



HIDROELECTRICA  
AMEGHINO S.A.

# MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA



**HIDROELÉCTRICA AMEGHINO S.A.**

**CAMPAÑA OTOÑO**

**ABRIL / 2.008**



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

### INDICE

Generalidades .....	02
Introducción .....	03
Resumen y Conclusiones .....	04
Pautas Metodológicas Generales .....	07
Muestreo de Agua .....	07
a. Estaciones de Muestreo .....	07
Identificación de las Muestras .....	07
b. Cantidad y tipo de muestras por estación .....	08
c. Frecuencia de toma de muestras y parámetros .....	08
d. Metodología de toma de muestras .....	09
e. Metodología analítica .....	10
f. Detalle de los Equipos para Análisis y Muestreo .....	11
g. Empresa y Personal Afectado al Muestreo .....	12
h. Laboratorio Encargado de los Análisis .....	12
Figuras .....	13
Figura N° 1 (Croquis de Ubicación General) .....	14
Figura N° 2 (Croquis de Ubicación de Muestreos de Calidad de Agua) .....	15
Cuadros y Gráficos de Resultados .....	16
Estación de Muestreo 3: Presa .....	17
Estación de Muestreo 4: Río Chubut 400 m. aguas abajo dique .....	18
Tabla General de Resultados .....	19
Gráfico General de Temperatura de Agua .....	20
Gráfico General de Conductividad Eléctrica .....	20
Gráfico General de pH .....	21
Gráfico General de Nitrógeno Total .....	21
Gráfico General de Oxígeno Disuelto .....	22
Gráfico General de Fósforo Total .....	22
Gráfico General de Sólidos Totales .....	23
Gráfico General de Sólidos Suspendidos .....	23
Gráfico General de Clorofila a .....	24
Gráfico General de Coliformes Totales .....	24
Gráfico General de Coliformes Fecales .....	25
Fitoplancton .....	26
Zooplancton .....	29
ANEXO I: Análisis solicitados por Evento Extraordinario Volcán Chaitén .....	33
INFORMES DE LABORATORIO ANALÍTICO .....	34



## GENERALIDADES

Los ríos de la Provincia del Chubut pertenecen a distintas pendientes, del océano Atlántico y del océano Pacífico. El Río Chubut y el Río Chico, pertenecen a las pendientes del Atlántico.

Los ríos más importantes son los que, originados en la zona cordillerana, luego de atravesar la meseta patagónica, echan sus aguas en el mar Argentino. El Río Chubut se origina en el Sudoeste de la provincia de Río Negro, en el Cerro Carreras y luego de un recorrido de 810 Km., desagua en la Bahía Engaño; sus principales afluentes son el Tecka-Gualjaina en su curso superior, y el Río Chico en el inferior.

El Río Chico nace en una zona de bañados contigua al lago Colhué Huapi, y luego de recorrer algo más de 330 Km. se une al Chubut. Unos 15 Kilómetros después de la confluencia de ambos ríos y sobre el Río Chubut, se encuentra construido el Embalse Florentino Ameghino, que abastece gran parte de las necesidades de energía eléctrica de la provincia.

Las finalidades principales de este embalse son el control de crecidas, el riego y la generación de hidroelectricidad, funcionando desde 1.964.

La cuenca del Río Chubut, hasta su represamiento, tiene un desarrollo de 29.000 Km<sup>2</sup>, presentando un módulo de 47 m<sup>3</sup>/seg. en la estación Los Altares. Los mayores aportes fluviales se registran durante los meses de junio a noviembre, registrándose el mayor valor medio mensual en octubre (82,2 m<sup>3</sup>/seg. y otro 82,5 m<sup>3</sup>/seg.). El valor máximo medio mensual se produjo el mes de junio de 1.977 con 226 m<sup>3</sup>/seg.

La cota máxima de embalse es de 166 m.s.n.m.

En cuanto a la flora de la zona, es muy pobre, típicamente xerófila, como consecuencia del rigor del clima. Los arbustos se desarrollan bajos y achaparrados, generalmente formando cojines hemisféricos, evitando la acción del viento sobre ellos; se encuentra coirón, cebadilla, neneo, jarillas y otros, solo en las zonas un poco húmedas se forman los mallines, que son depresiones sin drenaje, con fondos chatos y arcillosos, en las que el agua acumulada permite el desarrollo de gramíneas.

Con respecto a la fauna autóctona de la zona, pueden encontrarse: guanaco, choique, mara, zorro gris patagónico, martineta común, agachonas, cuises, cuco-tucos, y otros roedores. Dentro de las aves se hallan aguilucho común, halcones, gavilán de campo, lechuzón campestre, chorlo, bandurria, monjita chocolate y dormilona.

En lo que respecta a la ictiofauna, pueden hallarse: percas o truchas criollas, pejerrey patagónico, otuno o bagre aterciopelado, puyen, truchas arco iris, truchas marrones.

FUENTE: ATLAS 2000 – ARGENTINA y ESTUDIO DE COLMATACIÓN –  
EVARSA-



## INTRODUCCIÓN

El presente informe obedece a obligaciones tomadas por ICTIO'S-Consultora Ambiental- como Prestataria de Servicios hacia Hidroeléctrica Ameghino S.A., y conforme a exigencias contractuales a esta misma en Pliegos de Concesión.

Específicamente el trabajo que aquí se informa, condice en un todo con los exigido por Hidroeléctrica Ameghino S.A. a esta prestataria, realizados en la zona de Embalse Florentino Ameghino (Ver Figura 1).

Las tareas de muestreos se realizaron el día 22 de Abril de 2.008, siendo esta la denominada Campaña de Otoño.

Los equipos de medición in situ (peachímetro, oxímetro, conductímetro), fueron calibrados al comienzo de las mediciones en general.

Las metodologías de muestreo, conservación y de análisis aplicadas, están basadas en estándares internacionales.

Las condiciones del Clima fueron buenas, con cielo que se presentó levemente nublado y vientos calmos.

Los Materiales y Equipos de trabajo utilizados tanto para la toma de muestra como para los análisis fueron los idóneos para estas tareas.

Las Estaciones de Muestreo fueron dos, una de ellas fue en el embalse Florentino Ameghino, aguas arriba de la presa, en 3 subestaciones (Muestreos Estratificados): una subsuperficial (E.M. 3 sup.), otra de  $\frac{1}{2}$  agua: próxima a la altura de toma de agua hacia turbinado (E.M. 3- $\frac{1}{2}$ ), y la tercera de fondo de embalse (E.M. 3 Fdo.); y la Estación de Muestreo (E.M. 4), fue tomada en forma subsuperficial, en el Río Chubut, aguas debajo de la presa, frente a la Villa. (Ver Figura 2).



## RESUMEN

Las condiciones hidrológicas se caracterizan por caudales muy bajos, ingresantes al sistema:  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . en el Río Chubut, y sin aporte del Río Chico. Muy baja cota de embalse: 145,40 m.s.n.m., con un volumen de agua embalsado de  $653,60 \text{ Hm}^3$ , y una erogación de  $31 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En general, los **valores obtenidos en los análisis** de las distintas variables estudiadas, tanto físicas como químicas, se encuentran **dentro de los máximos y mínimos registrados en el sistema** en estudio.

Se realizaron comparaciones con muestreos anteriores realizados en similares épocas (Abril/'04, Junio/'05, Abril /'06 y Abril /'07). Se pueden observar en Gráficos de Página N° 20 a N° 25. Las comparaciones se realizaron solo en las Estaciones de Control N° 3 (Embalse Presa) y N° 4 (Río Chubut aguas debajo de Presa), ya que los muestreos en las Estaciones N° 1 y N° 2, se realizan anualmente, en Primavera.

Las **Temperaturas de las aguas**, son muy similares a las registradas en otros otoños, en especial, muy similares a las registradas en Abril/'06. En esta oportunidad, la temperatura del fondo de embalse fue la más baja, con  $13,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , y la de Superficie de la misma estación de muestreo, de  $15,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . La temperatura del Río fue de  $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , muy próxima a la de la sub-muestra Presa-Medio.

Ver Gráfico de Pág. N° 20.

La **Conductividad eléctrica** del líquido, es levemente elevada para los usos del tipo agrícola, sin embargo los valores son unos de los más bajos registrados en los últimos 5 otoños, registrándose en estos momentos, valores entre  $153,5$  y  $167,1 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$ . en las 4 determinaciones.

Ver Gráfico de Página N° 20.

Con respecto a las determinaciones de **pH**, los valores encontrados continúan indicando aguas de valores ligeramente alcalinos. Los valores extremos estuvieron entre 8,00 a 7,18 Unid. de pH.

En la zona de Presa los valores de pH continúan marcando una “V” invertida, como lo demuestra el gráfico de Pág. 21 y en las anteriores determinaciones. Los valores hallados en Fondo de Presa y en el Río Chubut, son los más bajos hallados de los últimos 5 otoños.

Ver Gráfico de Página N° 21.

, son buenos para el desarrollo de la biología acuática.

Los valores de **Oxígeno disuelto** muestreados, mínimos y máximos de este gas fueron:  $0,7$  y  $11,8 \text{ mg}/\text{l}$ ., observándose la característica caída en la concentración en el agua de fondo de embalse, también ocurrida en Abril/'04 y Abril/'06. La concentración actual de



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

fondo de embalse (la única crítica para la supervivencia de la vida acuática en esa zona), puede deberse a descomposición de materia orgánica depositada en el fondo (también se observan picos de concentración de nutrientes como Nitrógeno y Fósforo). Por tal motivo son parámetros a los que se les debe prestar especial atención en próximos muestreos, para observar su evolución.

Ver Gráfico de Página N° 21.

La **Transparencia**, en la estación Presa alcanzó a los 3,50 metros, de acuerdo al disco de Secchi, siendo un valor normal a los hallados anteriormente.

Con referencia al **Nitrógeno Total**, en general forma una curva graficada similar a las halladas en Abril/'06 y a Abril/'07, haciendo un pico de concentración en la muestra de Fondo de embalse. Este pico es similar a los hallados en Otoños del 2.005 y 2.007, y menor al hallado en Abril/'06.

Los valores registrados en las 4 Muestras se encuentran entre 251,04  $\mu\text{g/l}$  (Río Chubut) y 461,66  $\mu\text{g/l}$  (SubEstación Presa-Fondo).

Ver Gráfico de Página N° 22.

Analizando los resultados de los análisis de toda la serie nitrogenada (Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno Orgánico), se observa que son los Nitritos quienes influyen mayormente en el Nitrógeno total, no teniendo valores alarmantes, pero que deben ser tenidos en cuenta en las siguientes determinaciones.

El **Fósforo Total**, los valores registrados se encuentran entre 9,72  $\mu\text{g/l}$  (Presa-Superficie) y 138,42  $\mu\text{g/l}$  (Presa-Fondo).

Observando el Gráfico de pág. 23, se ve que en Abril/'04 y del 2.006, existió la misma tendencia. Sin embargo en este muestreo de otoño es cuando se observa mayor concentración de este nutriente en el fondo de embalse.

Esto puede deberse a descomposición de materia orgánica depositada en el fondo. También se halló una concentración de Oxígeno disuelto muy baja (0,7 mg/l), y un pico de Nitrógeno total, Nitritos, Nitratos y Nitrógeno amoniacal. Por tal motivo son parámetros a los que se les debe prestar especial atención en próximos muestreos, para observar su evolución.

Ver Gráfico de Página N° 23.

Las concentraciones de **Clorofila a**, en general arrojaron resultados bajos, comparados con campañas anteriores de la misma época, excepto la campaña de Abril/'07, donde se registraron las menores concentraciones. La excepción la dio la muestra tomada en el Río Chubut, que arrojó el valor más alto (1,75 microgramos por litro), muy similar a la obtenida en Junio/'05.

Los valores extremos fueron de 1,75  $\mu\text{g/l}$  en Río Chubut, y 0,52  $\mu\text{g/l}$  en Presa-

5



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

Fondo.

Ver Gráfico de Página N° 24.

En cuanto a los **Sólidos Totales**, los valores obtenidos fueron relativamente bajos, en general, relativamente similares a los hallados en similar época de los dos años anteriores.

Los valores extremos registrados son de 145 mg/l en Río Chubut y de 95 mg/l en Presa-Superficie.

Ver Gráfico de Página N° 23.

En lo que respecta a **Sólidos Suspendidos**, los valores registrados son relativamente bajos.

Los valores de Sólidos Suspendidos estuvieron entre 46 mg/l (Presa-Medio), y 51 mg/l (Presa-Superficie y Presa-Fondo).

Ver Gráfico de Página N° 24.

Los valores de **Mercurio, Zinc, y Cadmio**, dieron por debajo de los Límites de Detección de los Métodos de determinación ( $< 0,1 \mu\text{g/l}$ ).

Los valores de **Boro**, fueron insignificantes, alcanzando un valor máximo de 0,20 mg/l en la muestra colectada en el Presa-Medio.

Con referencia a las determinaciones de **Bacterias Coliformes Totales**, los resultados fueron positivos en las 4 muestras, en concentraciones altas en las muestras de agua de media profundidad y fondo de embalse (700 NMP/100 ml. en Medio y 1.700 NMP/100 ml. en el Fondo). Sin embargo los valores hallados en la muestra del Río Chubut, fueron muy elevados, denotando contaminación seguramente antrópica, con un valor hallado de 4.800 NMP/100 m..

Ver Gráfico de Página N° 25.

Con respecto a los cultivos de las **Bacterias Coliformes Fecales**, fue positivo en la muestra de los 15 metros de profundidad del embalse y en el Río Chubut, donde el valor hallado fue muy elevado (1.255 NMP/100 ml).

En lo que respecta a los cultivos específicos de Bacterias de **Vibrión colérico**, en todas las estaciones de muestreo, los resultados fueron negativos.

Con respecto a los análisis de Fitoplancton y Zooplancton, ver los apartados específicos a partir de páginas 26 y 29 respectivamente.



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

## PAUTAS METODOLOGICAS GENERALES

### Muestreo de agua

#### a. Estaciones de Muestreo

Se estudiaron un total de 2 estaciones de muestreo, cuya localización es la siguiente :

Estación	Lugar
E.M. 3	Embalse Florentino Ameghino en zona cercana a la presa, aguas arriba, (ingreso con embarcación) S 43° 41' W 66° 29'
E.M. 4	Río Chubut, aprox. 400 metros aguas debajo de Presa Florentino Ameghino (Margen Izquierda) S 43° 41' W 66° 27'

**VER FIGURA 2**

#### *IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS*

Estación	Identificación
E.M. 3 Sup.	3 Sup.
E.M. 3 - ½	3 - ½
E.M. 3 Fdo.	3 Fdo.
E.M. 4	4

**NOTA:** Todas las muestras son debidamente rotuladas con los siguientes datos: Identificación, Lugar, fecha y hora de muestreo, Temperatura del Agua, Condiciones Ambientales, Tipo de conservación y Firma del responsable del muestreo y Cadena de custodia.

### b. Cantidad y tipo de muestras por estación

La cantidad y tipo de muestras que se colectan son:

Estación	Profundidad	Colectar
E.M. 3 Sup.	<i>Superficie,</i> prof. aprox. 0,20 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>tres muestras para análisis químicos</li> <li>una muestra para análisis bacteriológicos</li> </ul>
E.M. 3 – ½	<i>Altura de Toma a Turbinado,</i> prof. aprox. 15 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>tres muestras para análisis químicos</li> <li>una muestra para análisis bacteriológicos</li> </ul>
E.M. 3 Fdo.	<i>Fondo,</i> prof. aprox. 36 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>tres muestras para análisis químicos</li> <li>una muestra para análisis bacteriológicos</li> </ul>
E.M. 4	<i>Superficie,</i> prof. aprox. 0,20 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>tres muestras para análisis químicos</li> <li>una muestra para análisis bacteriológicos</li> </ul>

### c. Frecuencia de toma de muestras y parámetros

Los análisis determinados no varían para cada estación de muestreo, pero sí en la época, de acuerdo al siguiente detalle :

Estación/Epoca	Parámetros
E.M. 3 y E.M. 4 (Otoño, Invierno, Primavera, Verano)	<p>pH<sup>1</sup></p> <p>Conductividad eléctrica<sup>1</sup></p> <p>Temperatura<sup>1</sup></p> <p>Oxígeno disuelto<sup>1</sup></p> <p>Fósforo total (PT)</p> <p>Nitrógeno total (NT)</p> <p>Sólidos totales</p> <p>Sólidos suspendidos</p> <p>Clorofila a</p> <p>Coliformes totales</p>
E.M. 1; E.M. 2; (Primavera)	<p>Coliformes fecales</p> <p>Vibrión colérico</p> <p>Transparencia<sup>1</sup> (E.M. 3)</p> <p>Metales pesados (zinc, cadmio, mercurio, boro)</p> <p>Transparencia<sup>1</sup> (E.M. 1, E.M. 2 y E.M. 3)</p> <p>Fitoplancton</p> <p>Zooplancton</p>

<sup>1</sup> Medición *in situ*

#### d. Metodología de toma de muestras

Para la extracción de las muestras se aplica la metodología que se detalla :

Analito	Metodología
Temperatura	Estas mediciones se realizan in situ con equipos electrónicos provistos de electrodos específicos. Los equipos poseen calibración de temperatura.
pH	
Oxígeno disuelto	Los Muestreos de agua de profundidad se llevan a cabo con una Botella Tomamuestra de VAN DÖRN con tapas correderas superior e inferior, realizando las mediciones dentro de la botella, introduciendo los electrodos por sobretapa superior. Capacidad de la botella de VAN DÖRN: 2.250 cc.
Conductividad eléct.	
Transparencia	Esta medición se realiza in situ con Disco de Secchi de 25 cm. de diámetro, pintado en cuartos blancos y negros.
Fósforo total	Estas muestras se toman en botellas plásticas, previamente tratadas con ácido clorhídrico y enjuagadas con agua destilada, y refrigerado en forma inmediata al envasado de la muestra y resguardo de la luz.
Nitrógeno total	
Sólidos Totales	
Sólidos Suspend.	
Zinc	Estas muestras se toman en botellas plásticas, previamente tratadas con ácido nítrico 1 + 1, y enjuagadas con agua destilada, y refrigerado en forma inmediata al envasado de la muestra y resguardo de la luz.
Cadmio	
Mercurio	
Boro	
Clorofila a	Posteriormente a la toma de la muestra se procede al filtrado mediante membrana, y al resguardo de la misma mediante envoltura en papel aluminio, las cuales son refrigeradas por debajo de 6 °C.
Coliformes totales	La toma de muestra se realiza mediante el uso de envases estériles, con apertura y cierre debajo del pelo de agua, en el caso de muestreos de superficie, y con Botella de MEYER en muestreo de profundidad. Las Muestras son refrigeradas de inmediato.
Coliformes fecales	
Vibrión colérico	

**NOTA 1:** Todas las muestras son debidamente rotuladas con los siguientes datos: Identificación, Lugar, fecha y hora de muestreo, Temperatura del Agua, Condiciones Ambientales, Tipo de conservación y Firma del responsable del muestreo y Cadena de custodia.

**NOTA 2:** Los Muestreos de agua de profundidad, para análisis químicos se llevan a cabo con una Botella Tomamuestra de VAN DÖRN con tapas correderas superior e inferior.

### e. Metodología Analítica

Analito	Método o Técnica	Lím. Detecc.	Rango de Cuantificación
Temperatura	Medición in situ con equipo electrónico y electrodo específico (termistor)	---	-50 °C a 150 °C
pH	Electrométrico (Medición in situ con equipo electrónico y electrodo específico, membrana de vidrio)	---	0 – 14 unid. de pH.
Oxígeno disuelto	Medición in situ con equipo electrónico y electrodo específico de membrana permeable al oxígeno.	0.1 mg/l	0.1 – 19.9 mg/l
Conductividad eléct.	Medición in situ con equipo electrónico y electrodo específico de platino	0.1 µs/cm.	0.1µs/cm. – 200 mS/cm.
Transparencia	Medición in situ con disco de Secchi	0.01 m	0.01 m. – 25 m.
Fósforo total	Cloruro estagnoso	0.3 µg/l	0.5 – 200 µg/l
Nitrógeno total	Test Spectroquant (Merck)	0.3 mg/l	0.5 – 15 mg/l
Clorofila a	Extracción de pigmentos y lectura espectrofotométrica.	0.01 µg/l	0.03 – 16 µg/l
Sólidos Totales	Secado a 103° -105°C	0.5 µg/l	0.1 mg/l – 200 g/l
Sólidos Suspendidos	Filtrado y Secado a 103° -105°C	0.5 µg/l	0.5 mg/l – 200 g/l
Zinc	Absorción Atómica	0.1 µg/l	0.5 – 10 µg/l
Cadmio	Absorción Atómica	0.1 µg/l	0.5 – 10 µg/l
Mercurio	Absorción Atómica	0.1 µg/l	0.5 – 10 µg/l
Boro	Colorimétrico (curcumina)	0.2 µg/l	0 – 1 µg/l
Coliformes totales	Fermentación en tubos múltiples	2 colonias /100 ml	2-1600 colonias/ 100 ml
Coliformes fecales	Fermentación a alta temperatura e identificación en medio específico	2 colonias /100 ml	2-1600 colonias/ 100 ml
Vibrión colérico	Filtración, enriquecimiento y aislación en TCBS	1 colonia	1-300 colonias

**NOTA:** En general, los Rangos de Cuantificación pueden modificarse, realizando técnicas de preconcentración o de dilución para valores mínimos y máximos respectivamente.

**f. Detalle de los Equipos para Análisis y Muestreo**

Nombre	Marca	Modelo	N° Serie	Utilidad y Observación
Botella tomamuestra de VAN DÖRN	ACUATOTAL	2.250 cc.	No posee	Toma de muestras de agua de profundidad en lagos y en cursos de agua lóticos.
Oxímetro	HANNA	HI 9142	129777	Medición de Oxígeno Disuelto en Aire y Líquidos
Oxímetro, Peachímetro, Termómetro.	LUFTMAN	P300	7039	Medición de Oxígeno Disuelto en Aire y Líquidos, de pH y Temperatura.
Conductímetro	LUTRON	CD 4301	L 561751	Medición de Conductividad Eléctrica en líquidos
Termómetro Digital	HANNA	Checktemp	000751	Medición de Temperatura ambiental, líquidos, alimentos.
Disco de Secchi	ACUATOTAL	25 cm.	No posee	Medición de Transparencia en ambientes de agua lóticos
GPS	LOWRANCE	GLOBALNAV/212	5233999	Georeferenciación Sitios de Muestreo
Balanza Analítica de Precisión	SARTORIUS	2442	174183	Pesaje de Reactivos, Sólidos totales, Sólidos suspendidos
Estufa de Esterilización	SITE	---	---	Esterilización de Material, Secado de Muestras
Estufa de Cultivo	SITE	---	---	Cultivos Bacteriológicos
Estufa de Cultivo	---	---	---	Cultivos Bacteriológicos
Baño Termostatzado	VICKING	Masson	2525-81	Cultivos Bacteriológicos. Acondicionamiento de Temperatura en Reacciones Analíticas
Espectrofotómetro UV Visible	METROLAB	1000	1084037	Medidas Espectrofotométricas de Fósforo total. Serie Nitrogenada. Clorofila a, Boro.
Microscopio	NIKON	Alphaphot-YS	243369	Investigación Microbiana
Centrífuga de Pie	ROLCO	135	38542	Clorofila a
Centrífuga de Mesa	ROLCO	CP36	128012	Clorofila a
Espectrofotómetro UV Visible	ESPECTROCUANT MERCK	Novago	83213056	Nitrógeno Total
Equipo de Filtración p/ Membrana	ACUATOTAL	---	---	Filtración de Clorofila a
Equipo de Filtración para Membrana	MILIPORE	---	---	Filtración de Clorofila a y Sólidos Suspendidos.
Bomba de Vacío	ACUATOTAL	---	---	Filtración de Clorofila a y Sólidos suspendidos totales
Espectrofotómetro de Absorción Atómica con llama y generación electrotérmica	IL	IL 4900	No visible	Mercurio, Zinc, Cadmio



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

### **g. Empresa y Personal Afectado al Muestreo**

La Empresa que realizó los muestreo fue la responsable del presente informe (ICTIO´S), y el personal afectado a la toma de muestras, su acondicionamiento, conservación y envío a laboratorio analítico, personal además del Laboratorio Analítico, fue:

- Bruno Alejandro Marín (Técnico Universitario en Acuicultura)
- Carlos Saralegui (Técnico Químico)

### **h. Laboratorio Encargado de los Análisis**

Las determinaciones que se realizaron in situ, estuvieron a cargo de la persona empleadas por ICTIO´S, nombradas en el punto g.

El Laboratorio que practicó los demás análisis fue: “Servicios Analíticos”, y el personal afectado fue:

- Licenciado Alberto Nadín Yunes.
- Químico Enrique Javier Araya.

**NOTA:** El Laboratorio Analítico, con su personal de muestreo y análisis se encuentra inscripto en el Registro de Laboratorios autorizados de la Provincia de Chubut, con el N° 3.



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

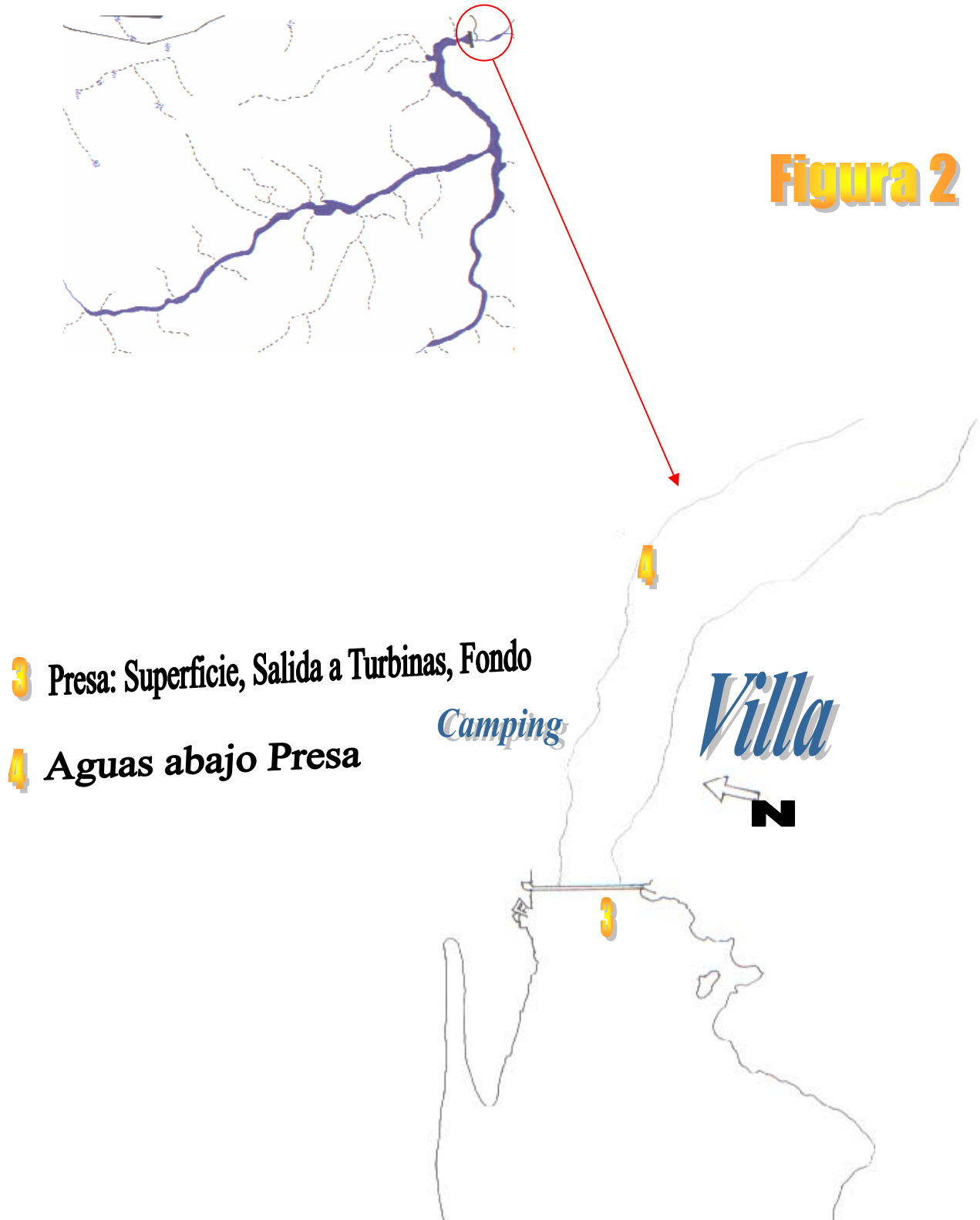
# FIGURAS

**CROQUIS DE UBICACIÓN GENERAL**

**Figura 1**



**CROQUIS DE UBICACIÓN DE MUESTREOS DE CALIDAD DE AGUA**





MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

# CUADROS Y GRÁFICOS DE RESULTADOS



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

**ESTACIÓN DE MUESTREO: 3**  
**EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO (Presa)**

**Ubicación Geográfica:** S 43° 41' W 66° 29'  
**Muestreo Tipo:** Estacional  
**Fecha de Muestreo:** 22 / Abril / 2.008  
**Hora de Muestreo:** 17:30 hs.  
**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 24 / Abril / 2.008  
**Nubosidad:** 1 / 4 (Levemente Nublado)  
**Dirección del Viento:** ---  
**Viento:** Calmo  
**Temperatura Ambiente:** 17,5 °C

PARÁMETRO	SUPERFICIE	½ AGUA	FONDO
Profundidad	0,20 m. (de Superficie)	15 m. (de superficie)	36 m. (1 m. sobre lecho)
pH	7.65	8.00	7.08
Conductividad (µS/cm)	157.2	156.5	167.1
Temperatura de Agua (°C)	15.2	14.9	13.0
Transparencia (m.)	3.50	//////////	//////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	11.8	9.4	0.7
Fósforo Total (µg/l)	9.72	11.14	138.42
Nitrógeno Total (µg/l)	262.43	255.58	461.66
NO <sub>3</sub> (µg/l)	790	820	1430
NO <sub>2</sub> (µg/l)	4.30	4.30	18.50
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	82.05	68.38	135.85
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Sólidos totales (mg/l)	95.00	142.50	135.00
Sólidos suspendidos (mg/l)	51	46	51
Clorofila a (µg/l)	1.00	0.79	0.52
Mercurio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Zinc (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cadmio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Boro (mg/l)	0.14	0.20	0.16
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	61	700	1700
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	56	Ausencia
Vibrión Colérico	Negativo	Negativo	Negativo



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

**ESTACIÓN DE MUESTREO: 4**  
**RÍO CHUBUT (aprox. 400 m. aguas abajo dique –**  
**Margen izquierda, pasando Camping Municipal)**

**Ubicación Geográfica:** S 43° 41' W 68° 27'

**Muestreo Tipo:** Estacional

**Fecha de Muestreo:** 22 / Abril / 2.008

**Hora de Muestreo:** 16:30 hs.

**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 24 / Abril / 2.008

**Nubosidad:** 1 / 4 (Levemente Nublado)

**Dirección del Viento:** ---

**Viento:** Calmo

**Temperatura Ambiente:** 17.4

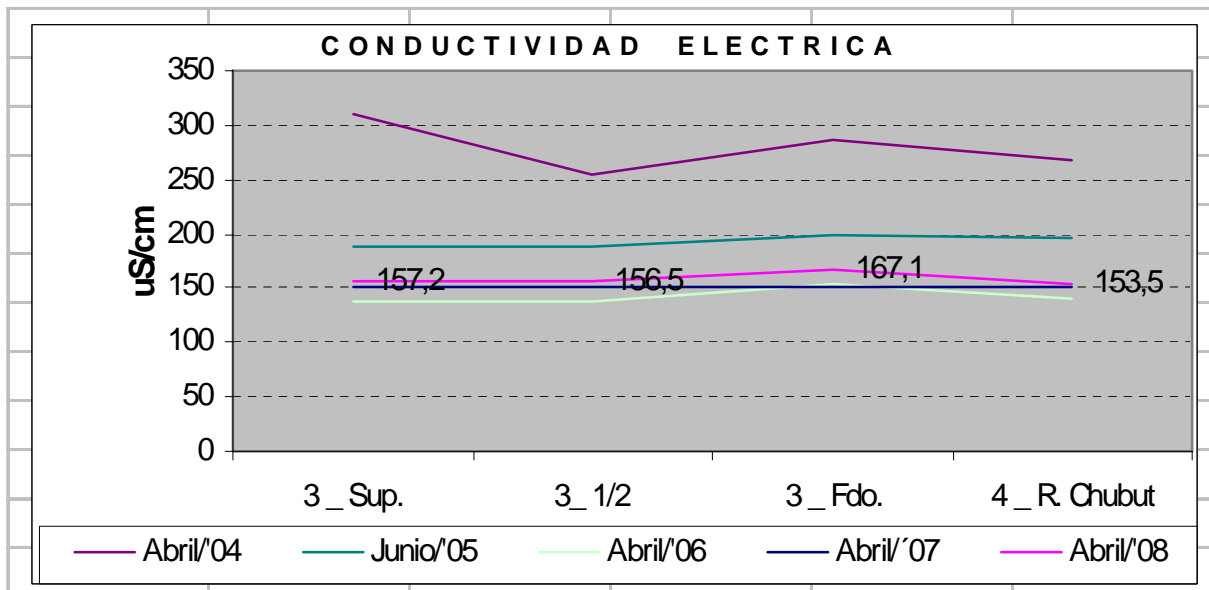
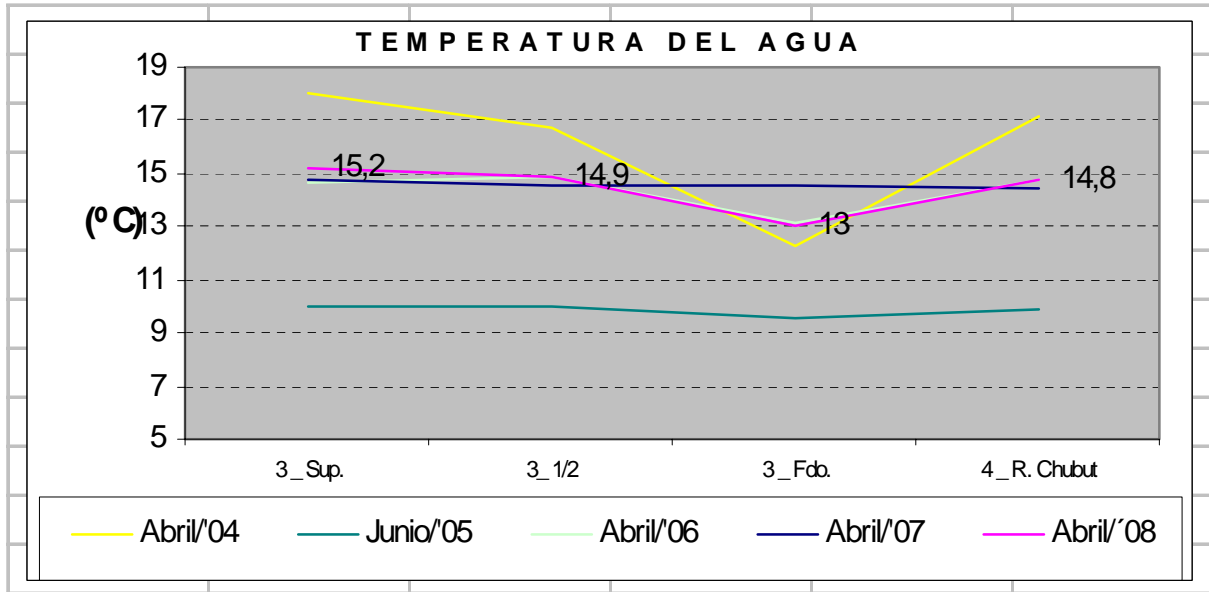
PARÁMETRO	SUPERFICIE
Profundidad	0,20 (de Superficie)
pH	7.38
Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	153.5
Temperatura de Agua ( $^{\circ}\text{C}$ )	14.8
Oxígeno Disuelto ( $\text{mg}/\text{l}$ )	10.5
Fósforo Total ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	16.54
Nitrógeno Total ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	251.04
$\text{NO}_3$ ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	770
$\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	4.30
Nitrógeno Orgánico ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	75.21
Nitrógeno Amoniacal ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	< 5,00
Sólidos totales ( $\text{mg}/\text{l}$ )	145.00
Sólidos suspendidos ( $\text{mg}/\text{l}$ )	50
Clorofila a ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	1.75
Mercurio ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	< 0.1
Zinc ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	< 0.1
Cadmio ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	< 0.1
Boro ( $\text{mg}/\text{l}$ )	0.17
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	4800
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	1255
Vibrión Colérico	Negativo

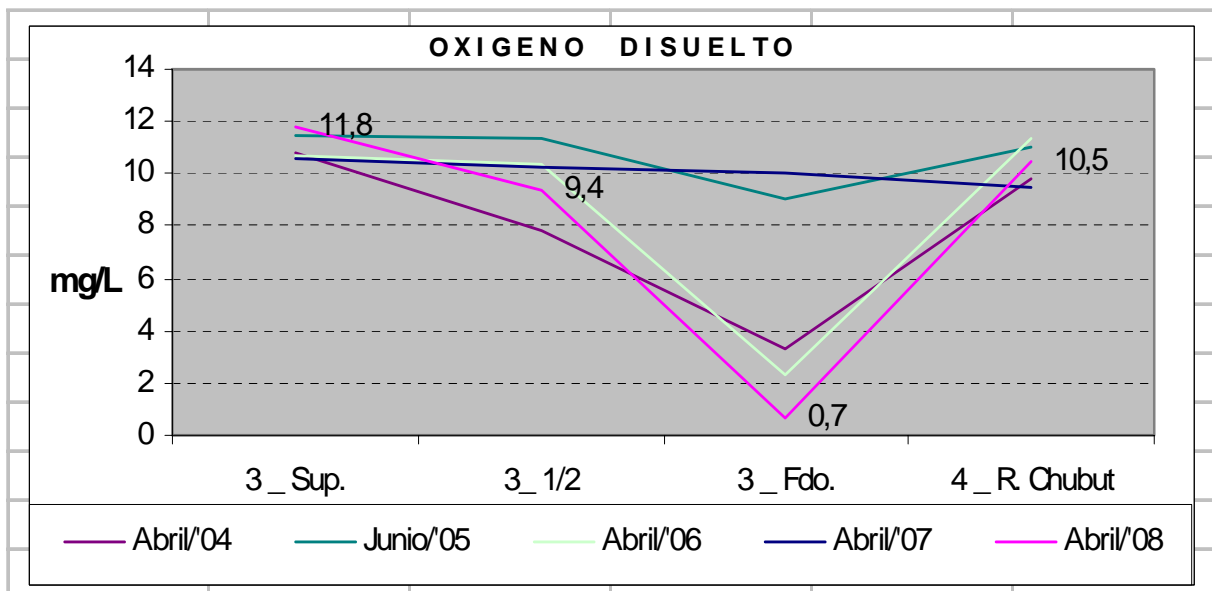
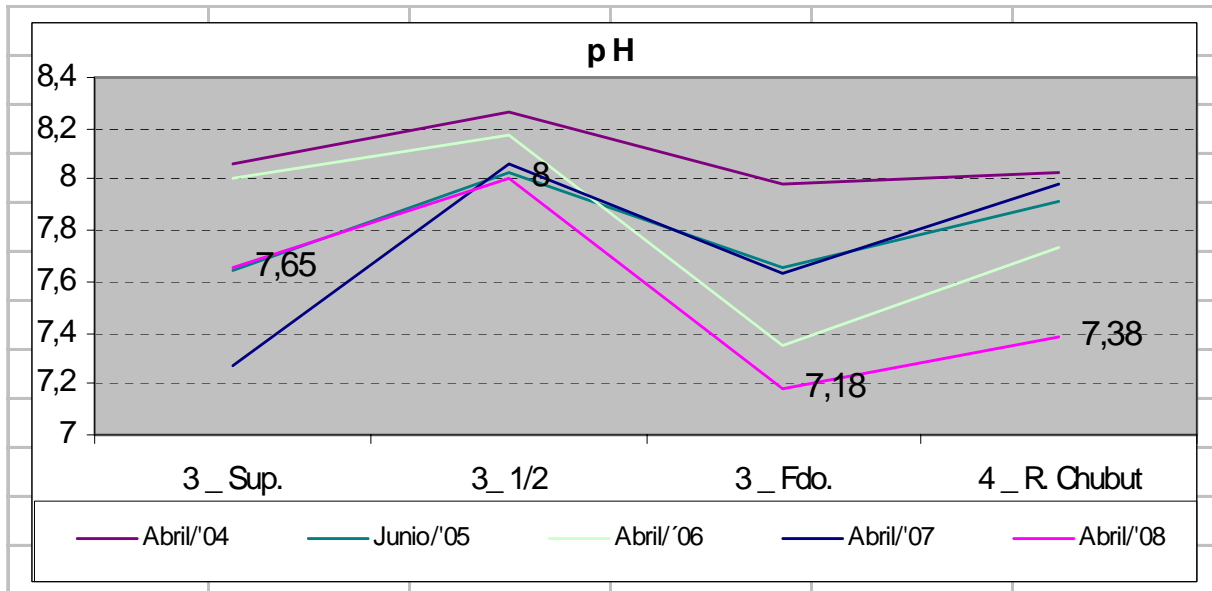
**TABLA GENERAL DE ANÁLISIS DE AGUAS ( Abril/2.008)**

MUESTRA	3	3	3	4
PARÁMETRO	Sup.	½	Fdo.	
Fecha	22/04/08			
Hora Muestreo	17:30			16:30
Nubosidad	1 / 4 (levemente nublado)			
Viento	Calmo			
Temp. Ambiente (°C)	17.5			17.4
Profundidad	0.20 m.	15 m.	36 m.	0.20 m.
pH	7.65	8.00	7.18	7.38
Conductividad (µS/cm)	157.2	156.5	167.1	153.5
Temperatura de Agua (°C)	15.2	14.9	13.0	14.8
Transparencia (m.)	3.50	////////	////////	////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	11.8	9.4	0.7	10.5
Fósforo Total (µg/l)	9.72	11.14	138.42	16.54
Nitrógeno Total (µg/l)	262.43	255.58	461.66	251.04
NO <sub>3</sub> (µg/l)	790	820	1430	770
NO <sub>2</sub> (µg/l)	4.30	4.30	18.50	4.30
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	82.05	68.38	135.85	75.21
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5,00
Sólidos totales (mg/l)	95.00	142.50	135.00	145.00
Sólidos suspendidos (mg/l)	51	46	51	50
Clorofila a (µg/l)	1.00	0.79	0.52	1.75
Mercurio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Zinc (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cadmio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Boro (mg/l)	0.14	0.20	0.16	0.17
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	61	700	1700	4800
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	56	Ausencia	1255
Vibrión Colérico	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo



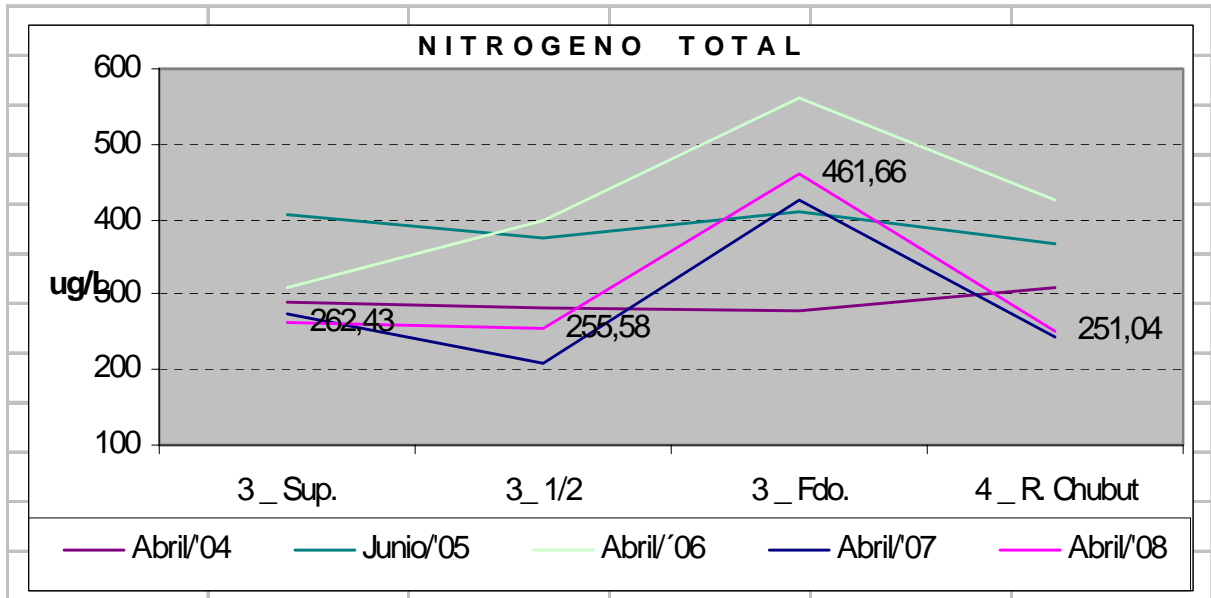
MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO



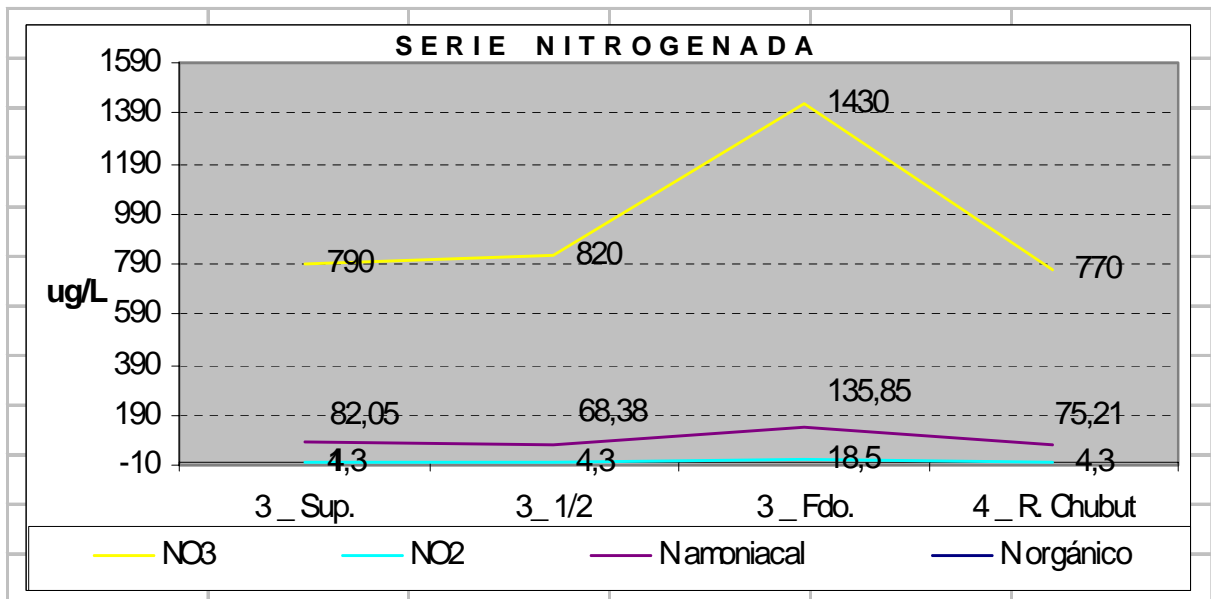




MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

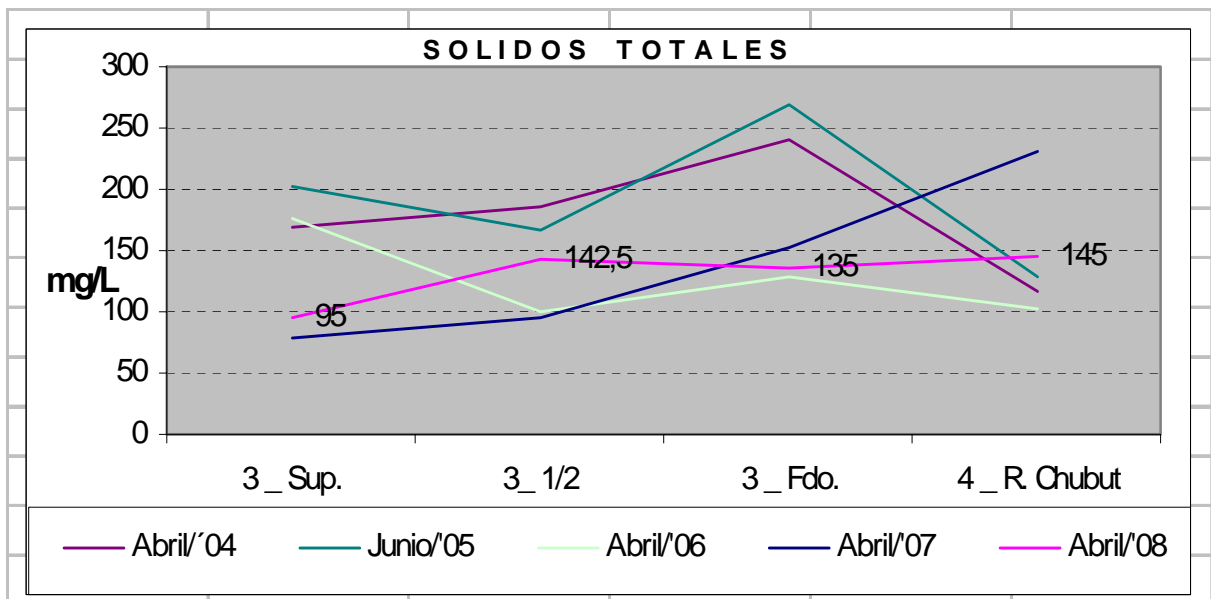
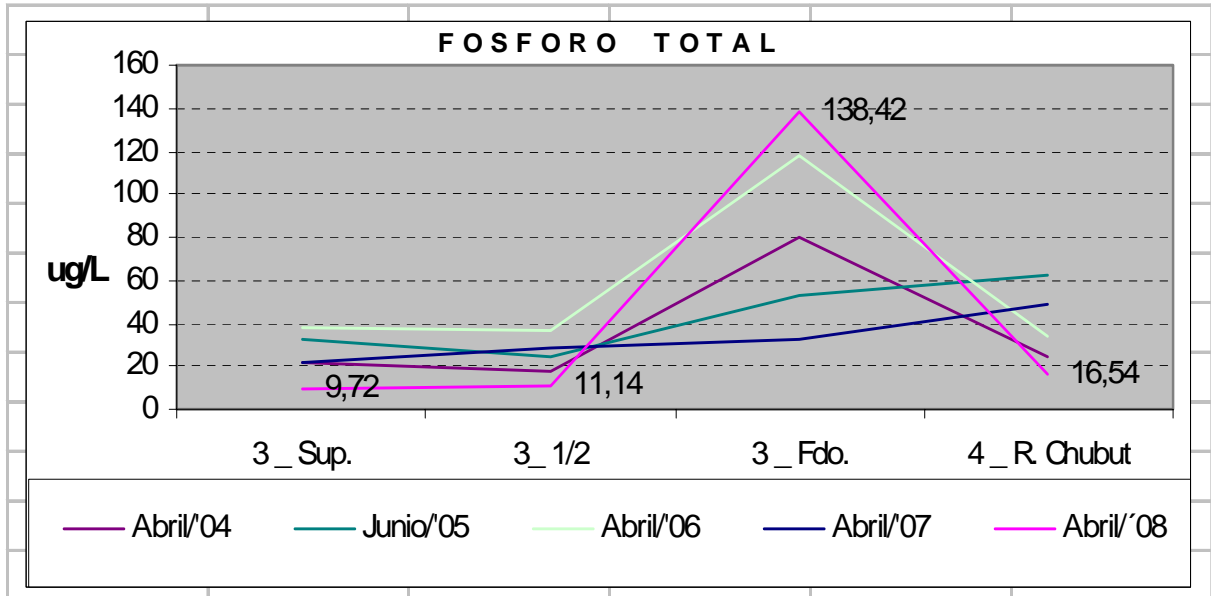


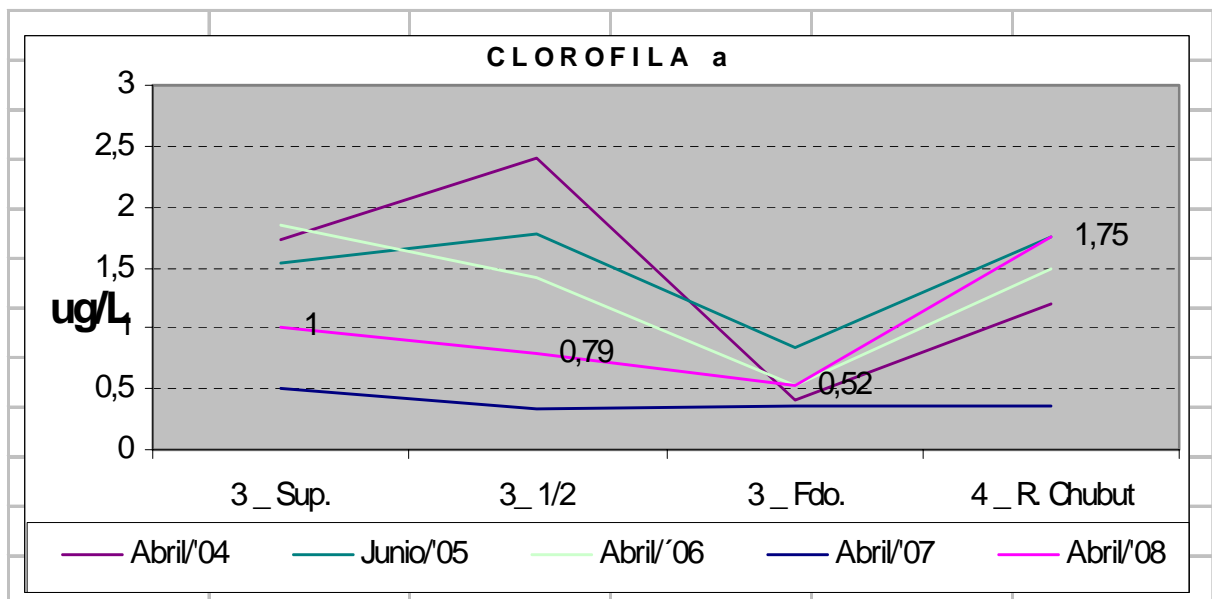
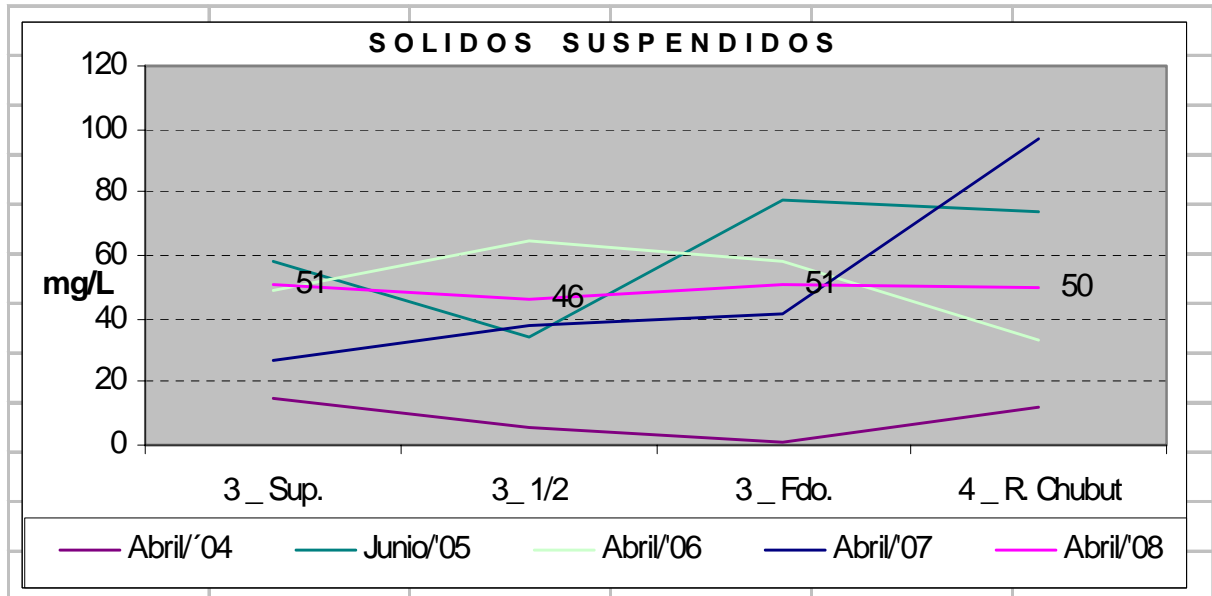
Nitrógeno total (Norg + N-amoniacal + N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub>)





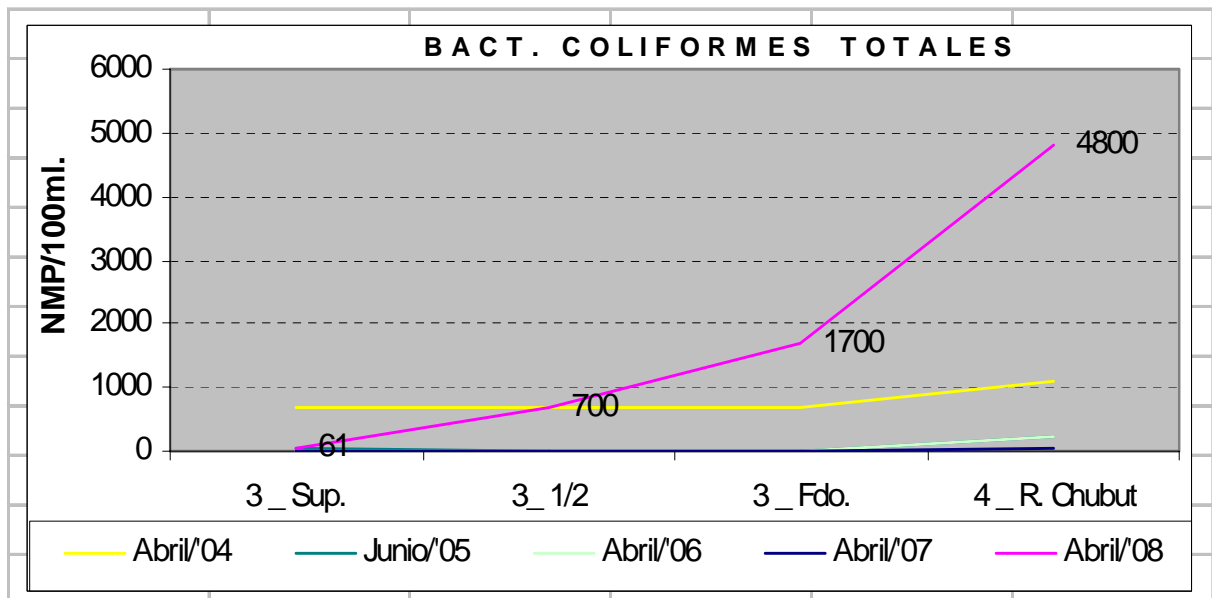
MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO







MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO





## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

### Análisis de FITOPLANCTON

Estación de Muestreo Embalse Ameghino cercano a Presa: "E.M.3"

Ubicación Geográfica: S 43° 41' W 66° 29'

#### MUESTRAS

E.M.3 Sup.: Sub Superficie

E.M.3 ½: 15 Metros

E.M.3 Fdo.: 36 Metros

**Estación de Muestreo Río Chubut, aguas debajo de Presa, Margen Izquierda: "E.M.4"**

Ubicación Geográfica: S 43° 41' W 66° 27'

Profundidad: Sub Superficie

### RESULTADOS

En esta oportunidad podemos observar que *Cyclotella* sp. fue el taxón mas abundante en todas las estaciones muestreadas. Como taxa subdominantes, *Chroomonas* sp. (aff. *minuta*) fue la mas abundante en los dos primeros niveles de la columna de agua del embalse y en la estación del Río Chubut, en tanto *Stephanodiscus* sp. fue subdominante en el fondo del embalse y muy abundante en el resto de los puntos considerados. Otros organismos de densidad significativa fueron, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* y *Eudorina* sp. en el fondo del embalse Ameghino.

Los valores de densidad celular (cél.ml<sup>-1</sup>), fueron Embalse Ameghino; Superficie: 1368 cél.ml<sup>-1</sup>, 15 metros: 1152 cél.ml<sup>-1</sup> y 36 metros (fondo) 579. En la estación Río Chubut (aguas abajo del embalse Ameghino), la densidad del fitoplancton total fue: 1668 cél.ml<sup>-1</sup>.

Los índices de Diversidad Específica, indican cada uno de ellos, valores bastante homogéneos, tanto en la columna de agua, en el embalse, como con relación a la muestra colectada en el Río Chubut, fluctuando entre los 0,401 y 0,69 bits (Simpson) y 1,205 y 2,338 bits (Shannon). Estos valores situarían a los ambientes analizados, entre los denominados mesotróficos a eutróficos.

El grupo algal mejor representado en todos los puntos considerados, fue el de las Chrysophyta.

Destacamos la presencia de *Anabaena* sp. (Complejo toxicas). Este taxón es considerado nocivo, por su potencial capacidad de producir de cianotoxinas e incluso olores desagradables, esto último, consecuencia de la liberación de **geosmina**, un compuesto volátil no tóxico. Sin embargo, en esta oportunidad su presencia no reviste riesgo toxicológico.

MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

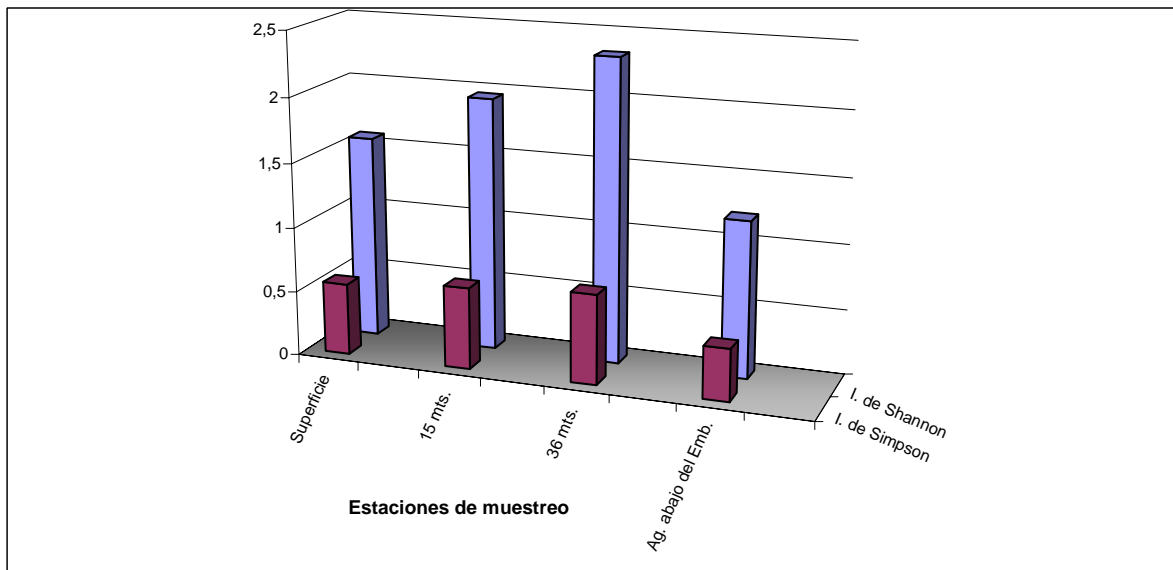
TAXA	Embalse Ameghino						Río Chubut	
	Superficie		15 mts.		36 mts.		Ag. abajo del Emb.	
	22/04/2008							
	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%
<b>Cyanophyta</b>								
<i>Anabaena</i> sp.					Presente			
<i>Anabaena</i> sp. (Complejo tóxicas)	Presente		Presente		Presente		Presente	
<b>Euglenophyta</b>								
<i>Euglena</i> sp.	Presente							
<b>Chlorophyta</b>								
<i>C. parvulum</i>	Presente		6	0,52			Presente	
<i>Elakathrix gelatinosa</i>			Presente		3	0,52		
<i>Eudorina</i> sp.	Presente		Presente		48	8,3	Presente	
<i>Kirchneriella</i> sp.					6	1,04		
<i>Mougeotia</i> sp.					Presente			
<i>Scenedesmus ecornis</i>					Presente		Presente	
<i>S. spinosus</i>					3	0,52		
<i>Schroederia setigera</i>	24	1,7	24	2,1	9	1,5	12	0,72
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Chroomonas</i> sp. (aff. minuta)	312	22,7	234	20,3	9	1,5	252	15,1
<i>Cryptomonas</i> sp.			Presente				Presente	
<b>Chrysophyta</b>								
<i>Achnanthes</i> sp.			6	0,52				
<i>Aulacoseria granulata</i> var. <i>angustissima</i>	18	1,3	24	2,1	75	12,95		
<i>A. pseudogranulata</i>	Presente		6	0,52	27	4,7	Presente	
<i>Cocconeis placentula</i>							Presente	
<i>Cyclotella</i> sp.	852	62	636	55,2	300	51,8	1272	76,26
<i>Cymbella cymbiformis</i>							Presente	
<i>Diatoma hiemale</i>							Presente	
<i>Epithemia sorex</i>	6	0,44	6	0,52	Presente		Presente	
<i>Gomphoneis herculeana</i>							Presente	
<i>Gomphonema</i> sp.							Presente	
<i>Gyrosigma</i> sp.	Presente							
<i>Melosira varians</i>	6	0,44			Presente			
<i>Navicula</i> sp.			18	1,56			12	0,72
<i>Nitzschia acicularis</i>					Presente			
<i>Nitzschia</i> sp.			6	0,52	12	2,07		
<i>Pinnularia</i> sp.							12	0,72
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>							Presente	
<i>Rhopalodia gibba</i>	Presente							
<i>Stephanodiscus</i> sp.	150	10,9	180	15,6	87	15	108	6,5
<i>Synedra ulna</i>	Presente		6	0,52				
<b>Total de células por mililitro</b>	<b>1368</b>		<b>1152</b>		<b>579</b>		<b>1668</b>	

**Indices de diversidad**

Embalse Ameghino			Río Chubut
Superficie	15 mts.	36 mts.	Ag. abajo del Emb.
22/04/2008			

Indice de Simpson	0,553	0,631	0,69	0,401
-------------------	-------	-------	------	-------

Indice de Shannon (Log <sup>2</sup> )	1,575	1,956	2,338	1,205
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------



## Análisis de ZOOPLANCTON

Estación de Muestreo Embalse Ameghino cercano a Presa: "E.M.3"

Ubicación Geográfica: S 43° 41' W 66° 29'

### MUESTRAS

E.M.3 Sup.: Sub Superficie

E.M.3 ½: 15 Metros

E.M.3 Fdo.: 36 Metros

### Estación de Muestreo Río Chubut, aguas debajo de Presa, Margen Izquierda: "E.M.4"

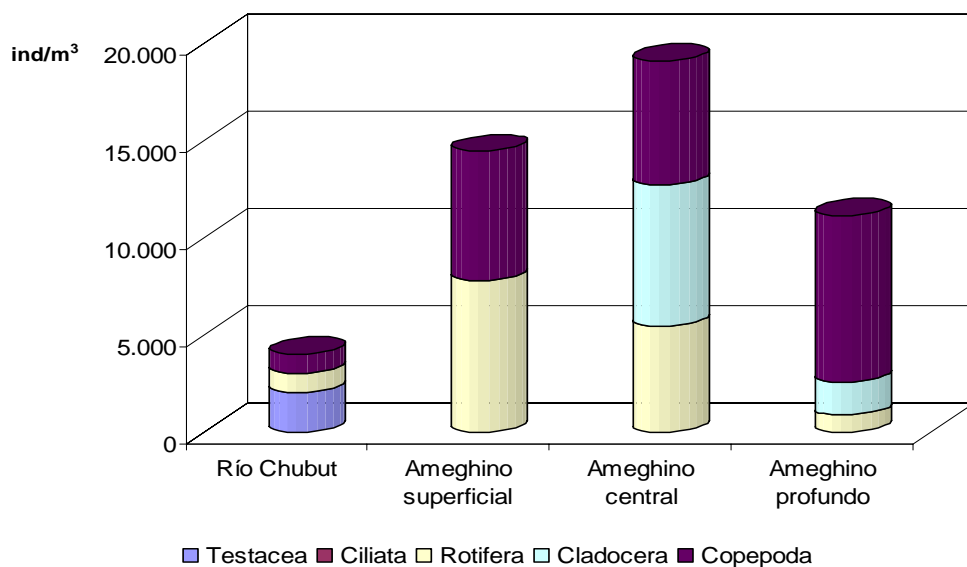
Ubicación Geográfica: S 43° 41' W 66° 27'

Profundidad: Sub Superficie

### RESULTADOS

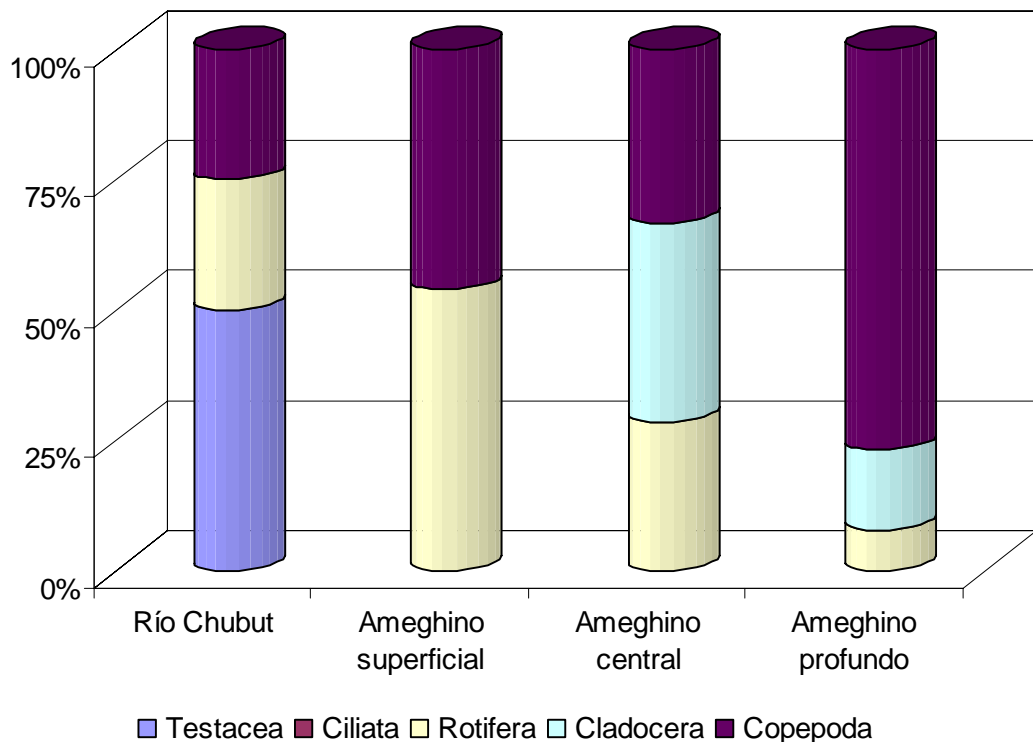
Los análisis cualitativos no mostraron la presencia de especies más allá de las que se registraron en el estudio cuantitativo en el Río Chubut y el nivel profundo del embalse Ameghino. En contraste con lo anterior, en el nivel superficial del embalse el análisis cualitativo reveló la presencia (inadvertida en el cuantitativo) de *Daphnia laevis* y en el nivel central se hallaron copepoditos calanoideos y una especie del género *Notodiaptomus* (Tabla 1).

Dentro de la escasez general, la abundancia zooplanctónica fue algo mayor en el sector del embalse, principalmente en el nivel medio de la columna de agua (19.090 ind/m<sup>3</sup>), mientras que en las muestras del río Chubut los valores fueron mínimos (4.000 ind/m<sup>3</sup>), como se muestra en la figura 1 y en la tabla 1.



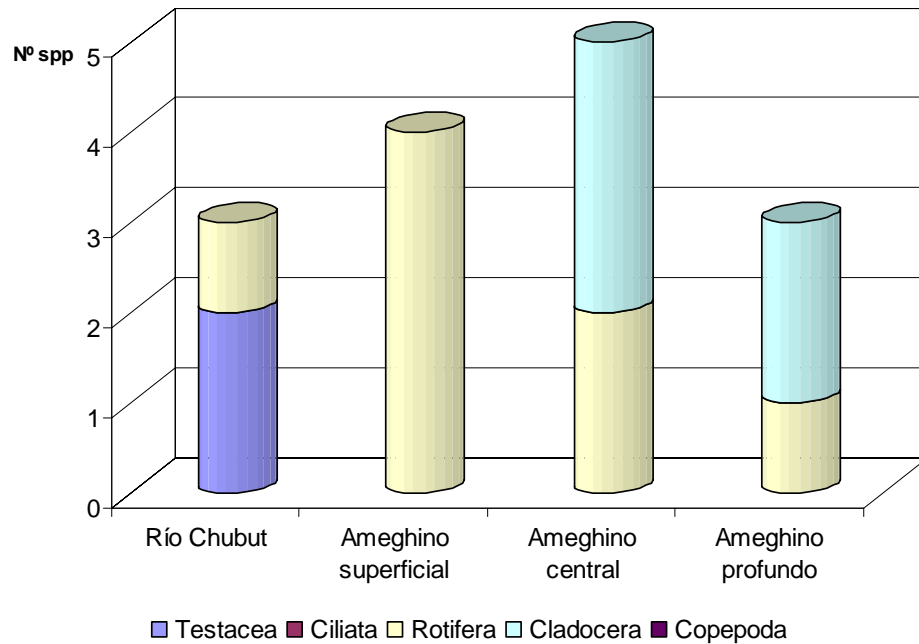
**Fig. 1: Abundancia zooplanctónica total y contribución de los grandes grupos, para cada sitio de muestreo.**

En el sector del Río Chubut, el grupo zooplanctónico de mayor importancia cuantitativa lo constituyeron las amebas testáceas (2.000 ind/m<sup>3</sup>, 50% de la abundancia total en ese sitio). En el nivel superficial del embalse se observó la presencia de dos grupos con representatividad equitativa: rotíferos (54 % de la densidad total), gracias a especies del género *Asplanchna* y copépodos juveniles (46 %) (Fig. 2). En el nivel central, además de rotíferos (28.6 % representados principalmente por *Asplanchna priodonta*) y larvas naupli de copépodos (33,3 %) se observaron cladóceros (38,1 %). En este último grupo, que dominó por escaso margen, se destacó *Daphnia obtusa*. En profundidad, los copépodos tuvieron casi el 77% de la abundancia total (8.571 ind/m<sup>3</sup>) merced a la presencia de larvas nauplii (Fig. 2)



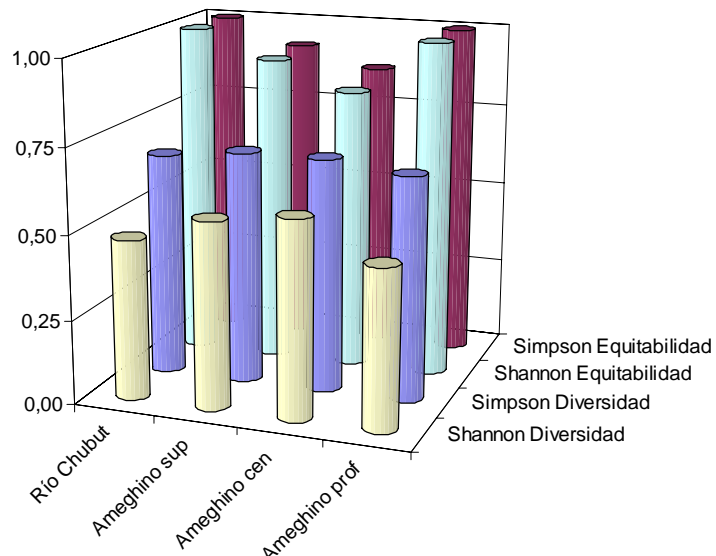
**Fig. 2: importancia relativa de los grupos zooplanctónicos en los sitios relevados.**

En el aspecto de la riqueza específica nunca se superaron las 5 especies. El máximo en cuestión se observó en el nivel central del embalse por la participación de tres especies de cladóceros y de rotíferos. Este último grupo fue el único que estuvo presente en todos los sectores analizados, además de haber sido el único que aportó especies adultas en el nivel superficial del embalse (4 especies). El sector profundo del embalse junto con el río Chubut fueron los de menos riqueza específica (3 especies) que se dividieron en 2 de cladóceros y 1 de rotíferos en el nivel profundo del embalse, y 2 de testáceas y 1 de rotíferos en el río Chubut (Fig. 3).



**Fig. 3: Riqueza específica aportada por los distintos grupos zooplanctónicos en el río Chubut y el embalse Ameghino.**

Dentro de las escasas variaciones, el sector del embalse en su nivel central de profundidad se caracterizó por combinar los menores valores de equitabilidad (Simpson: 0,868; Shannon: 0,84) con los mayores de diversidad (Simpson: 0,694; Shannon: 0,587) mientras que el panorama opuesto se observó para el río Chubut y el nivel profundo del embalse, tanto en equitabilidad (Simpson: 1; Shannon: 1) como en diversidad (Simpson: 0,667; Shannon: 0,447).



**Fig. 4. Representación de los índices de diversidad y dominancia**

	Río Chubut	Ameghino (nivel superficial)	Ameghino (nivel central)	Ameghino (nivel profundo)
	ind/m <sup>3</sup>			
<b>Testacea</b>				
<i>Centropyxis aculeata</i>	1.000,00			
<i>Cyphoderia ampulla</i>	1.000,00			
<b>Rotifera</b>				
<i>Asplanchna brightwelli</i>		2.222,22		
<i>Asplanchna priodonta</i>	1.000,00	3.333,33	4.545,45	
Bdelloidea		1.111,11	909,09	
<i>Keratella cochlearis</i>				857,14
<i>Polyarthra vulgaris</i>		1.111,11		
<b>Cladocera</b>				
<i>Bosmina</i> (cladocerito)			909,09	
<i>Bosmina chilensis</i>			X	
<i>Ceriodaphnia dubia</i>			909,09	857,14
<i>Daphnia</i> (cladocerito)			909,09	
<i>Daphnia laevis</i>		X	909,09	
<i>Daphnia obtusa</i>			3.636,00	857,14
<b>Copepoda</b>				
Larva nauplii	1.000,00	5.555,56	6.363,64	6.857,14
Copepodito calanoideo			X	857,14
Copepodito cyclopoideo		1.111,11		857,14
<i>Notodiaptomus</i> sp.			X	
<b>Densidad total (Ind/m<sup>3</sup>)</b>	<b>4.000,00</b>	<b>14.444,44</b>	<b>19.090,55</b>	<b>11.142,86</b>

Tabla 1: densidades de los distintos integrantes del zooplancton en los sitios de muestreo.

Con "X" se demarca la presencia sólo en el análisis cualitativo.

## ANEXO I

### “EVENTO EXTRAORDINARIO VOLCÁN CHAITÉN”

Conforme a Nota N° 142/08/DGGA, de Director General de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia de Chubut, donde solicita, debido a los eventos extraordinarios provenientes de la actividad del Volcán Chaiten (Chile) y a la dispersión de cenizas volcánicas en la cuenca del Río Chubut y por ende al embalse del Dique Florentino Ameghino, se incorpore en esta campaña de monitoreo ambiental, determinaciones de iones de metales pesados, y a continuación se informan.

MUESTRA PARÁMETRO	Embalse, aguas arriba de Presa			R. Chubut a. abajo Presa
Fecha	22/04/08			
Hora Muestreo	17:30			16:30
Nubosidad	1 / 4 (levemente nublado)			
Viento	Calmo			
Temp. Ambiente (°C)	17.5			17.4
Profundidad	0.20 m.	15 m.	36 m.	0.20 m.
Mercurio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Zinc (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cadmio (µg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Boro (mg/l)	0.14	0.20	0.16	0.17
Plomo (mg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Arsénico (mg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ion Cl (mg/l)	13.16	11.58	26.32	10.53
Cromo hexavalente (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Fluoruros (µg/l)	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4