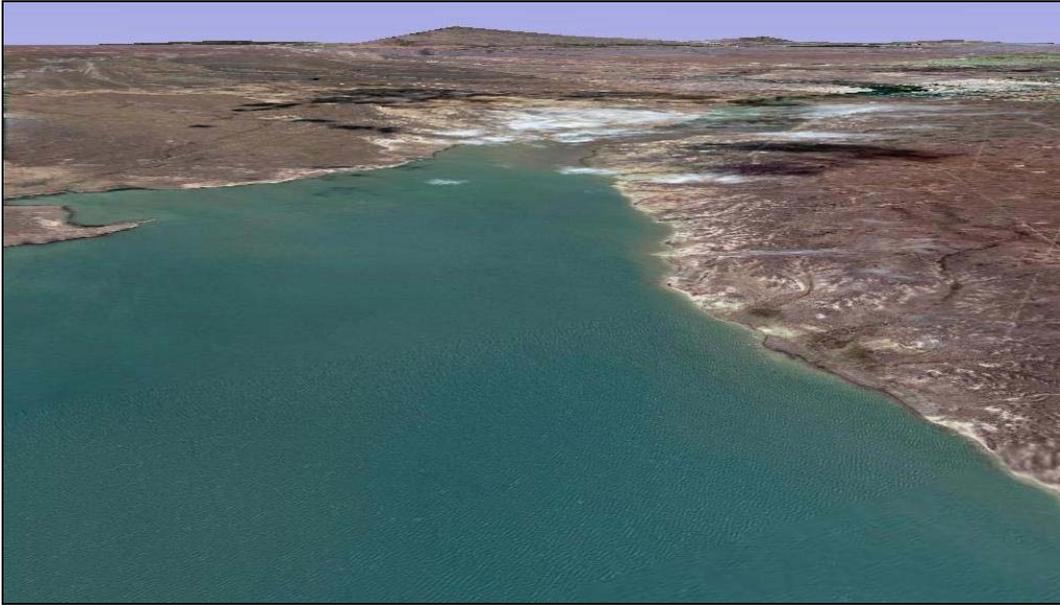


Fig. 3.10 – Área de la cola del embalse Casa de Piedra



Fig. 3.11 Estación cola del embalse Casa de Piedra

## 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 en la cola del embalse Casa de Piedra en septiembre de 2008, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (cola)				
	2004	2005	2006	2007	2008
Arsénico	5,7	6,0	5,0	9,5	5,9
Bario	146	279	157	334	304
Boro	8,5	58	54	72	23
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	56	105	54	91	51
Cobre	22	44	25	44	17
Cromo	23	38	15	21	11
Mercurio	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1	<1
Níquel	16	20	10	29	19
Plata	<1	24	6	<1	<1
Plomo	3,2	20	10	13	9,1
Selenio	0,7	0,7	0,6	0,2	0,3
Vanadio	56	191	67	160	122

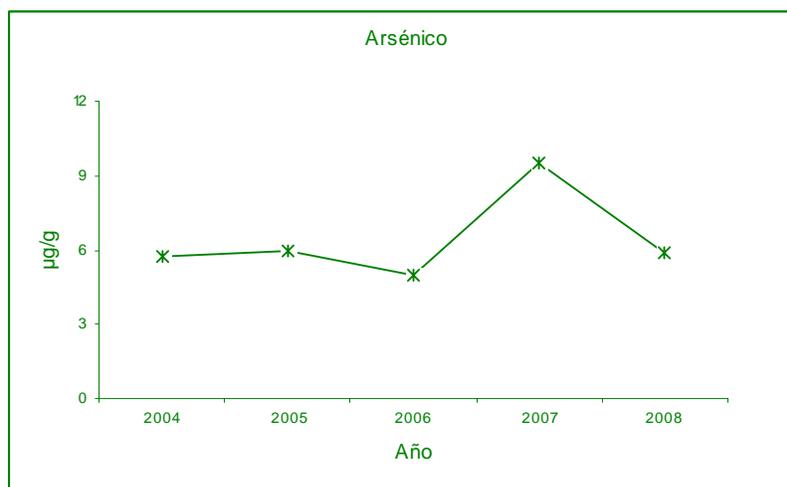


Fig. 3.12 – Variación temporal de la concentración de arsénico en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

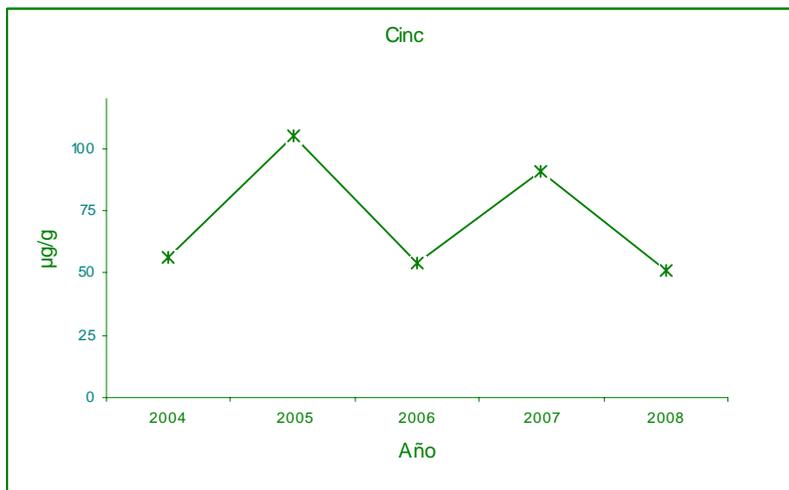


Fig. 3.13 - Variación temporal de la concentración de cinc en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

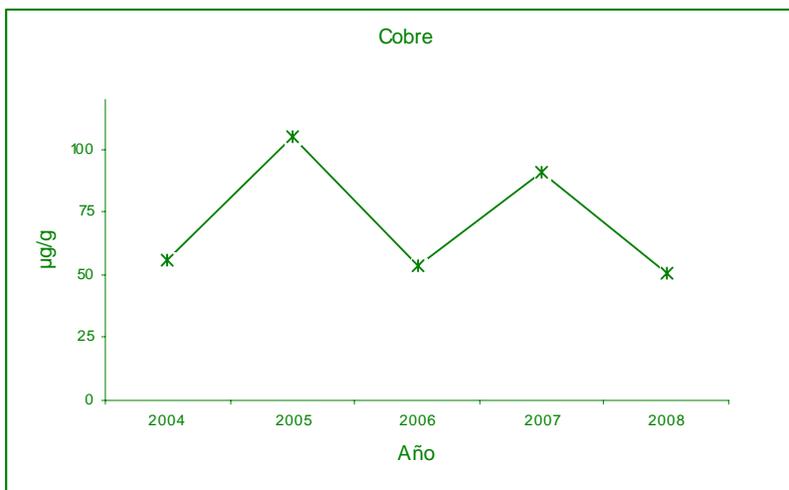


Fig. 3.14 - Variación temporal de la concentración de cobre en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

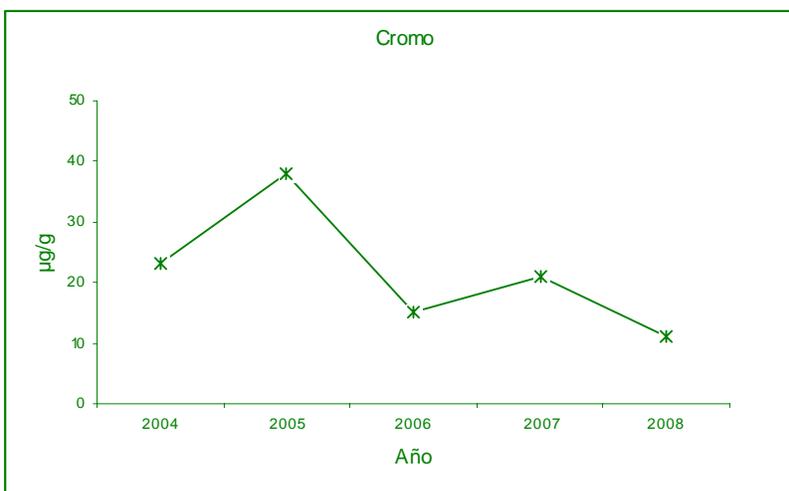


Fig. 3.15 - Variación temporal de la concentración de cromo en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

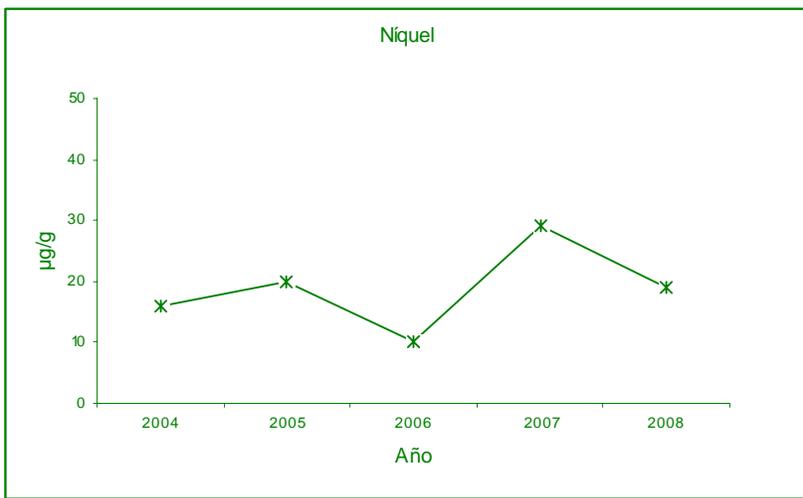


Fig. 3.16 - Variación temporal de la concentración de níquel en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

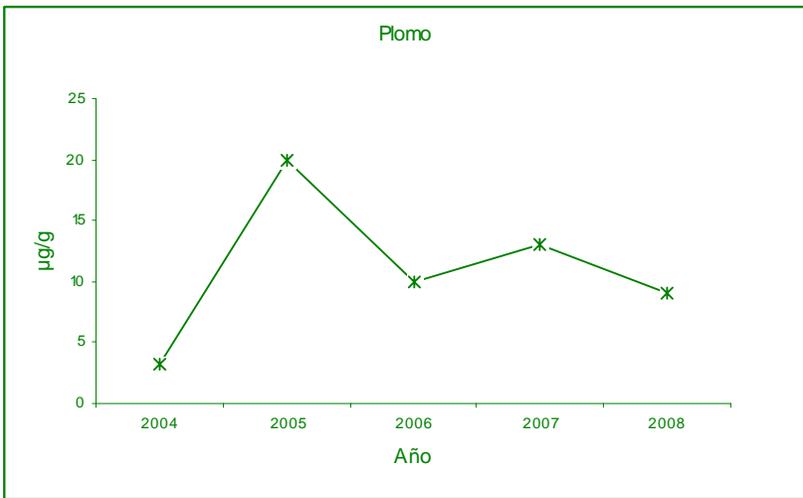


Fig. 3.17 - Variación temporal de la concentración de plomo en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

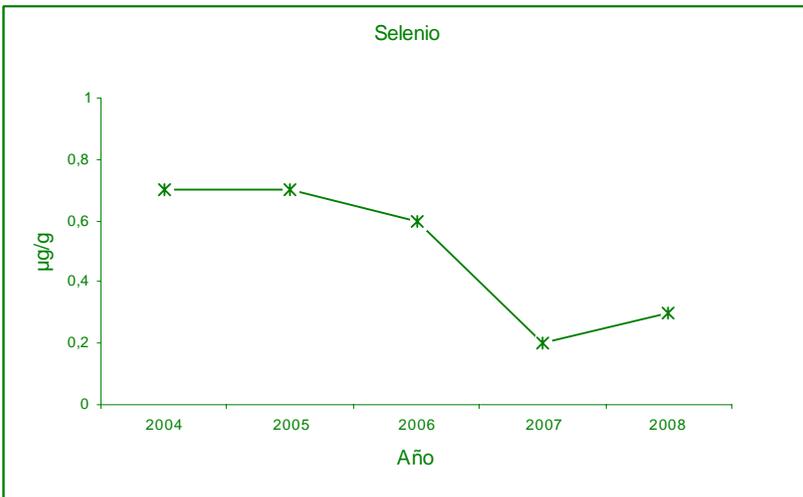


Fig. 3.18 - Variación temporal de la concentración de selenio en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (cola)

## Hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs)

Tabla 3.9. HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra en septiembre de 2008, en comparación con las concentraciones observadas en septiembre de 2004, marzo de 2005, julio de 2006 y mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (cola)				
	2004	2005	2006	2007	2008
Naftaleno	<LC	0,040	<LC	<0,010	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno/Antraceno	0,017	0,047	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	0,025	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	0,055	0,059	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	0,054	0,030	<0,030	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC (0,0007)
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0018
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	0,012	0,018	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC				<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<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

## Estación Toma del embalse Casa de Piedra

Estación 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. 3.19 – Area de la toma del embalse Casa de Piedra y restitución.



Fig. 3.20 – Estación toma embalse Casa de Piedra

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 en septiembre de 2004, marzo de 2005 y julio de 2006.

Metal/metaloides $\mu\text{g/g}$	Embalse Casa de Piedra (toma)		
	2004	2005	2006
Arsénico	4,3	2,0	17
Bario	104	409	565
Boro	18	75	145
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	44	112	181
Cobre	18	42	85
Cromo	13	15	50
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1
Níquel	13	5,5	40
Plata	<1	102	5
Plomo	1,2	23	26
Selenio	0,8	0,6	2,0
Vanadio	95	252	225

Tabla 3.11 - 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 en mayo de 2007.

Metal/metaloides ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (toma)								
	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 3.12 - 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 en septiembre de 2008

Metal/metaloides $\mu\text{g/g}$	Embalse Casa de Piedra								
	2008								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Arsénico	12	11	11	3,9	12	11	4,4	11	11
Bario	219	222	213	128	228	215	144	222	232
Boro	78	88	88	15	77	94	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	19	33	17	8,0
Cobre	36	34	34	10	34	33	11	35	33
Cromo	15	15	15	8,7	15	15	9,5	15	15
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	27	27	26	13	27	26	13	27	26
Plata	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1
Plomo	9,5	11	12	3,9	13	12	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	217	174	219	222

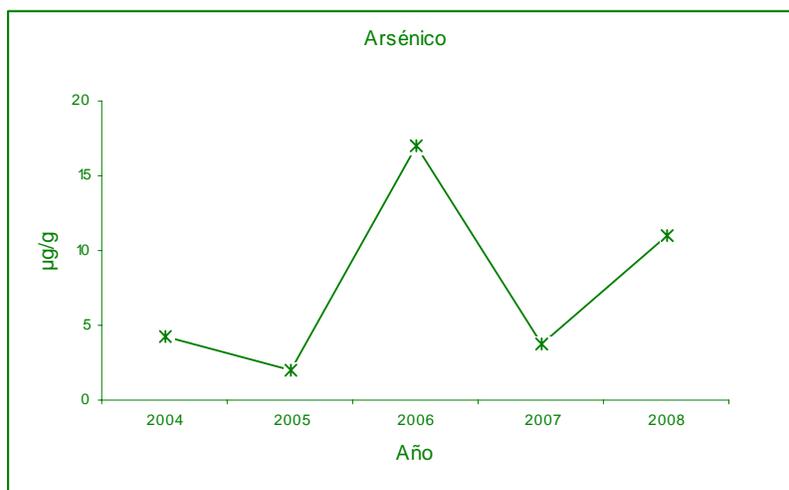


Fig. 3.21 - Variación temporal de la concentración de arsénico en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

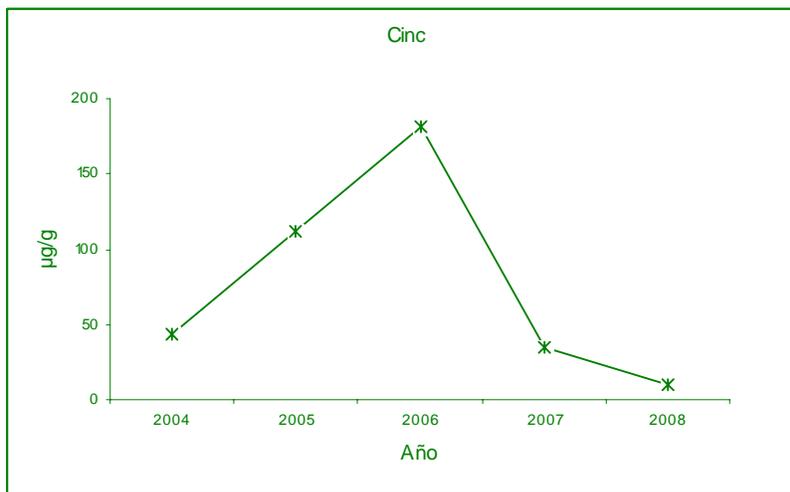


Fig. 3.22 – Variación temporal de la concentración de cinc en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

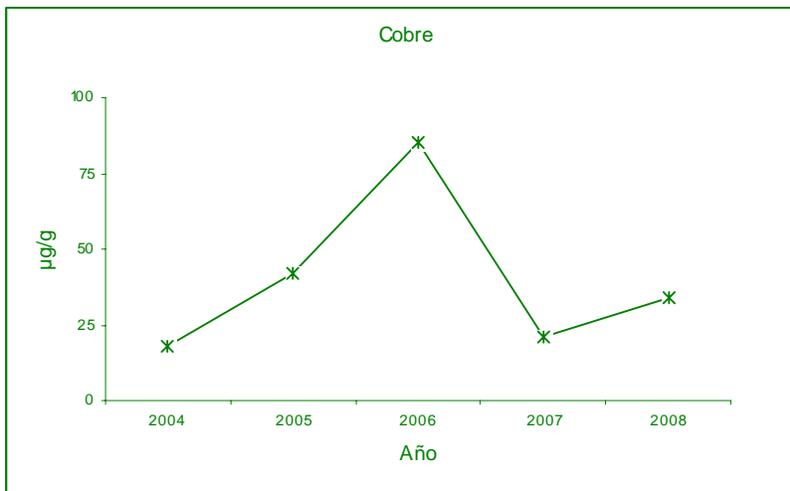


Fig. 3.23 – Variación temporal de la concentración de cobre en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)



Fig. 3.24 – Variación temporal de la concentración de cromo en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

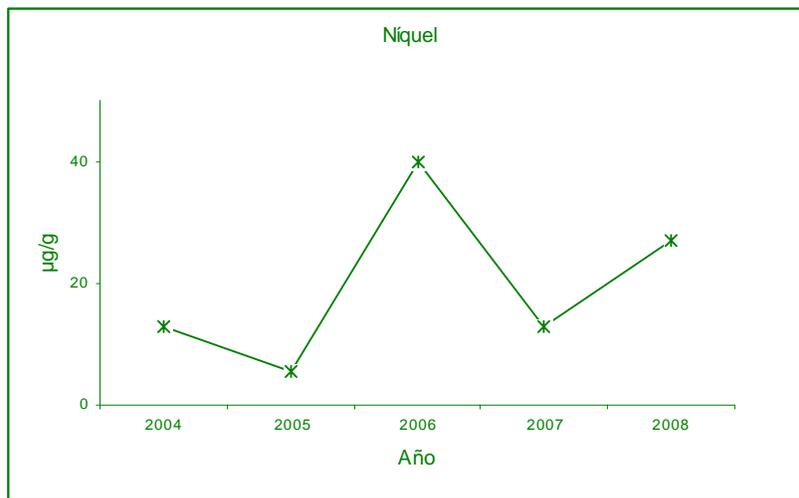


Fig. 3.25 - Variación temporal de la concentración de níquel en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

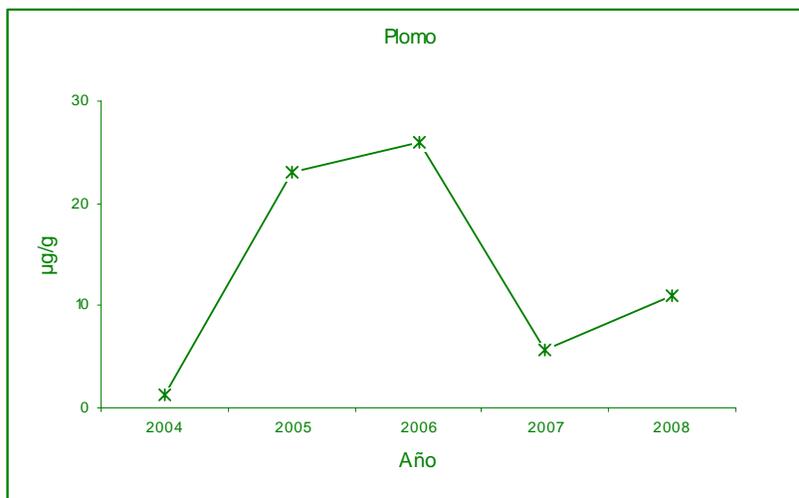


Fig. 3.26 - Variación temporal de la concentración de plomo en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

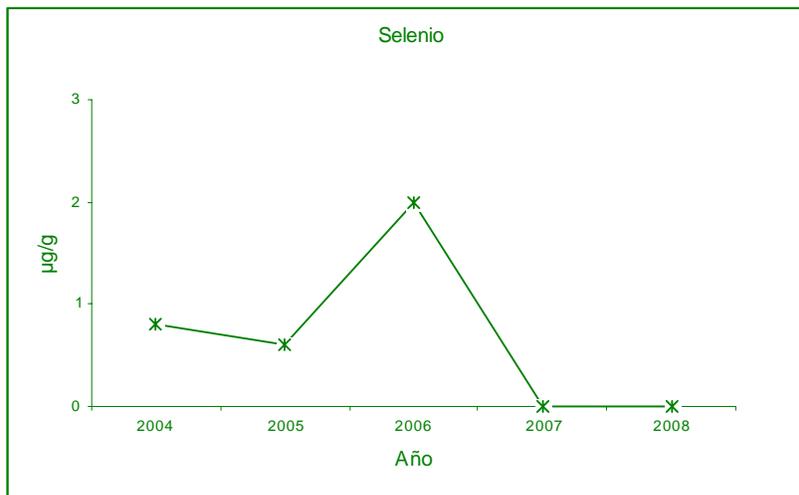


Fig. 3.27 - Variación temporal de la concentración de selenio en sedimentos de fondo extraídos en el embalse Casa de Piedra (toma)

Metales/metaloideos en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas)



Fig. 3.28 Ubicación de las transectas para el muestreo de sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra.

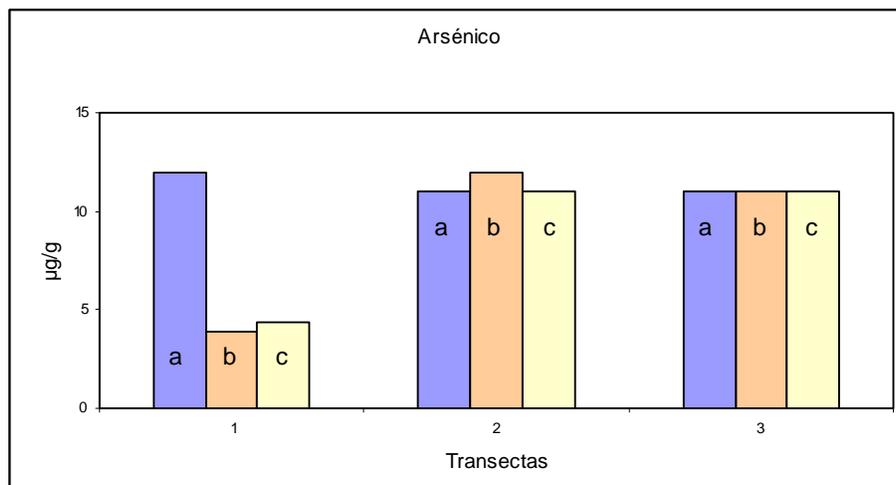


Fig. 3.29 Concentración de arsénico en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

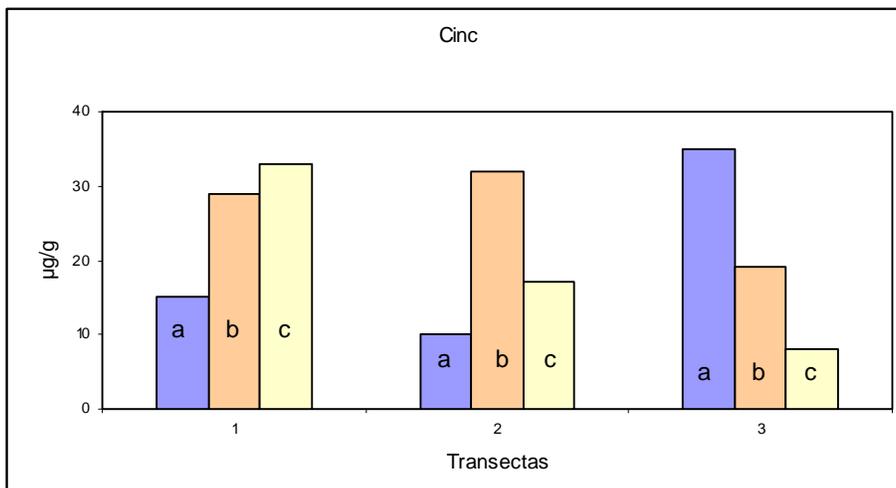


Fig. 3.30 Concentración de cinc en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

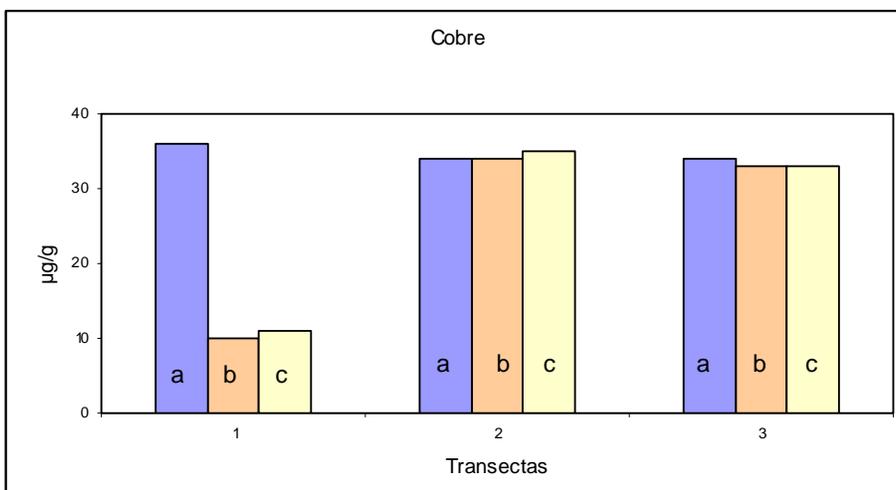


Fig. 3.31 Concentración de cobre en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

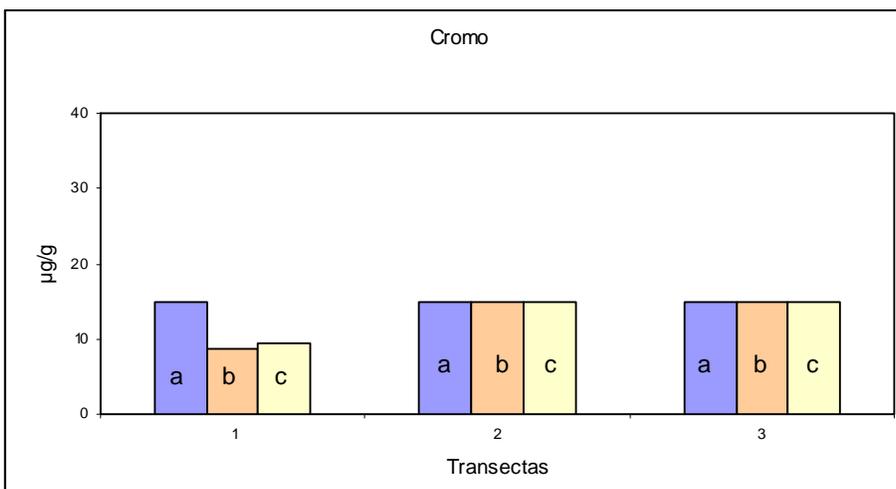


Fig. 3.32 Concentración de cromo en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

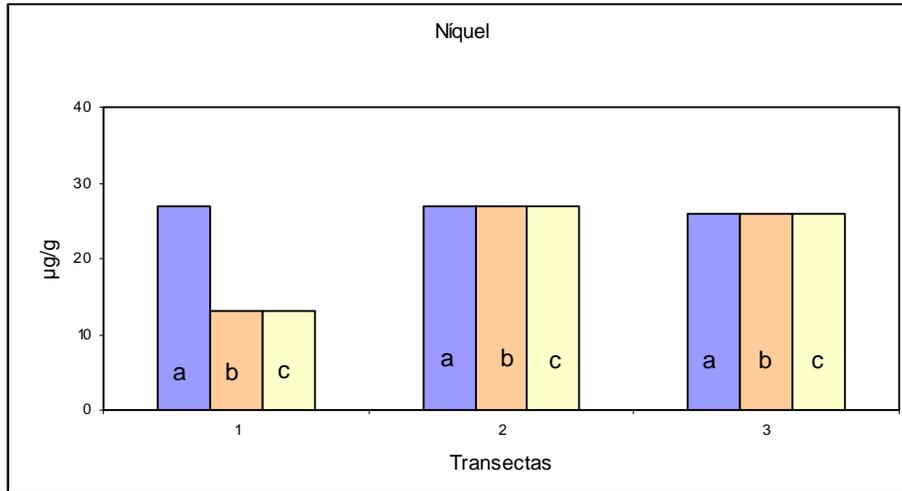


Fig. 3.33 Concentración de níquel en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

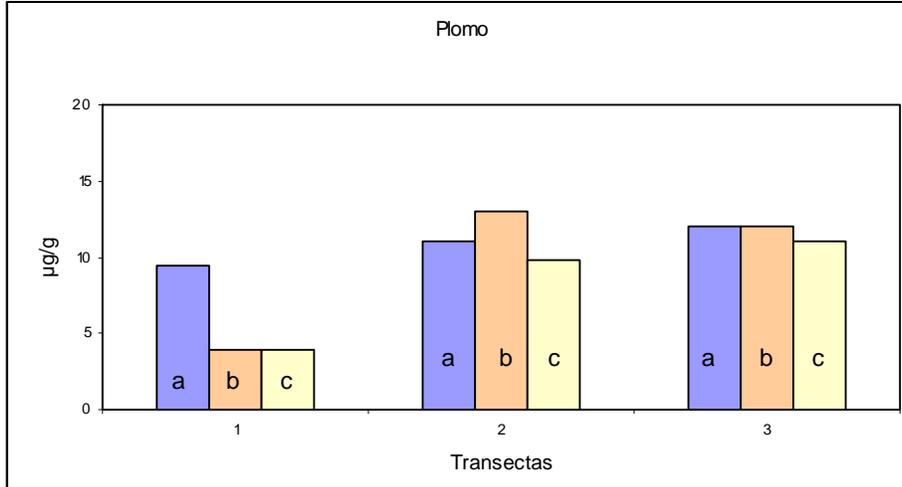


Fig. 3.34 Concentración de plomo en sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse Casa de Piedra (transectas) – Año 2008

Tabla 3.13 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra en septiembre de 2004, marzo de 2005 y julio de 2006

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (toma)		
	2004	2005	2006
Naftaleno	<LC	0,029	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	0,036	<LC
Fenantreno/Antraceno	<LC	0,159	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	<LC	0,154	0,035
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	0,230	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC
Criseno + Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]perileno	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC

Tabla 3.14 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra en mayo de 2007.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra								
	2007								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	0,0176	0,0106	<0,010	0,0101	<0,010
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<0,010	<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/Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilnaftaleno	0,058	<0,030	<0,030	<0,030	0,070	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Metilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,0325	<0,030	<0,030	<0,030
Fluoranteno	<LC	<0,010	<LC	<LC	<0,010	0,0315	<LC	<0,010	<0,010
Pireno	<LC	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno + 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

Tabla 3.15 – HAPs en sedimentos de fondo ( $\mu\text{g/g}$  peso seco) extraídos en la toma del embalse Casa de Piedra en septiembre de 2008.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (toma)								
	2008								
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
Naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<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/ Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	0,009	0,0083	0,0094	<LC (0,0031)	0,0075	0,0091	<LC (0,0027)	<LC (0,0049)	0,0062
Dimetilnaftaleno	0,0433	0,0461	0,0398	0,0094	0,0381	0,0398	0,0122	0,025	0,0318
Metilfenantreno	<LC (0,0008)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC (0,0014)	0,0017	<LC	<LC (0,001)	0,0019	<LC (0,0008)	<LC (0,0006)	<LC (0,0005)
Pireno	<LC (0,0007)	0,0024	0,0016	<LC	<LC (0,0012)	0,002	<LC (0,0008)	<LC (0,0011)	<LC (0,001)
Benzo[b+k] fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0,003	<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] antra ceno	<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

En el ciclo 2008 fueron observadas concentraciones de metales y metaloides en la fracción recuperable total de los sedimentos de fondo extraídos agua abajo de Puesto Hernández (Tabla 3.6) en general similares a las observadas en muestreos de años anteriores. Para ciertos elementos como cromo y selenio se insinuó una tendencia sostenida a la disminución de las respectivas concentraciones (Tabla 3.6 y Figs. 3.6 y 3.9)

En el embalse Casa de Piedra (cola), los metales y metaloides también mostraron en general niveles similares a los de años anteriores (Tabla 3.8), revirtiéndose en la mayoría de los casos la tendencia al aumento que se había observado en los ciclos precedentes. Solamente para selenio, se registró en este sitio una tendencia sostenida a la disminución de las concentraciones.

En el área de la toma del embalse (Tabla 3.12), se observaron concentraciones ligeramente superiores a las registradas en el año 2007 para arsénico, cromo, níquel y plomo. En tanto que cinc mostró valores inferiores a los observados en el año 2007. No hubo detección de selenio, exhibiendo una tendencia sostenida a la disminución de sus concentraciones con respecto a años anteriores. Los restantes metales y metaloides presentaron niveles similares a los del año 2007. En el ciclo 2008 no hubo detección de HAPs en los sedimentos de fondo extraídos en el río Colorado, aguas abajo de puesto Hernández. La única excepción fue la detección de una concentración muy baja, ligeramente superior al límite de

cuantificación, de criseno (Tabla 3.7). Esta situación es similar a la observada en años anteriores.

En la cola del embalse Casa de Piedra, también la situación general en el presente ciclo fue de no detección de HAPs. La excepción la constituyó una detección de pireno, en una concentración situada en el límite de cuantificación. (Tabla 3.9)

En el muestreo de sedimentos llevado a cabo en transectas en la toma del embalse, se detectó en todos los sitios, la presencia de metil y dimetilnaftalenos. En menor grado, se detectó la presencia de fluoranteno, pireno (en la mayor parte de los casos por debajo del límite de cuantificación) y, en una única oportunidad, criseno.

Con fines comparativos, en el Anexo V se ha incluido el registro de resultados obtenidos en la totalidad de los períodos de estudio llevados a cabo con anterioridad al presente (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006 y 2007).

### 3.5.3 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 Guidelines* (CCME 2002) los cuales figuran en las Tablas 3.16 y 3.17.

Tabla 3.16 -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)	Nivel de Efecto Probable (µg/g)
Arsénico	5,9	17,0
Cadmio	0,6	3,5
Cinc	123,0	315,0
Cobre	35,7	197,0
Cromo	37,3	90,0
Mercurio	0,170	0,486
Plomo	35,0	91,3

<sup>(1)</sup> *Canadian Environmental Quality Guidelines, CCME, 2002*

Tabla 3.17. Valores guía de HAPs para la calidad de los sedimentos de aguas dulces para la protección de la vida acuática (CCME 2002)

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

Los resultados de los análisis de metales/metaloideos presentes en la fracción recuperable total en muestras de sedimentos de fondo extraídas en el río Colorado aguas abajo de Puesto Hernández y en la cola del embalse Casa de Piedra, mostraron para todos los elementos investigados, que sus concentraciones eran inferiores a los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática.

En la toma del embalse, en el muestreo llevado a cabo en tres transectas, se observó que, a excepción del arsénico, las concentraciones del resto de los metales y metaloideos investigados no superaban los respectivos valores guía para la protección de la vida acuática. Los niveles de arsénico, en todos los casos, superaron ligeramente el valor guía pero no el nivel de efecto probable.

Los ensayos ecotoxicológicos llevados a cabo con sedimentos de fondo extraídos en el sector de la toma del embalse (Sección 3.7), aportan ulterior información acerca de la significación de las concentraciones de metales y metaloideos (en este caso arsénico) que superan los respectivos valores guía para protección de la vida acuática.

El análisis de HAPs en sedimentos de fondo, puso de manifiesto detecciones muy aisladas de estas sustancias en el río Colorado (aguas abajo de Puesto Hernández) y en el embalse Casa de Piedra (cola y toma), en concentraciones inferiores a los respectivos valores guía. Para dimetilnafteleno aún no han sido derivados los correspondientes valores guía para protección de la vida acuática.

### 3.7 Ensayos ecotoxicológicos con sedimentos de fondo

(Tomado de Tortorelli, María del Carmen; Alberdi, José Luis; Saenz, María Elena; 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 2008, Subprograma Calidad del Medio Acuático - Informe de Resultados, octubre de 2008).

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 catalasa.

#### 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 (cola y 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 500 µm 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 control y tratados, a efectos de analizar las diferencias en el crecimiento como consecuencia de la exposición a los sedimentos evaluados.

En la Tabla 3.18 figuran los resultados obtenidos para las variables de ensayo seleccionadas (porcentaje de mortalidad y longitud total media) como resultado de la exposición durante 10 días de una población de *Hyalella curvispina* a muestras de sedimento entero (100%) extraídas aguas abajo de puesto Hernández y en el embalse Casa de Piedra en las estaciones Toma y Cola en el mes de septiembre de 2008.

Tabla 3.18. 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, 3a y 2c) y Cola del embalse Casa de Piedra en el mes de septiembre de 2008.

Muestra	Mortalidad (%)	Longitud Total (µm)
Control <sup>1</sup>	7,5 (±2,89)	1138,25 (±79,97)
Puesto Hernández	8,75 (±2,5)	1118,5 (±79,97)
Cola del embalse Casa de Piedra	6,25 (±2,5)	1108,25(±154,01)
Toma del embalse Casa de Piedra (1a)	6,25 (±2,5)	1144,75 (±154,01)
Toma del embalse Casa de Piedra (3a)	8,75 (±2,5)	1140 (±77,89)
Toma del embalse Casa de Piedra (2c)	6,5 (±2,5)	1055 (±52,60)

<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.

Los valores presentados en la Tabla 3.18 han evidenciado la ausencia de diferencias significativas entre los valores de crecimiento, medidos como longitud total, registrados como resultado de la exposición de una población de *Hyalella curvispina*, durante 10 días a las muestras de sedimento entero correspondientes a las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse Casa de Piedra y Cola del embalse Casa de Piedra, extraídas en el mes de septiembre de 2008, en relación con los controles (ANOVA de un factor - *Dunnnett*,  $p \leq 0,05$ ).

Por lo tanto, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos de los sedimentos analizados correspondientes a los sitios antes señalados, respecto del crecimiento, medido como longitud total, de las poblaciones de *Hyalella curvispina* expuesta durante 10 días en las condiciones de los ensayos.

### 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).

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 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 embalse Casa de Piedra en el mes de septiembre de 2008.

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, Toma del embalse y Cola del embalse. Los ensayos se llevaron a cabo por duplicado.

Los ensayos de toxicidad se llevaron a cabo 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 fotoperíodo 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. 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 3.19.

Tabla 3.19. Proporción de hojas nuevas (%) 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, Toma y Cola del embalse Casa de Piedra (septiembre de 2008). Los resultados para cada muestra representan el promedio de 2 réplicas por tratamiento.

Muestra	Tasa de crecimiento relativa (TCR)	Contenido de clorofila <i>a</i> (mg/g, peso fresco)
Control <sup>1</sup>	7,8 (±0,4)	322,0 (±11,0)
Puesto Hernández	7,5 (±0,8)	318,2 (±8,2)
Toma del embalse 1 <sup>a</sup>	5,4 (±0,3)*	301,1 (±7,4)
Toma del embalse 2c	6,9 (±1,2)	298,0 (±15,7)

Tabla 3.19. Continuación

Muestra	Tasa de crecimiento relativa (TCR)	Contenido de clorofila <i>a</i> (mg/g, peso fresco)
Toma del embalse 3a	7,1 (±1,6)	291,0 (±13,8)
Cola del embalse	6,8 (±1,5)	280,2 (±10,1)

<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 proporción de hojas nuevas (%) y contenido de clorofila *a* alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

\* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los valores presentados en la Tabla 3.19 han evidenciado la ausencia de diferencias significativas entre la proporción de hojas nuevas (%) y el contenido de clorofila *a*, registrados como resultado de la exposición de una población de *Vallisneria spiralis*, durante 10 días a las muestras de sedimento entero correspondientes a las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse Casa de Piedra (2c y 3a) y Cola del embalse Casa de Piedra, extraídas en el mes de septiembre de 2008, en relación con los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Por lo tanto, no se han registrado efectos ecotóxicos significativos de los sedimentos analizados correspondientes a los sitios antes señalados, sobre la generación de hojas nuevas y el contenido de clorofila *a*, de la población de *Vallisneria spiralis* expuesta durante 10 días en las condiciones de los ensayos.

No obstante, los valores reportados en la Tabla 3.19 evidencian diferencias significativas entre la tasa de crecimiento relativo del control y las plantas incubadas en los sedimentos provenientes de la estación Toma embalse 1a (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ). En este caso la inhibición del crecimiento respecto al control fue del 30%.

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

Adicionalmente, se determinó la actividad enzimática de guaiacol peroxidasa y catalasa en ejemplares de *Vallisneria spiralis* expuestos a las muestras de sedimentos evaluadas.

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).

La actividad catalasa 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 3.20.

Tabla 3.20 Actividad guaicol peroxidasa (milimoles de guaicol catalizado por minuto de reacción por mg de proteína) luego de la exposición durante 10 días de *Vallisneria spiralis* a muestras de sedimento entero proveniente de las diferentes estaciones (septiembre de 2008).

Muestra	Actividad guaicol peroxidasa (Mm Guaicol/min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	0,12 (0,05) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	0,13 (±0,005)
Toma del embalse 1a	0,42 (±0,06)*
Toma del embalse 2c	0,10 (±0,03)
Toma del embalse 3a	0,18 (±0,06)
Cola del embalse	0,15 (±0,07)

<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 alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición. \* Significativamente diferente de los controles (ANOVA de una vía con test de Dunnett,  $p \leq 0,05$ ).

Los resultados registrados en la Tabla 3.20 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad guaicol peroxidasa para la muestra de sedimento entero de las estaciones Río Colorado-Puesto Hernández, Toma del embalse 2c, Toma del embalse 3a y Cola del embalse Casa de Piedra respecto de los controles no expuestos. Los mismos resultados muestran la existencia de una diferencia significativa (ANOVA de un factor con test de Dunnett,  $p < 0,05$ ) entre los valores de actividad guaicol peroxidasa observada en los ejemplares expuestos al sedimento entero de la estación Toma embalse 1a con respecto de los controles no expuestos.

En la Tabla 3.21 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de la actividad catalasas.

Tabla 3.21 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 2008).

Muestra	Actividad catalasas (Mm H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /min/mg proteína)
Control <sup>1</sup>	90,9 (±10,8) <sup>2</sup>
Puesto Hernández	84,50 (±8,1)
Toma del embalse 1a	85,10 (±9,8)
Toma del embalse 2c	75,75 (±8,5)
Toma del embalse 3a	66,6 (±14,1)
Cola del embalse	79,3 (±10,1)

<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 alcanzado a una concentración del 100% de la muestra o control analizado, luego de 10 días de exposición.

Los resultados registrados en la Tabla 3.21 permiten observar la ausencia de diferencias significativas (ANOVA de un factor con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ) entre los valores de la actividad catalasas de los ejemplares expuestos al sedimento entero de las estaciones Río Colorado-Puesto Hernandez, Toma del embalse 1a, Toma del embalse 2c, Toma del embalse 3a y Cola del embalse Casa de Piedra respecto de los controles no expuestos.

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 y 2007).

### 3.7.6 Discusión

De los resultados expuestos surgen las siguientes conclusiones:

- En las condiciones de los ensayos, no se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles sobre la sobrevivencia y crecimiento (medido como longitud total media) 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 la estación Río Colorado-Puesto Hernández, Toma embalse 1a, 2c y 3a y Cola de embalse (ANOVA de una vía con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ) en el mes de septiembre de 2008.

- 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 y 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 en las estaciones Puesto Hernández, Toma del embalse 3a y 2c y Cola del embalse, en el mes de septiembre de 2008 (ANOVA de una vía con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos, se han registrado efectos ecotóxicos crónicos significativos, en relación a los controles, sobre la generación de hojas nuevas y 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 en la estación Toma del embalse 1a, en el mes de septiembre de 2008 (ANOVA de una vía con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos no se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaicol 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, Toma de embalse 2c y 3ª y Cola de embalse, en el mes de septiembre de 2008 (ANOVA de una vía con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ).
- En las condiciones de los ensayos se han registrado efectos significativos sobre la actividad enzimática guaicol peroxidasa, 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 la estación Toma de embalse 1a, en el mes de septiembre de 2008 (ANOVA de una vía con test de Dunnet,  $p < 0,05$ ).

## 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.
- 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*

Hoja en Blanco

# 4

## SUSTANCIAS TÓXICAS EN MÚSCULO DE PECES

---

### 4.1 Introducción

### 4.2 Estaciones de monitoreo

### 4.3 Metodología de muestreo

### 4.4 Metodologías analíticas

#### 4.4.1 Análisis de hidrocarburos aromáticos polinucleares y alifáticos

##### 4.4.1.1 *Técnica y métodos analíticos*

##### 4.4.1.2 *Calidad analítica*

### 4.5 Resultados

### 4.6 Límites para el consumo humano

### 4.7 Discusión

### Referencias

Hoja en Blanco

#### 4.1 Introducción

Las sustancias tóxicas que ingresan en el ambiente acuático, según sus propiedades, pueden sufrir diferentes destinos. En función de su solubilidad en agua o de su afinidad por el material particulado, entre otras características, pueden ser transferidas a los distintos compartimentos: columna de agua, sedimentos de fondo y biota acuática.

En los capítulos anteriores se han presentado los resultados del monitoreo de sustancias tóxicas en agua y la investigación de las mismas en sedimentos de fondo. En este capítulo se evaluará la presencia de dichas sustancias en músculo de especies de peces capturados en el sistema del río Colorado. El objetivo es verificar la existencia de un nivel significativo de acumulación que pudiera significar un riesgo para la salud humana a través de la ingesta de pescado.

De acuerdo con lo programado, las sustancias tóxicas consideradas son metales/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs). En el presente ciclo, a raíz de un accidente de laboratorio se produjo la pérdida de la totalidad de los datos correspondientes a metales/metaloides. Por lo tanto, en esta oportunidad, la evaluación solamente estará referida a la presencia de HAPs.

#### 4.2 Estaciones de monitoreo

Los muestreos de peces fueron llevados a cabo en sitios seleccionados en el río Colorado (Desfiladero Bayo) y en el embalse Casa de Piedra (cola). El primer sitio es representativo de una zona de explotación petrolera y el segundo, un lugar potencial de acumulación de contaminantes.

#### 4.3 Metodología de muestreo

*(Sauval, R. H., Muestreo de Peces en Río Colorado – Desfiladero Bayo y Embalse Casa de Piedra, Período Septiembre de 2008)*

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 principalmente dos métodos de pesca: redes agalleras y *casting net* (red de voleo)

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.

En el río (Desfiladero Bayo), dadas las dificultades ocasionadas por el bajo nivel de las aguas y a los pobres resultados de años anteriores, se optó por

reemplazar la pesca con redes agalleras por pescas activas con casting net (red de voleo).

En el embalse Casa de Piedra se realizaron pescas en dos sitios en el área adyacente a la cola del embalse, ambos en cercanías del Club de Pesca de Catriel, sobre izquierda. En cada sitio se caló una batería completa.

En Casa de Piedra, se realizó el calado de las redes al atardecer y se dejaron durante dos noches. Durante el día se recorrieron las mismas varias veces para extraer los ejemplares capturados.

En la estación Desfiladero Bayo, en sectores de aguas someras, se empleó *casting net*.

Con este arte de pesca se obtuvieron capturas de ejemplares pequeños de pejerrey bonaerense, perquita espinuda y perca bocona juvenil. También se capturaron bagres otunos y de torrente, los que fueron medidos, pesados y devueltos inmediatamente a su hábitat pues no eran de utilidad para los análisis requeridos.

En la presente campaña se capturaron 105 peces en total (65 en el río Colorado y 40 en el embalse Casa de Piedra).

Una vez obtenidos los ejemplares fueron medidos (largo total) y pesados (peso fresco total). En base a estos parámetros fueron seleccionados los individuos de cada especie que compondrían los lotes a analizar. Éstos variaron en número de ejemplares de acuerdo a las características de la captura lograda. Cuando se obtuvieron menos de 20 individuos de la especie se disecó la totalidad de los mismos, exceptuando a los ejemplares muy pequeños. En los casos en que se pescaron más de 20 piezas, se obtuvieron submuestras con peces de tamaño intermedio y lo más homogénea posible.

Inmediatamente después de pesarlos se realizó la disección de cada pieza extrayendo dos porciones de los paquetes musculares dorsales (axiales) mediante la utilización de cuchillos de material plástico para aquellos destinados a la determinación de metales y metaloides y con bisturí para los destinados a la determinación de HAPs.

Las porciones de músculo dorsal de cada especie íctica fueron envasadas en bandejas de aluminio o papel de dicho material (análisis de HAPs) y en bolsas de polietileno (análisis de metales y metaloides). Todos los elementos de envasado utilizado fueron acondicionados previamente según lo indicado en el Procedimiento Operativo Estándar PO P001.

Las muestras fueron colocadas en conservadoras portátiles conteniendo hielo seco (-22°C) y luego fueron almacenadas en *freezer* hasta su envío a los respectivos laboratorios.

En la Tabla 4.1 figura el detalle de las especies obtenidas en cada estación en la campaña de septiembre de 2008 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.

Tabla 4.1 – Especies de peces capturadas en la campaña de muestreo de Septiembre de 2008 y número de ejemplares a los cuales se les extrajo una porción de músculo dorsal.

Estación	Nombre común	Nombre científico
Desfiladero Bayo (río Colorado)	Perquita espinuda (19) Pejerrey Bonaerense (13)	<i>Percichthys altispinis</i> <i>Odontesthes bonariensis</i>
Embalse Casa de Piedra (cola)	Pejerrey bonaerense (20) Carpa (8) Trucha marrón (1)	<i>Odontesthes bonariensis</i> <i>Ciprynus Carpio</i> <i>Salmo trutta</i>

Como puede apreciarse en la Tabla 4.1, en el muestreo de septiembre de 2008, 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*, 2008). 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 y 2008).

#### 4.4 Metodologías analíticas

##### 4.4.1 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).

###### 4.4.1.1

Las muestras de músculo de los diferentes ejemplares fueron homogeneizadas, tomándose de cada una porciones representativas. Se efectuó una extracción de las alícuotas de muestras con diclorometano por sonicación durante tres horas.

Las fracciones de diclorometano para cada muestra se pasaron por una columna de alúmina con el fin de eliminar la mayor parte de la materia grasa disuelta. Luego, las columnas se enjuagaron con porciones frescas de diclorometano y las fases orgánicas se evaporaron a presión reducida para eliminar el solvente, retomando luego en 1 mL de diclorometano. Se inyectó en el cromatógrafo 1 µL para cada ensayo (dos distintos para cada muestra: cualitativo de identificación y cuantitativo para HAPs).

#### 4.4.1.2 Calidad analítica

La calidad analítica fue evaluada mediante el análisis de una muestra fortificada con un estándar de HAPs. Para ello se tomó una porción de 1 mL de extracto de músculo dorsal de perquita espinuda, correspondiente a 10,0215 g y se le agregó un pequeño volumen de estándar (100µL) equivalente a 2 µg de cada HAP. El estándar contenía 20 µg/mL de naftaleno, metilnaftalenos, acenaftileno, dimetilnaftalenos, acenafteno, fluoreno, fenantreno, metilfenantrenos, dimetilfenantrenos, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[a]antraceno, criseno, benzo [b] y [k], benzo[a]pireno, dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno e indeno[c,d]pireno.

En la Tabla 4.2 se muestran los porcentajes de recuperación obtenidos para cada HAP.

Tabla 4.2 – Porcentajes de recuperación de HAPs en una muestra de músculo de perquita espinuda capturada en Desfiladero Bayo en septiembre de 2008 fortificada con un estándar de 20 µg/mL

HAP	% Recuperación <sup>(1)</sup>
Naftaleno	75
Acenaftileno	91
Acenafteno	96
Fluoreno	96
Fenantreno	97
Antraceno	98
Fluoranteno	95
Pireno	95
Benzo[b+k]fluoranteno	94
Criseno	96
Benzo[a]antraceno	91
Benzo[a]pireno	92
Dibenzo[a,h]antraceno	80
Benzo[g,h,i]perileno	82
Indeno[c,d]pireno	84

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

#### 4.5 Resultados

En las Tablas 4.3 y 4.4 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de HAPs en músculo dorsal de las especies capturadas y muestreadas.

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 y 2006-2007 (COIRCO 2001, 2002, 2003, 2004, 2006; 2008; Alcalde *et al.* 2000, 2003, 2005; Perl 2000, 2002).

Río Colorado (área cercana al puente de Desfiladero Bayo) (S 37° 21' 56"  
– O 69° 00' 55")



Estación representativa de un área ubicada aguas abajo de una zona de importante actividad petrolífera



Tabla 4.3 – Concentraciones de HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) halladas en el músculo dorsal de diferentes especies de peces capturadas en el sistema del río Colorado en septiembre de 2008.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Desfiladero Bayo (río Colorado)	
	Perquita espinuda (19)	Pejerrey bonaerense (13)
Naftaleno	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC
Fluoreno	<LC (0,0014)	<LC
Fenantreno	<LC	<LC (0,0018)
Antraceno	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC	<LC (0,0014)
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC (0,0012)	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC (0,0013)	<LC
Pireno	<LC (0,0028)	<LC
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC
Criseno + benzo[a]antraceno	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC
Benzo[g,h,i]perileno	<LC	<LC
Indeno[c,d]pireno	<LC	<LC

LC (límite de cuantificación): 0,005  $\mu\text{g/g}$ ; para naftaleno y metilnaftalenos: 0,010  $\mu\text{g/g}$ ; Para dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos: 0,030  $\mu\text{g/g}$ .

Embalse Casa de piedra (cola) (Sitio 1: S 38° 12' 44" - O 67° 39' 10" –  
Sitio 2: S 38° 12' 14" O 67° 37' 29")



Sitio 1: zona de pesca con redes en la margen derecha del embalse, en  
cercanías del embarcadero (S 38° 12' 35" O 67° 39' 29")  
Sitio 2: zona de pesca con redes en la margen izquierda del embalse, distante  
2,73 km en línea recta desde el embarcadero (S 38° 12' 35" O 67° 39' 18")



Tabla 4.4 -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 (cola) en Septiembre de 2008.

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Embalse Casa de Piedra (cola)		
	Pejerrey bonaerense (20)	Carpa (8)	Trucha marrón (1)
Naftaleno	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC (0,0015)
Fenantreno	<LC	<LC (0,0022)	<LC (0,0045)
Antraceno	<LC	<LC	<LC
Metilnaftaleno	<LC (0,0034)	<LC	<LC (0,0017)
Dimetilnaftaleno	<LC	<LC	<LC
Metilfenantreno	<LC (0,0024)	<LC	<LC
Dimetilfenantreno	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC (0,0018)	<LC (0,0012)	<LC (0,0017)
Pireno	<LC	<LC (0,0028)	0,0051
Benzo[b+k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC (0,002)	<LC	<LC
Criseno	0,0071	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC
Benzo[g,h,i]perileno	<LC	<LC	<LC
Indeno[c,d]pireno	<LC	<LC	<LC

LC (límite de cuantificación): 0,005  $\mu\text{g/g}$ ; para naftaleno y metilnaftalenos: 0,010  $\mu\text{g/g}$ ; Para dimetilnaftalenos, metilfenantrenos y dimetilfenantrenos: 0,030  $\mu\text{g/g}$ .

En el río Colorado (Desfiladero Bayo), no fue detectado ningún miembro del grupo en el músculo dorsal de las especies capturadas (Tabla 4.3).

En el embalse Casa de Piedra, a excepción de una detección de criseno en pejerrey bonaerense y otra de pireno en trucha marrón (Tabla 4.4), no hubo detección de HAPs en el músculo dorsal de las especies de peces investigadas.

#### 4.6 Límites para el consumo humano

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

Por las razones expuestas anteriormente, en el presente ciclo no se dispone de datos acerca de la presencia de metales/metaloideos en músculo de peces del sistema del río Colorado.

En relación con los HAPs, la situación general fue de no detección en las muestras de diferentes especies capturadas. Las dos únicas detecciones, las cuales tuvieron lugar en el embalse Casa de Piedra, fueron de miembros del grupo que por la concentración en que fueron hallados no involucraban un riesgo para la salud humana. Por lo tanto, como resultado del presente estudio no surge la necesidad de recomendar restricciones al consumo de pescado en relación con la presencia de este tipo de sustancias.

## 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.
- De la Canal y Asociados, 2003, Código Alimentario Argentino 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*.
- 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
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Animal), 1994, *Normas sanitarias para los productos de la pesca*, Suplemento edición N° 76 de la revista REDES de la industria Pesquera Argentina.
- 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

En base a lo observado en el ciclo de estudio 2008, y teniendo presente que se mantiene un monitoreo ininterrumpido desde 1997 a través de muestreos mensuales de columna líquida, en al menos 8 estaciones, brindando información de tipo puntual o instantánea, sumada a la información para el diagnóstico que a través de los muestreos anuales de sedimentos de fondo y peces (analizando los músculos) como indicadores acumulativos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Calidad del agua

El agua mantiene su aptitud para su uso como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

- Calidad de los sedimentos de fondo

La investigación de metales/metaloideos y HAPs en sedimentos de fondo del río Colorado (Puesto Hernández) y del embalse Casa de Piedra (toma y cola) mostraron que las concentraciones de las diversas sustancias investigadas no superaron los respectivos valores guía o niveles de efecto probable. Por lo tanto, dichas sustancias no representaban un riesgo para el desarrollo de la vida acuática.

Los ensayos ecotoxicológicos crónicos evidenciaron, en general, la ausencia de efectos tóxicos crónicos, tanto en el río Colorado como en el embalse Casa de Piedra. A diferencia de años anteriores, los resultados obtenidos en la toma del embalse no mostraron, salvo en una muestra, efectos ecotóxicos crónicos significativos.

- Sustancias tóxicas en músculo de peces

En el año 2008, la investigación de hidrocarburos (HAPs) en las partes comestibles de las especies de peces capturadas en el río Colorado (Desfiladero Bayo) y en el embalse Casa de Piedra (cola), indicaron que los peces son aptos para el consumo humano.

Hoja en Blanco

# RECOMENDACIONES

- Continuar con el monitoreo de metales/metaloides e hidrocarburos en columna de agua con el fin de obtener una evaluación permanente de la calidad del agua en el sistema del río Colorado.
- Mantener los ensayos de ecotoxicidad crónica con agua del río Colorado en los sitios evaluados en el presente ciclo, como complemento del análisis químico.
- Mantener el monitoreo de metales/metaloides y HAPs y la realización de ensayos ecotoxicológicos en sedimentos de fondo en las estaciones muestreadas en el presente ciclo.
- Mantener el muestreo intensivo de sedimentos de fondo en el área de la toma del embalse con el fin de evaluar la evolución de los niveles de metales/metaloides y llevar a cabo ensayos ecotoxicológicos crónicos y evaluación de biomarcadores.
- 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/metaloides e hidrocarburos aromáticos polinucleares. Para estos últimos se debe procurar alcanzar límites de cuantificación más bajos que los empleados hasta el presente.
- Procurar llevar a cabo en el presente ciclo, en el curso de la campaña agrícola, la investigación de plaguicidas en columna de agua en sitios representativos de un área de aplicación.

Hoja en Blanco

## ANEXO I

### METALES Y METALOIDES EN COLUMNA DE AGUA

Hoja en Blanco

Tabla I. 1. Estación: CL 0

Latitud: S 36° 49' 04"

Longitud: O 69° 52' 14"

Descripción: río Barrancas altura puente Ruta Nacional N° 40

Año	Metal/metales (µg/L)									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	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
2003	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/metaloides ( $\mu\text{g/L}$ )									
	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
2004										
05/07	<5	<1	9 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/08	<5	<1	12 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/09	<5	<1	8 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	5 $\pm$ 1	<5	<2
11/10	<5	<1	21 $\pm$ 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 $\pm$ 1	<1	58 $\pm$ 4	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	7 $\pm$ 1	19 $\pm$ 3	<2
14/02	<5	<1	22 $\pm$ 3	<2	<1	<1	<10	<5	9 $\pm$ 1	<2
14/03	<5	<1	6 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/04	<5	<1	12 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
02/05	<5	<1	80 $\pm$ 5	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	10 $\pm$ 2	<5	<2
13/06	<5	<1	3 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
2006										
09/01/06	<5	<1	98 $\pm$ 9	15 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02/06	9 $\pm$ 1	<1	96 $\pm$ 9	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	6 $\pm$ 1	36 $\pm$ 2	<2
13/03/06	<5	<1	7 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/04/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05/06	<5	<1	3 $\pm$ 0,5	<2	<1	<1	<10	7 $\pm$ 1	<5	<2
12/06/06	<5	<1	5 $\pm$ 0,6	<2	<1	<1	<10	10 $\pm$ 1	<5	<2
10/07/06	<5	<1	6 $\pm$ 0,7	<2	<1	<1	<10	6 $\pm$ 0,6	<5	<2
07/08/06	<5	<1	17 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09/06	<5	<1	3 $\pm$ 1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10/06	<5	<1	15 $\pm$ 2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11/06	<5	<1	13 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<23
11/12/06	<5	<1	10 $\pm$ 1	8 $\pm$ 1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Estación CL0

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5	<1	18±2	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02/07	8±1	<1	50±5	3±1	<1	<1	<10	<5	30±2	<2
12/03/07	<5	<1	9±1	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04/07	<5	<1	8±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05/07	<5	<1	6±1	<2	<12	<1	<10	<5	<5	<2
11/06/07	<5	<1	5±	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07/07	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08/07	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09/07	<5	<1	10±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10/07	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11/07	<5	<1	23±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12/07	<5	<1	26±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 2. Estación: CL 1

Latitud: S 35° 51' 32"

Longitud: O 69° 48' 25"

Descripción: río Grande altura Bardas Blancas

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	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	11	16	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<10	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/06	<5	<1	12	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
13/08	<5	<1	14	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
29/10	<5	<1	9	2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
03/12	<5	<1	8	7	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	6	15	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	3	3	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	6	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
07/10	<5	<1	31	8	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/11	<5	<1	31	21	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	16	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
11/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	26	9	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	<2	6	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<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										
09/01/06	<5	<1	42±4	26±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02/06	<5	<1	19±2	16±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/03/06	<5	<1	8±1	10±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
17/04/06	<5	<1	3±0,5	8±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05/06	<5	<1	8±1	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06/06	<5	<1	6±0,8	<2	<1	<1	<10	7±0,8	<5	<2
10/07/06	<5	<1	7±0,8	2±0,7	<1	<1	<10	5±0,5	<5	<2
07/08/06	<5	<1	25±4	2±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09/06	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10/06	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11/06	<5	<1	14±1	20±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12/06	<5	<1	5±1	12±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Estación: CL 1

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5	<1	6±10	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02/07	<5	<1	<2	10±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03/07	<5	<1	39±3	22±3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04/07	<5	<1	3±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05/07	<5	<1	3±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06/07	<5	<1	15±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07/07	<5	<1	13±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08/07	<5	<1	16±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09/07	<5	<1	24±2	7±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10/07	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11/07	<5	<1	20±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/12/07	<5	<1	32±3	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 3. Estación: CL 2

Latitud: S 37° 07' 27"

Longitud: O 69° 38' 51"

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

Año	Metal/metales (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/metaloides (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										
09/01/06	<5	<1	156±15	31±3	<1	<1	<10	<5	<5	<2
20/02/06	<5	<1	36±3	15±2	<1	<1	<10	<5	11±1	<2
13/03/06	<5	<1	14±1	7±1	<1	<1	<10	7±	<5	<2
17/04/06	<5	<1	11±1	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05/06	<5	<1	5±0,6	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06/06	<5	<1	4±0,5	<2	<1	<1	<10	8±0,8	<5	<2
10/07/06	<5	<1	5±0,6	3±1	<1	<1	<10	7±0,7	<5	<2
07/08/06	<5	<1	18±3	<2	<1	<1	<10	<58	<5	<2
11/09/06	<5	<1	5±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10/06	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11/06	<5	<1	32±2	26±2	<1	<1	<10	7±1	<5	<2
11/12/06	<5	<1	8±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla1.4. Estación: C L 2

Latitud: S 37° 21' 57"

Longitud: O 69° 00' 55"

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5	<1	13±1	11±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/02/07	<5	<1	11±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03/07	<5	<1	16±2	10±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06/07	<5	<1	13±3	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07/07	<5	<1	10±2	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08/07	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09/07	<5	<1	10±2	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10/07	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11/07	<5	<1	14±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12/07	<5	<1	17±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

## Descripción: río Colorado altura Desfiladero Bayo

Año	Metal/metaloides (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	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
12/02	<5	<1	12	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	3	3
25/06	<5/<5 <sup>(1)</sup>	<1/<1	11/11	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<2/<2	<2/<2	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	<5/<5	4/ 5	4/ 5
13/08	<5	<1	13	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
29/10	<5	<1	10	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	4	4
03/12	<5	<1	19	16	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	6	6
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
18/03	<5	<1	43	40	1,5	<1	<10	11	7	3	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	5	4	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
07/10	<5	<1	35	12	<1	<1	<10	12	<5	9	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	9	9
25/11	<5	<1	33	21	2	<1	<10	15	<5	3	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	3	3
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
28/04	<5	<1	15	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	7	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
11/08	<5	<1	22	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	21	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	<2	5	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<10	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 4. (continuación)

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

Estación: CL 3

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5	<1	14±1	13±2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
12/02/07	<5	<1	39±4	21±2	<1	<1	<10	29±3	≤5	<2
12/03/07	<5	<1	29±2	16±2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
09/04/07	<5	<1	<2	3±1	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
07/05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
11/06/07	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
09/07/07	<5	<1	11±2	3±1	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
06/08/07	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
10/09/07	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
15/10/07	<5	<1	10±2	<2	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
12/11/07	<5	<1	14±2	4±1	<1	<1	<10	<5	≤5	<2
10/12/07	<5	<1	29±3	5±1	<1	<1	<10	<5	≤5	<2

Tabla I. 5. Estación: CL 4

Latitud: S 37° 43' 32"

Longitud: O 67° 45' 47"

Descripción: río Colorado altura Punto Unido

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	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
12/02	<5	<1	<1	<1	12	12	5	5	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
23/04	<5	<1	<1	<1	<10	<10	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
25/06	<5	<1	<1	<1	11	11	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
13/08	<5	<1	<1	<1	13	13	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	6	6
29/10	<5	<1	<1	<1	10	10	6	6	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	6	6
03/12	<5	<1	<1	<1	24	24	19	19	<1	<1	<1	<1	<10	<10	8	8	<5	<5	3	3
2002	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
18/03	<5	<1	<1	<1	20	20	19	19	1,3	1,3	<1	<1	<10	<10	5	5	<5	<5	<2	<2
06/05	<5	<1	<1	<1	9	9	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
24/06	<5	<1	<1	<1	<2	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	<1	<1	7	7	4	4	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	9	9
07/10	<5	<1	<1	<1	34	34	10	10	<1	<1	<1	<1	<10	<10	13	13	<5	<5	4	4
25/11	<5	<1	<1	<1	31	31	17	17	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	4	4
2003	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	MI
28/04	<5	<1	<1	<1	14	14	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
09/06	<5	<1	<1	<1	11	11	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
12/08	<5	<1	<1	<1	23	23	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
22/09	<5	<1	<1	<1	21	21	<2	<2	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2
17/11	<5	<1	<1	<1	4	4	7	7	<1	<1	<1	<1	<10	<10	<5	<5	<5	<5	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 5. (continuación)

Año	Metal/metaloides (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										
10/01/06	<5	<1	118±11	44±4	<1	<1	<10	20±2	<5	<2
21/02/06	10±1	<1	47±5	27±3	2±0,6	<1	<10	26±2	12±1	<2
13/03/06	<5	<1	6±1	5±1	<1	<1	<10	5±1	<5	<2
18/04/06	<5	<1	12±2	4±0,5	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05/06	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/06/06	<5	<1	13±2	<2	<1	<1	<10	10±1	<5	<2
01/07/06	<5	<1	11±1	<2	<1	<1	<10	8±0,9	<5	<2
07/08/06	<5	<1	18±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/10/06	<5	<1	20±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11/06	<5	<1	30±2	27±2	<1	<1	<10	10±1	<5	<2
11/12/06	<5	<1	4±1	9±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Estación: CL4

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5	<1	15±2	14±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/02/07	<5	<1	15±1	5±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/03/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/04/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/06/07	<5	<1	15±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
09/07/07	<5	<1	12±2	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
06/08/07	<5	<1	141±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/09/07	<5	<1	14±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/10/07	<5	<1	12±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/11/07	<5	<1	24±3	12±2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/12/07	<5	<1	6±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Tabla I. 6. Estación: CL 5

Latitud: S 38° 01' 35"

Longitud: O 67° 52' 44"

Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanita

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

## Estación: CL5

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
08/01/07	<5/<5	<1/<1	16±2/16±2	16±2/9±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/02/07	<5/<5	<1/<1	17±1/10±1	8±1/8±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
12/03/07	<5/<5	<1/<1	24±2/22±2	16±2/15±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/04/07	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
07/05/07	<5/<5	<1/<1	<2/<2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
11/06/07	<5/<5	<1/<1	10±2/18±3	<2/6±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
09/07/07	<5/<5	<1/<1	11±2/11±2	<2/2±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
06/08/07	<5/<5	<1/<1	12±2/9±2	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/09/07	<5/<5	<1/<1	7±1/5±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
15/10/07	<5/<5	<1/<1	5±1/4±1	<2/<2	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<<5/<5	<2/<2
12/11/07	<5/<5	<1/<1	18±2/5±1	9±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2
10/12/07	<5/<5	<1/<1	31±3/<2	5±1/5±1	<1/<1	<1/<1	<10/<10	<5/<5	<5/<5	<2/<2

Tabla I. 7. Estación: CL 6

Latitud: S 38° 12' 55"

Longitud: O 67° 11' 04"

Descripción: descarga embalse Casa de Piedra

Año	Metal/metales (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	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
13/02	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
24/04	<5	<1	<10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
26/06	<5	<1	11	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
14/08	<5	<1	12	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	3
30/10	<5	<1	9	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	5
04/12	<5	<1	8	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
2002	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
19/03	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	4
07/05	<5	<1	4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
25/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
13/08	<5	<1	5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
08/10	<5	<1	29	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
26/11	<5	<1	29	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	5
2003	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD
29/04	<5	<1	14	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
10/06	<5	<1	10	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	3
12/08	<5	<1	24	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
23/09	<5	<1	26	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2
18/11	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<5	<2	<2	<2	<2

MI: margen izquierda – MD: margen derecha

Tabla I. 7. (continuación)

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

Estación: CL6

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
09/01/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
13/02/07	<5	<1	5±1	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
13/03/07	<5	<1	<2	8±1	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
10/04/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
08/05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
12/06/07	<5	<1	13±3	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
10/07/07	<5	<1	8±1	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
07/08/07	<5	<1	7±1	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
11/09/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
16/10/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
13/11/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2
11/12/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	≤5	≤5	<2

Tabla I. 8. Estación: CL 7

Latitud: S 38° 59' 14"

Longitud: O 64° 05' 32"

Descripción: río Colorado altura La Adela

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 1.8 (continuación)

Año	Metal/metaloides (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										
11/01/06	<5	<1	5±1	12±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
22/02/06	<5	<1	8±1	6±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
15/03/06	<5	<1	6±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
19/04/06	<5	<1	9±1	4±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/05/06	<5	<1	4±0,4	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/06/06	<5	<1	3±0,3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/07/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/08/06	<5	<1	16±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/09/06	<5	<1	16±3	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/10/06	<5	<1	21±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
14/11/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
12/12/06	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

Estación: CL8 Colonia Julia y Echarren

2007	Arsénico	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plomo	Selenio
10/01/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/02/07	<5	<1	12±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/03/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
10/04/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
08/05/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/06/07	<5	<1	11±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/07/07	<5	<1	9±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
07/08/07	<5	<1	5±2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/09/07	<5	<1	8±1	3±1	<1	<1	<10	<5	<5	<2
16/10/07	<5	<1	6±1	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
13/11/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2
11/12/07	<5	<1	<2	<2	<1	<1	<10	<5	<5	<2

## ANEXO II

### HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN COLUMNA DE AGUA

Hoja en Blanco

Tabla II. 1. Estación: CL 0

Latitud: S 36° 49' 04"

Longitud: O 69° 52' 14"

Descripción: río Barrancas altura puente – Margen derecha

Año	Hidrocarburos aromáticos polinucleares (µg/L)									
	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	<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
2003	<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	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	0,017	<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										
09/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,0250
17/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	<0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	0,023
07/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.1 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	0,013	0,012
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	0,013	<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										
09/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<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

Latitud: S 35° 51' 32"

Longitud: O 69° 48' 25"

Descripción: río Grande altura Bardas Blancas – 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	0,130 (*)		<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	0,016(*)		0,020	0,010	0,020	<0,010
07/08	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017(*)		<0,010	0,010	0,030	<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	0,010	0,030	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										
09/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.2 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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										
09/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<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' 27"

Longitud: O 69° 38' 51"

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
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	0,016(*)		0,020	0,010	0,024	<0,010
07/08	<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
06/11	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,013(*)		<0,010	<0,010	0,032	0,031
	(*) 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	0,010	<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										
09/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	0,021	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.3 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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	<0,01
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
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	<0,05	<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										
09/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<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"

Longitud: O 69° 00' 55"

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	0,011	<0,010	<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 (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	0,008	<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										
09/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.4 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,20	<0,20	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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										
09/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<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

Latitud: S 37° 43' 32"

Longitud: O 67° 45' 47"

Descripción: río Colorado altura Punto Unido – Margen izquierda

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	<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	0,015(*)	<0,010	0,0110	0,041	0,045	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										
10/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
21/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	0,073	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/06	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.5 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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
2004										
06/07	<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
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
16/11	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
14/12	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
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										
10/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
21/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
18/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<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

Latitud: S 38° 01' 35"

Longitud: O 67° 52' 44"

Descripción: río Colorado altura Pasarela Medanita – 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(*)	<0,010	<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
12/10	<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	0,060/0,028	<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										
09/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
20/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
17/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/06	0,018/<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	0,025	<0,020
07/08/06	<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
11/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/06	<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)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
08/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
06/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
15/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/12/07	<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)								
	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										
09/01/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20/02/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17/04/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09/10/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/06	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005



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° 12' 55"

Longitud: O 67° 11' 04"

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	<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	0,014(*)	<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(*)	<0,010	<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										
10/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
21/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
18/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
09/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/07/06	0,052	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	0,025
08/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,030	0,028	0,350	0,500
12/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
14/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.7 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
09/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/07	<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)								
	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)

2007	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
09/01/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/02/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/04/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Tabla II. 8. Estación: CL 7

Latitud: S 38° 59' 14"

Longitud: O 64° 05' 32"

Descripción: río Colorado altura La Adela – 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	<0,010(*)		<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
					(*) Fenantreno + Antraceno					
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										
11/01/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
22/02/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
15/03/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
19/04/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
10/05/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
14/06/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
11/07/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
08/08/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
12/09/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
10/10/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
14/11/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
12/12/06	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Tabla II.8 (continuación)

2007	Naftaleno	Acenafteno	Acenaftileno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Metil naftaleno	Dimetil naftaleno	Metil fenantreno	Dimetil fenantreno
09/01/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/02/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/03/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/04/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
08/05/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
12/06/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
10/07/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
07/08/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/09/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
16/10/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
13/11/07	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,020	<0,020	<0,020
11/12/07	<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)								
	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

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



Tabla II.8 (continuación)

2007	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
09/01/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/02/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/03/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/04/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
08/05/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
12/06/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10/07/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
07/08/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/09/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
16/10/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13/11/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
11/12/07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Hoja en Blanco

ANEXO III  
ENSAYOS ECOTOXICOLÓGICOS CON AGUA

Hoja en Blanco

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	(-)	(-)	-	(-)	(-)

Hoja en Blanco

## ANEXO IV

### METALES Y METALOIDES EN SEDIMENTOS DE FONDO

Hoja en Blanco

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 (años 2004, 2005, 2006 y 2007)

Metal/metaloide ( $\mu\text{g/g}$ )	Año			
	2004	2005	2006	2007
Arsénico	5,2	7,0	5,3	6,3
Bario	405	333	266	463
Boro	10	30	50	77
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cinc	78	49	61	84
Cobre	29	13	21	39
Cromo	26	23	18	19
Mercurio	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Molibdeno	<1	<1	<1	<1
Níquel	19	16	15	29
Plata	<1	80	5	<1
Plomo	8,6	8,0	8,4	8,0
Selenio	0,6	0,6	0,4	<0,2
Vanadio	110	98	87	151

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 (años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 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.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 (años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005 y 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.2 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 el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (años 2002 y 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

Hoja en Blanco

## ANEXO V

# HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SEDIMENTOS DE FONDO

Hoja en Blanco

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 (años 2004, 2005, 2006 y 2007)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	Año			
	2004	2005	2006	2007
Naftaleno	<LC	0,011	<LC	<LC
Acenafteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Acenaftileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil naftaleno	<LC	<LC	<LC	<LC
Metil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dimetil fenantreno	<LC	<LC	<LC	<LC
Fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[b]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[k]fluoranteno	<LC	<LC	<LC	<LC
Criseno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[a]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC
Dibenzo[a,h]antraceno	<LC	<LC	<LC	<LC
Benzo[ghi]Perileno	<LC	<LC	<LC	<LC
Indeno[1,2,3-cd]pireno	<LC	<LC	<LC	<LC

Límites 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. 2. HAPs ( $\mu\text{g/g}$ , peso seco) en los sedimentos de fondo extraídos en la cola del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007)

HAPs ( $\mu\text{g/g}$ )	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	<LC	<LC	<LC	<LC
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

Límites 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 toma del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, y 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

Límites 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 toma del embalse Casa de Piedra (años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 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
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	<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

Límites 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 el río Colorado, aguas abajo del embalse Casa de Piedra a la altura de Gobernador Duval (años 2002 y 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

Límites 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  $\mu\text{g/g}$ )

Hoja en Blanco

## ANEXO VI

### ENSAYOS ECOTOXICOLÓGICOS CON SEDIMENTOS DE FONDO

Hoja en Blanco

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 1999-2003, empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	1999-2000			2001			2002			2003		
	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 extraídas en el embalse Casa de Piedra en el año 2005, 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. 2 Ensayos de ecotoxicidad crónica con muestras de sedimentos de fondo extraídas en el embalse Casa de Piedra en el año 2005, empleando *Hyalella curvispina* como organismo de prueba.

Estación	2007		
	Fecha	M	L
Toma embalse Casa de Piedra (1a)	24/05	(-)	(-)
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	(-)	(-)

Tabla VI. 3. 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 2001-2003, empleando *Vallisneria spiralis* como organismo de prueba.

ESTACIÓN	2001			2003		
	Fecha	H N	Cl a	Fecha	H N	Cl a
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	11-09	(-)	(-)	-	-	-
Cola embalse Casa de Piedra	-	-	-	08-09	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra	13-09	(-)	(-)	08-09	(-)	(-)

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. 3 (continuación)

Estación	2005		
	Fecha	HN	Cl a
Toma embalse Casa de Piedra	03-05	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	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.3 (continuación)

Estación	2006		
	Fecha	H N	Cl a
Río Colorado, aguas abajo Puesto Hernández	07/06	(-)	(-)
Cola embalse Casa de Piedra	07/06	(-)	(-)
Toma embalse Casa de Piedra	"	(-)	(-)

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. 3 (continuación)

Estación	2007		
	Fecha	HN	Cl a
Puesto Hernández	22/05/07	(-)	(-)
Cola embalse	24/05/07	(+)	(+)
Toma embalse (1a)	"	(-)	(-)
Toma embalse (2a)	"	(-)	(-)

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  $p \leq 0,05$ );

ANEXO VII

METALES Y METALOIDES EN  
MÚSCULO DE PECES

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) (Años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007)

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 ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo)													
		Antimonio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cinc	Cobre	Cromo	Hierro	Mercurio	Molibdeno	Níquel	Plata	Plomo	Selenio
2004															
Perquita espinuda	4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	19 $\pm$ 2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	119 $\pm$ 10	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey bonaerense	4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	21 $\pm$ 2	2,1 $\pm$ 0,3	<0,2	80 $\pm$ 9	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	34 $\pm$ 4	<0,4
Bagre otuno	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	18 $\pm$ 2	2,6 $\pm$ 0,4	<0,2	211 $\pm$ 16	<0,05	<0,2	1,1 $\pm$ 0,1	<0,3	<0,15	<0,4
2005															
Perquita espinuda	22	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	7,4 $\pm$ 1,1	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	25 $\pm$ 6	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre de torrentes	2	0,2	0,2	0,2	0,1	15 $\pm$ 2	0,5 $\pm$ 0,1	<0,2	16 $\pm$ 5	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Bagre otuno	2	<0,2	<0,2	7,5 $\pm$ 0,5	<0,1	8,8 $\pm$ 1,3	0,6 $\pm$ 0,1	<0,2	377 $\pm$ 26	<0,05	<0,2	1,1 $\pm$ 0,1	<0,3	1,1 $\pm$ 0,2	<0,4
Perca bocona	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	6,9 $\pm$ 1,1	0,8 $\pm$ 0,1	<0,2	7,9 $\pm$ 1,4	0,22 $\pm$ 0,02	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2006															
Perquita Espinuda	18	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	4,5 $\pm$ 0,6	0,3 $\pm$ 0,1	<0,2	1,8 $\pm$ 0,3	<0,5	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Pegerrey Bonaerense	4	<0,2	<0,2	1,5 $\pm$ 0,2	<0,1	13 $\pm$ 2	0,3 $\pm$ 0,1	<0,2	12 $\pm$ 4	<0,5	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
2007															
Perquita Espinuda	15	<0,2	<0,2	1,1 $\pm$ 0,2	<0,1	9,0 $\pm$ 1,3	1,8 $\pm$ 0,2	<0,2	17 $\pm$ 5	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4
Pejerrey Bonaerense	3	<0,5	<0,2	1,2 $\pm$ 0,2	<0,1	14 $\pm$ 2	0,6 $\pm$ 0,2	<0,2	16 $\pm$ 5	<0,05	<0,2	<0,2	<0,3	<0,15	<0,4

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) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

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															
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

## ANEXO VIII

# HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN MÚSCULO DE PECES

Hoja en Blanco

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) (Años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007)

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)									
		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.2. HAPs en músculo dorsal de diferentes especies de peces ( $\mu\text{g/g}$ , peso húmedo) capturadas en el embalse Casa de Piedra (cola) (Años 2000, 2001, 2002 y 2003)

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)									
		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



## ANEXO IX

### CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, SALES Y CONCENTRACIONES IÓNICAS

Hoja en Blanco

Tabla IX. 2. Promedio de medias mensuales de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Sales (ppm) y Concentraciones Iónicas de registros obtenidos en el período 2008 en diferentes estaciones sobre los ríos Grande, Barrancas y Colorado.

Río	Estación	Conduct. $\mu\text{mho}/\text{cm}$	Sales ppm	Bicarb. meq/L	Carb. meq/L	Cloruros meq/L	Sulfatos meq/L	Sodio meq/L	Potasio meq/L	Calcio meq/L	Magnesio meq/L
Grande	La Gotera	928	585	1,306	n/d	4,029	3,787	3,850	0,060	4,378	0,738
Barrancas	Barrancas	662	407	1,303	n/d	2,871	2,035	2,751	0,064	2,674	0,604
Colorado	Buta Ranquil	903	578	1,436	n/d	3,773	3,546	3,728	0,070	4,200	0,756
Colorado	Casa de Piedra	1050	668	1,620	n/d	4,163	4,616	4,245	0,082	5,144	0,917
Colorado	Pichi Mahuida	763	529	1,232	n/d	4,249	2,965	4,719	0,147	4,239	0,721
Colorado	Paso Alsina	1122	699	1,710	n/d	4,510	5,136	4,843	0,086	5,451	0,977

Hoja en Blanco

# GLOSARIO Y AGRADECIMIENTOS

---

Hoja en blanco

## 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:** 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, condiciones y tiempo de almacenamiento que las muestras. Su objetivo es poner de manifiesto cualquier anomalía que pueda 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 de la muestra.

**Blanco de campo adicionado:** 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.

**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.

**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.

**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.

**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.

**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 g/cm<sup>3</sup> 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.

**Muestra fortificada:** 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:** es una muestra repetida de la matriz en estudio. Se obtiene por división de una muestra (dos o más veces) en alícuotas separadas. Tiene por objeto medir la precisión general de las operaciones de muestreo y de los métodos analíticos empleados.

**Réplica adicionada:** 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.

Hoja en Blanco

## Agradecimientos

Administración Provincial del Agua de la Provincia de La Pampa, por la operación de la estación meteorológica del Puesto Caminero de Casa de Piedra, según convenio COIRCO – APA.

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.

Ente Provincial del Río Colorado, Provincia de La Pampa, por el suministro de los registros diarios de conductividad eléctrica en Puente Dique – Punto Unido.

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, por registros hidrológicos del río Colorado en la estación Buta Ranquil.

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; Petro Andina Resources Ltd.; Petrolífera Petroleum Ltd.; Mendanito SA.; Petroquímica Comodoro Rivadavia SA; Apache Energía Argentina SRL; Roch SA y Sima Energy SA, por el financiamiento del Programa de Calidad de Aguas.

Armado y diseño  
Gerencia Técnica COIRCO  
Enero 2010



**Comité Interjurisdiccional del Río Colorado**

**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)**