



**HIDROELECTRICA  
AMEGHINO S.A.**

**MONITOREO  
DE  
CALIDAD  
DE AGUA**

**HIDROELÉCTRICA AMEGHINO S.A.**

**CAMPAÑA OTOÑO**

**ABRIL / 2.010**



## 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
Medusas .....	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, gavián 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 Bruno Alejandro Marín, inscripto en el Registro Provincial de Prestadores de Consultoría Ambiental, bajo el Número 177, y los análisis de aguas fueron realizados por el Laboratorio “Servicios Analíticos”, con su personal de muestreo y de análisis, que se encuentra inscripto en el Registro de Laboratorios autorizados de la Provincia de Chubut, con el Número 3.

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 21 de Abril de 2.010, 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 desde mayor a totalmente nublado y vientos suaves.

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 bajos, ingresantes al sistema: 13,65 m<sup>3</sup>/s. en el Río Chubut, y sin aporte del Río Chico. Baja cota de embalse: 157,05 m.s.n.m., con un volumen de agua embalsado de 950 Hm<sup>3</sup>, y una erogación de 61,00 m<sup>3</sup>/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, Abril/'07, Abril/'08 y Abril/'09). 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, y '07. En esta oportunidad, la temperatura de la profundidad media de embalse fue la más baja, con 14,7 °C. Las temperaturas en embalse de superficie y de fondo, como la del Río Chubut, fue de 14,8 °C.

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 los más bajos registrados en los últimos 5 otoños, registrándose en estos momentos, valores entre 137,1 y 142,2 µS/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 8,18 a 7,82 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. Estos son valores buenos para el desarrollo de la biología acuática.

Ver Gráfico de Página N° 21.



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

Los valores de **Oxígeno disuelto** muestreados, mínimos y máximos de este gas fueron: 8,4 y 8,8 mg/l., observándose una concentración prácticamente homogénea en todas las muestras, ocurriendo algo parecido en Abril/'07.

Ver Gráfico de Página N° 21.

La **Transparencia**, en la estación Presa alcanzó a los 1,30 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 diferente a las halladas en otros momentos de otoños de años anteriores, haciendo un pico de concentración en la muestra de Medio de embalse (825,43 µg/l). Es también alta la concentración encontrada en Embalse Presa (484,26 µg/l). Se prestará especial atención en los próximos muestreos para ver cómo evoluciona este parámetro.

Los valores hallados en las muestras de Fondo de embalse y Río Chubut, son similares a los encontrados en anteriores muestreos.

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. Sin embargo, en las dos muestras donde el Nitrógeno total dio elevado (Presa medio y superficie), los valores hallados de Nitrógeno orgánico, son altos. Esto deberá ser tenido en cuenta en las siguientes determinaciones.

El **Fósforo Total**, los valores registrados se encuentran entre 32,34 µg/l (Presa-Superficie) y 35,91 µg/l (Río Chubut).

Observando el Gráfico de pág. 23, se ve que en general las concentraciones halladas en esta oportunidad, son unas de las menores halladas, muy similares a las de Abril/'07.

Las concentraciones de **Clorofila a**, en general arrojaron los resultados más altos de los últimos 7 otoños, con picos en Presa Medio (3,26 µg/l) y Presa Fondo (2,99 µg/l). Sin embargo estos valores no son valores preocupantes, pero se prestará especial atención en próximos muestreos a fin de ver la evolución de este parámetro.

El valor más bajo fue el de Río Chubut, con 1,47 µg/l.

Ver Gráfico de Página N° 24.

En cuanto a los **Sólidos Totales**, los valores obtenidos fueron bajos, inclusive unos de los menores de los últimos 7 otoños en todas las muestras.

Los valores extremos registrados son de 107 mg/l en Presa Superficie y de 92,5 mg/l en Presa-Medio.

Ver Gráfico de Página N° 23.



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

En lo que respecta a **Sólidos Suspendidos**, los valores registrados son relativamente bajos, con respecto a similares momentos muestreados de los últimos 7 años, siendo inferiores solo los valores hallados en Abril/'04.

Los valores de Sólidos Suspendidos estuvieron entre 13,50 mg/l (Presa superficie), y 27,00 mg/l (Río Chubut).

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 valores menores al límite de detección del método en las muestras de Presa superficie y media agua, y como valor máximo de 0,22 mg/l en la muestra colectada en el Río Chubut.

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 (130 NMP/100 ml. en Medio y 700 NMP/100 ml. en el Fondo).

Ver Gráfico de Página N° 25.

Con respecto a los cultivos de las **Bacterias Coliformes Fecales**, fue positivo en la muestra de Fondo del embalse (350 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.



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

**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. 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 Fdo.	<i>Fondo</i> , prof. aprox. 44 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
<p>E.M. 3 y E.M. 4 (Otoño, Invierno, Primavera, Verano)</p> <p>E.M. 1; E.M. 2; (Primavera)</p>	<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> <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*



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

**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 aislamiento 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.



MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

**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 Termostatizado	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 muestreos fue la responsable del presente informe, 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 Bruno A. Marín, nombrado 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.

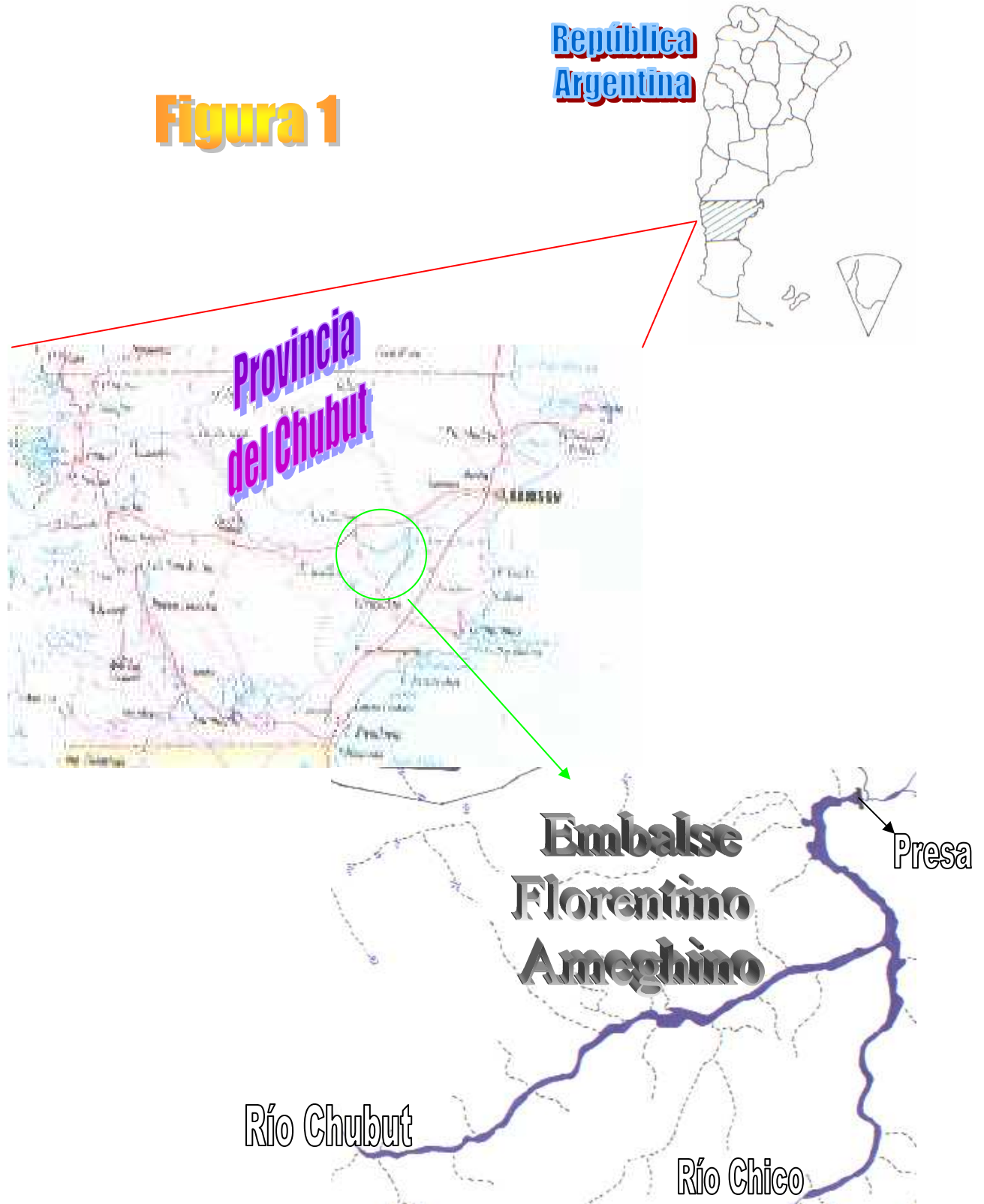


MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

# 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:** 21 / Abril / 2.010  
**Hora de Muestreo:** 17:30 hs.  
**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 23 / Abril / 2.010  
**Nubosidad:** 3 / 4 (Parcialmente Nublado)  
**Dirección del Viento:** 289° NW  
**Viento:** 13.9 Km/h  
**Temperatura Ambiente:** 8.7 °C

PARÁMETRO	SUPERFICIE	½ AGUA	FONDO
Profundidad	0,20 m. (de Superficie)	20 m. (de superficie)	44 m. (1 m. sobre lecho)
pH	8.32	8.68	8.57
Conductividad (µS/cm)	137.1	139.6	139.9
Temperatura de Agua (°C)	14.8	14.7	14.8
Transparencia (m.)	1.30	//////////	//////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8.7	8.5	8.4
Fósforo Total (µg/l)	32.34	34.78	32.52
Nitrógeno Total (µg/l)	484.26	825.43	372.09
NO <sub>3</sub> (µg/l)	600.00	730.00	1080.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	5.00	3.70	2.50
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	331.63	617.40	111.13
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	17.70	49.20	17.70
Sólidos totales (mg/l)	114.29	121.95	123.81
Sólidos suspendidos (mg/l)	13.50	22.00	26.00
Clorofila a (µg/l)	1.58	3.26	2.99
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)	< 0.1	< 0.1	0.18
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	17	130	700
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	Ausencia	350
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:** 21 / Abril / 2.010

**Hora de Muestreo:** 16:50 hs.

**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 23 / Abril / 2.010

**Nubosidad:** 4 / 4 (Completamente Nublado)

**Dirección del Viento:** 75° NE

**Viento:** 5.1 Km/h

**Temperatura Ambiente:** 11.0 °C

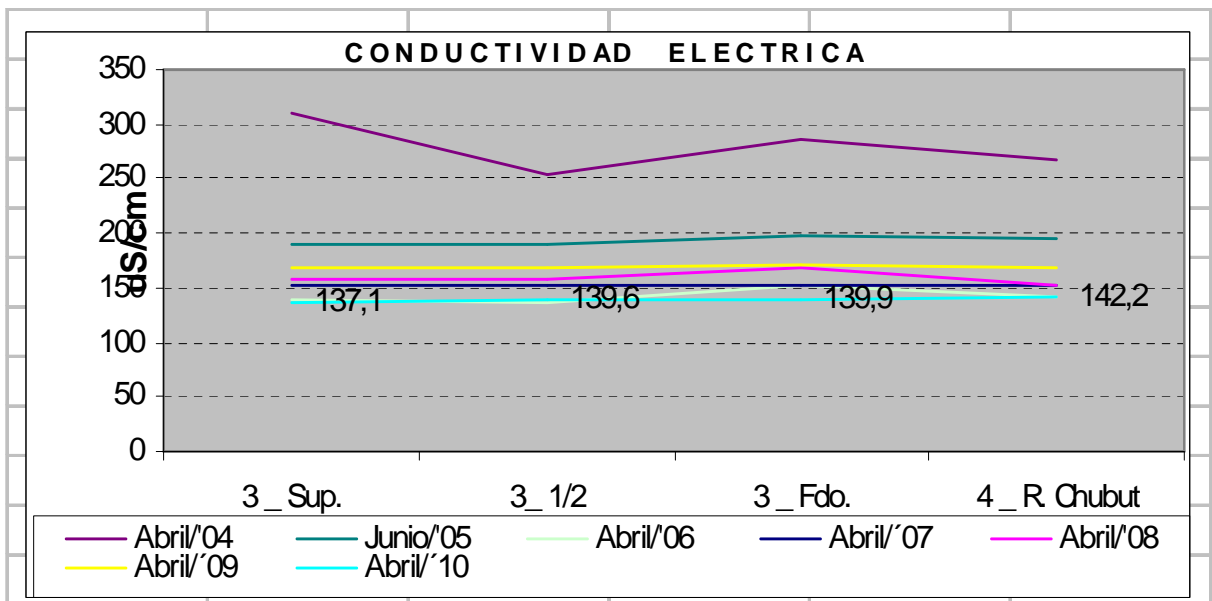
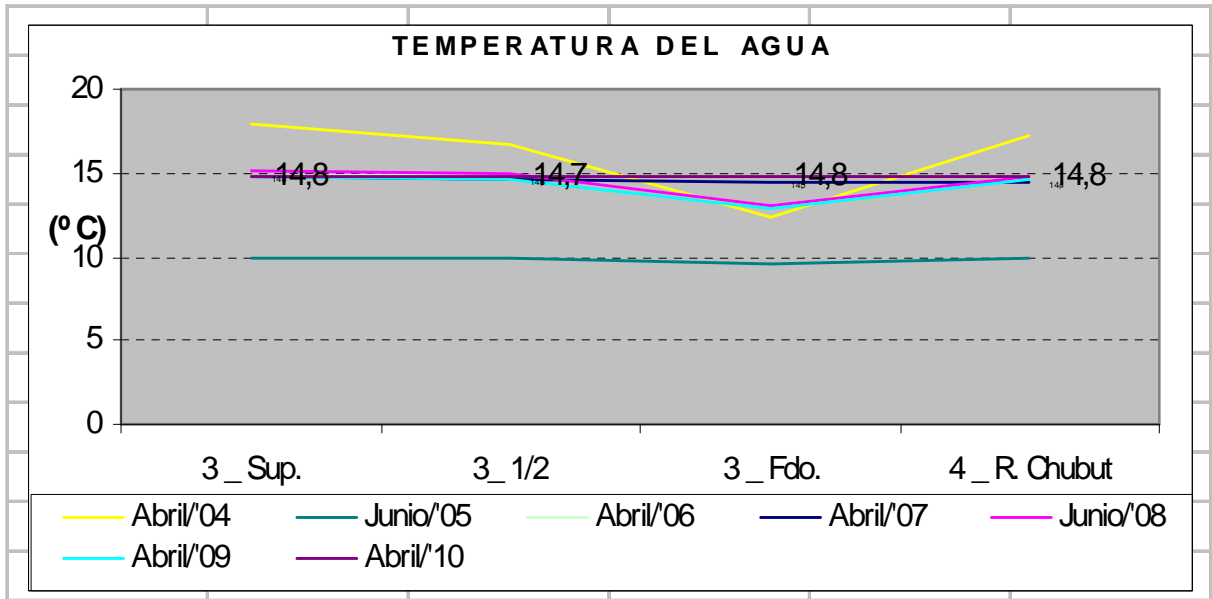
PARÁMETRO	SUPERFICIE
Profundidad	0,20 (de Superficie)
pH	7.95
Conductividad (µS/cm)	142.2
Temperatura de Agua (°C)	14.8
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8.8
Fósforo Total (µg/l)	35.91
Nitrógeno Total (µg/l)	269.30
NO <sub>3</sub> (µg/l)	660.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	5.00
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	88.20
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	35.50
Sólidos totales (mg/l)	119.51
Sólidos suspendidos (mg/l)	27.00
Clorofila a (µg/l)	1.47
Mercurio (µg/l)	< 0.1
Zinc (µg/l)	< 0.1
Cadmio (µg/l)	< 0.1
Boro (mg/l)	0.22
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	61
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia
Vibrión Colérico	Negativo

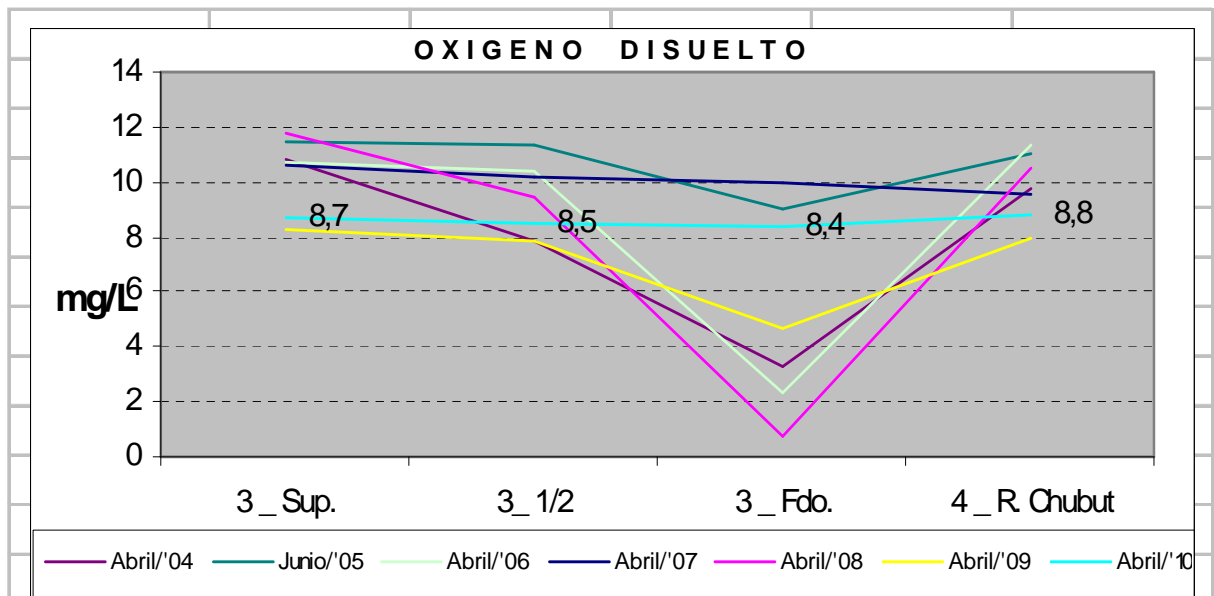
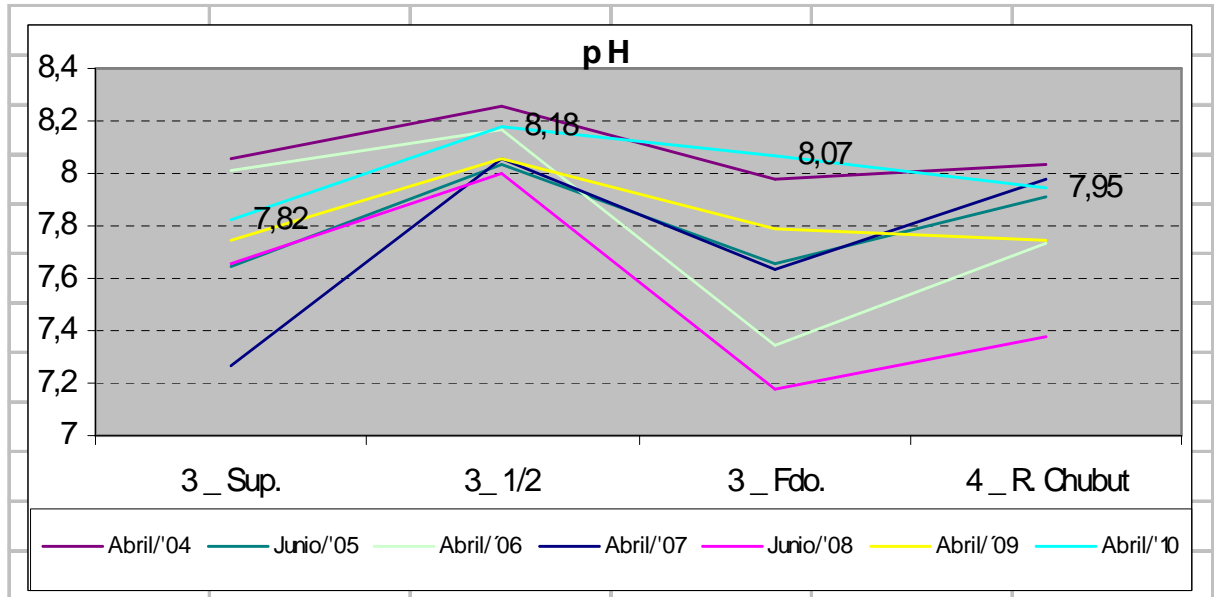
**TABLA GENERAL DE ANÁLISIS DE AGUAS ( Abril/2.010)**

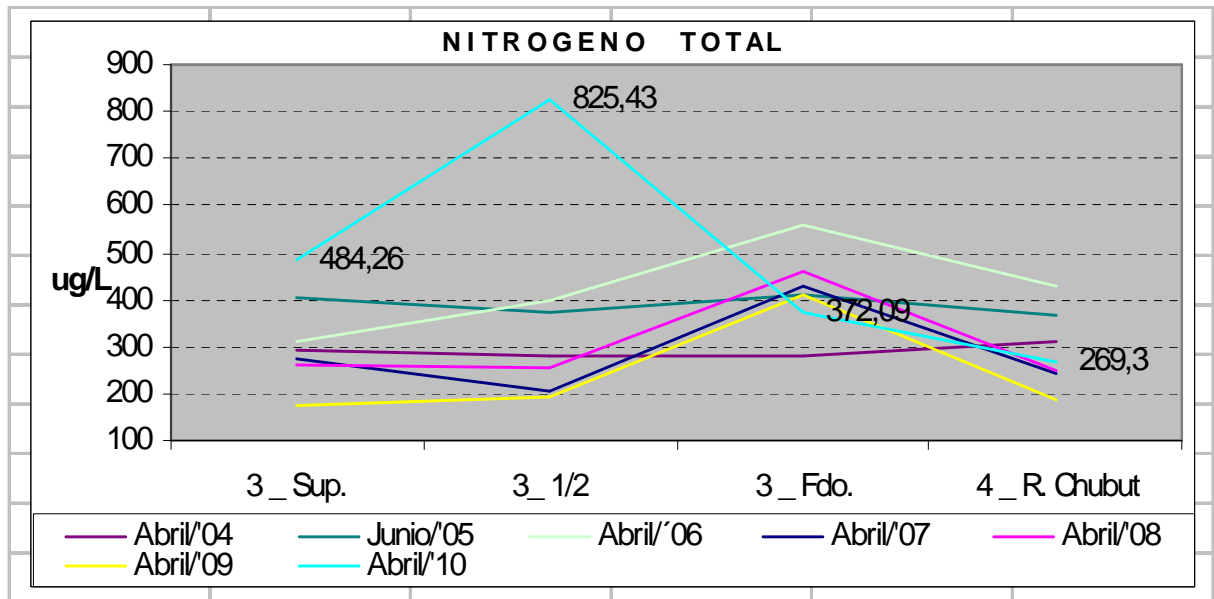
MUESTRA	3	3	3	4
PARÁMETRO	Sup.	½	Fdo.	
Fecha	21/04/10			
Hora Muestreo	17:30			16:50
Nubosidad	3 / 4 (parcialm. nublado)			4/4 (Completo nublado)
Viento	13.9 K/h 289° NW			5.1 K/h 75° NE
Temp. Ambiente (°C)	8.7			11.0
Profundidad	0.20 m.	20 m.	44 m.	0.20 m.
pH	8.32	8.68	8.57	7.95
Conductividad (µS/cm)	137.1	139.6	139.9	142.2
Temperatura de Agua (°C)	14.8	14.7	14.8	14.8
Transparencia (m.)	1.30	//////////	//////////	//////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8.7	8.5	8.4	8.8
Fósforo Total (µg/l)	32.34	34.78	32.52	35.91
Nitrógeno Total (µg/l)	484.26	825.43	372.09	269.30
NO <sub>3</sub> (µg/l)	600.00	730.00	1080.00	660.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	5.00	3.70	2.50	5.00
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	331.63	617.40	111.13	88.20
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	17.70	49.20	17.70	35.50
Sólidos totales (mg/l)	114.29	121.95	123.81	119.51
Sólidos suspendidos (mg/l)	13.50	22.00	26.00	27.00
Clorofila a (µg/l)	1.58	3.26	2.99	1.47
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)	< 0.1	< 0.1	0.18	0.22
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	17	130	700	61
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	Ausencia	350	Ausencia
Vibrión Colérico	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo



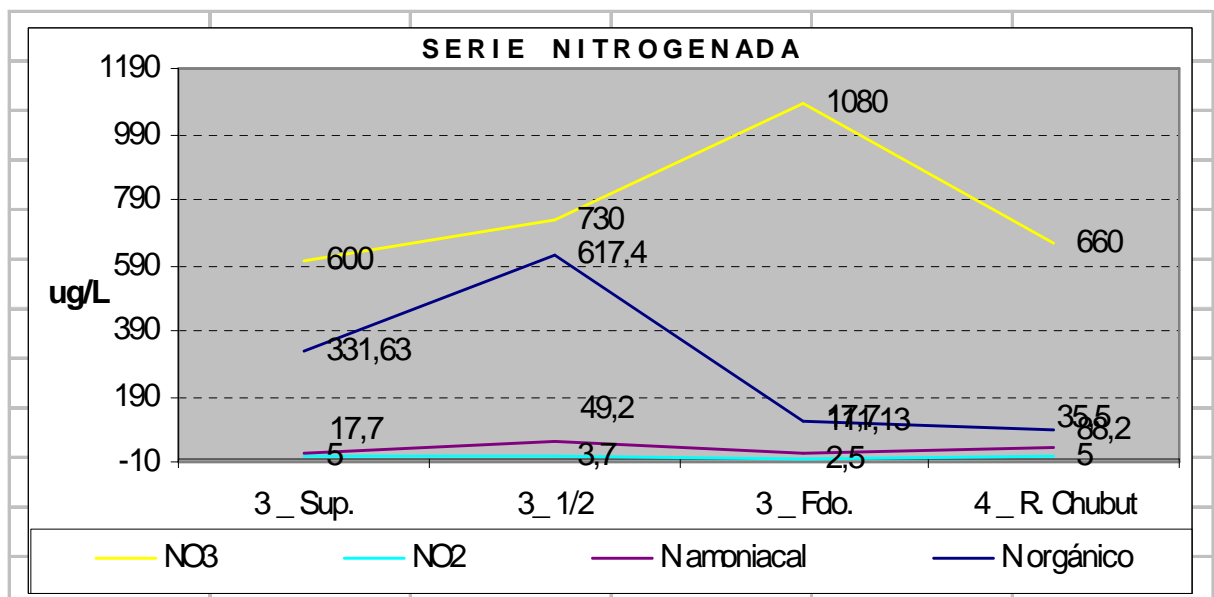
MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO





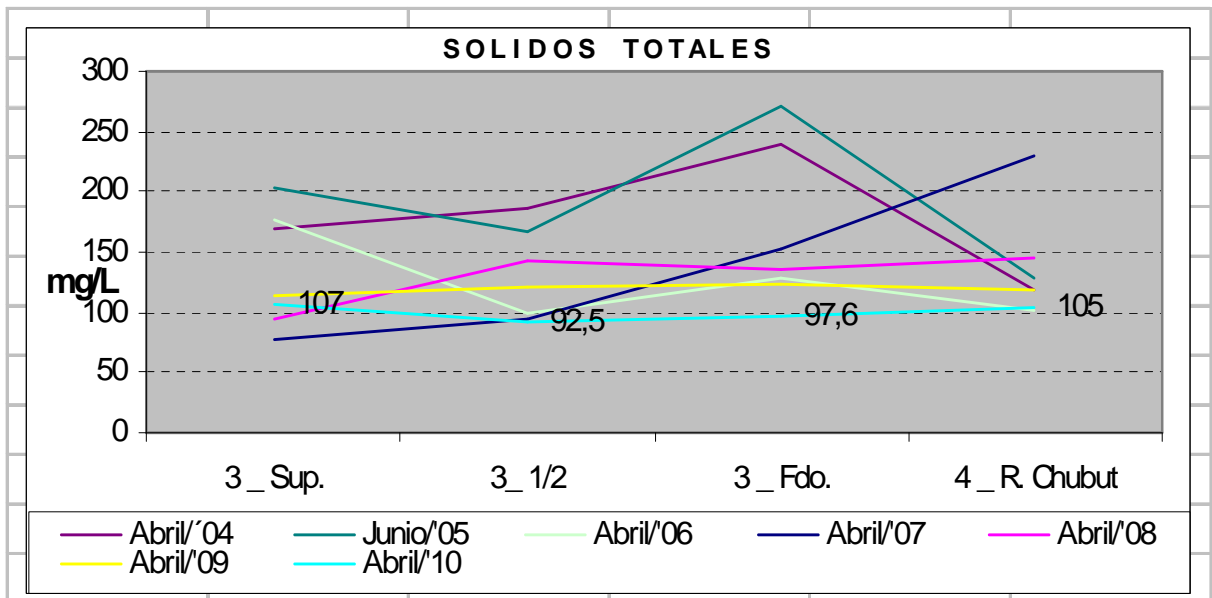
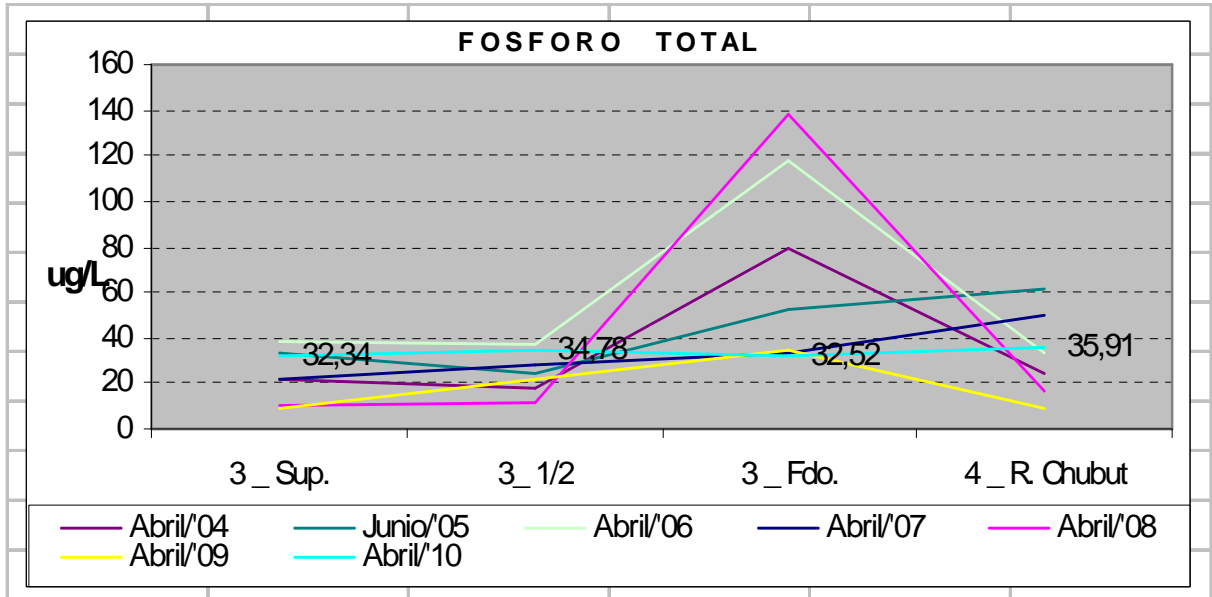


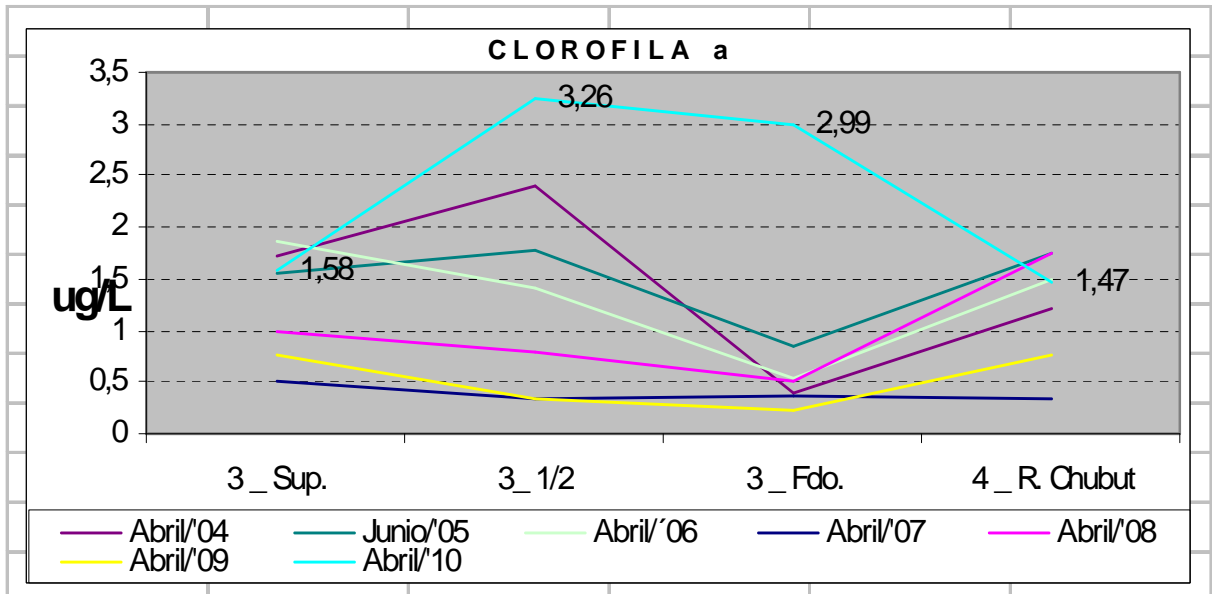
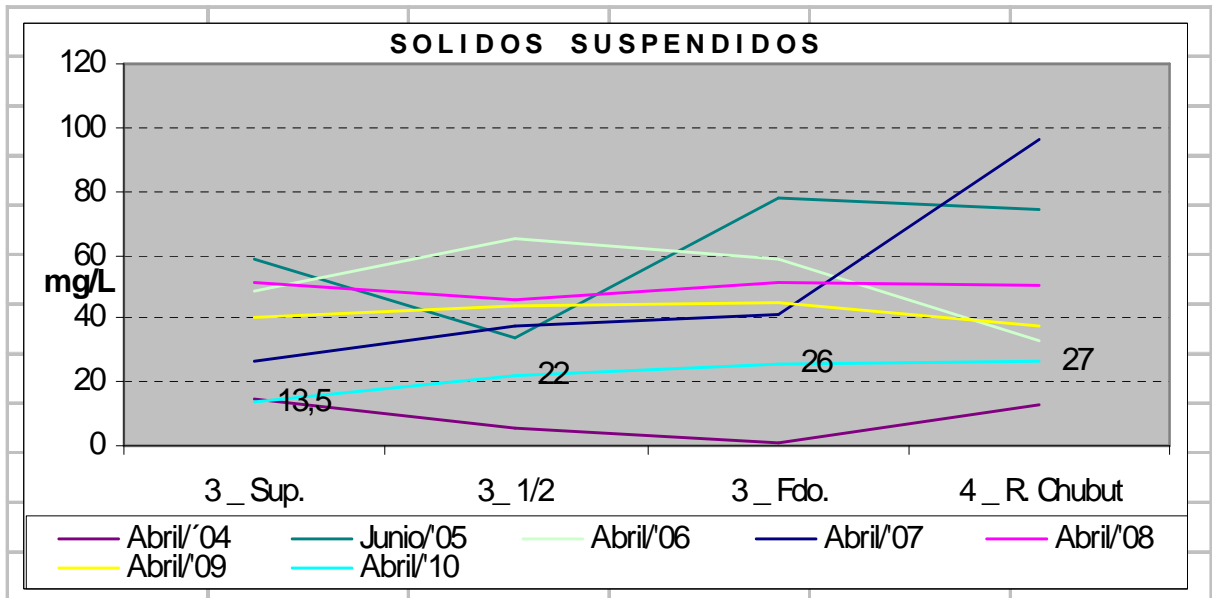
Nitrógeno total (Norg + N-amoniacal + N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub>)

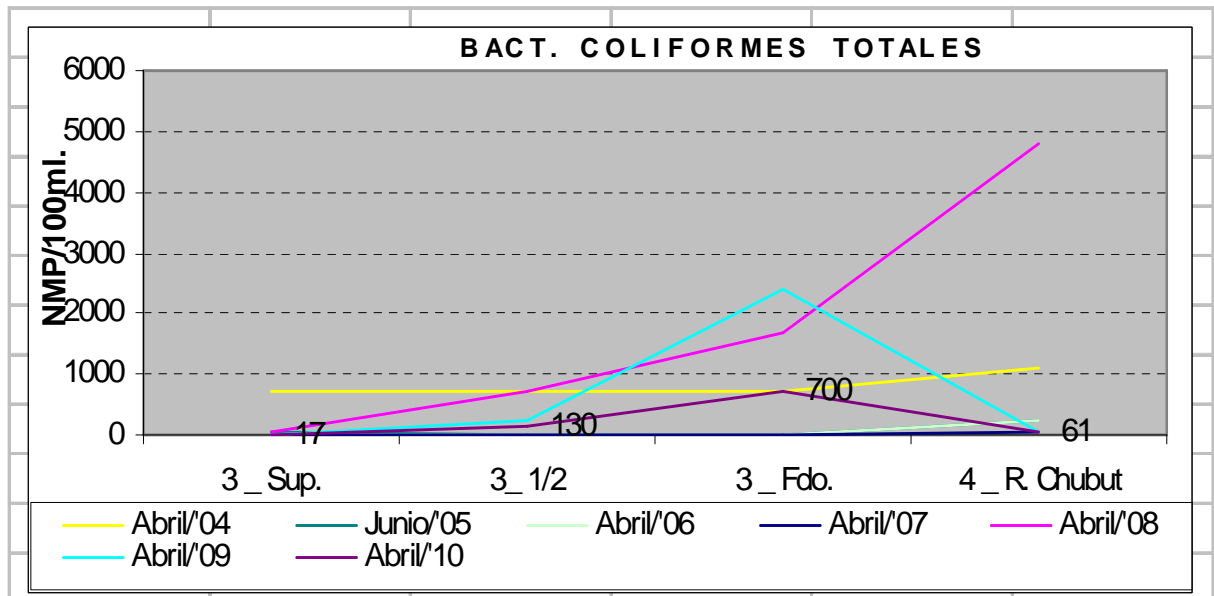




MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO









## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

### 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: 20 Metros

E.M.3 Fdo.: 44 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 el fitoplancton del embalse, en esta oportunidad, el taxón mas abundante fue *Aulacoseira pseudogranulata* en toda la columna de agua, así como en el Río Chubut. Como taxa subdominantes en el embalse se encontraron los siguientes taxa: *Stephanodiscus* sp. y *Chroomonas* sp. (aff. *minuta*), *Eutetramorus tetrasporus* y en menor medida, *Coelastrum microporum*. En la estación del Río Chubut, además de los organismos acompañantes citados para el embalse, se suma como taxa subdominante a *Anabaena* sp. (Complejo toxicas).

Los valores de densidad celular del total fitoplanctónico en el Embalse Ameghino, fueron: en superficie: 1098 cél.ml<sup>-1</sup>, a 20 metros de profundidad: 856 cél.ml<sup>-1</sup> y a los 44 metros (fondo) 1416 cél.ml<sup>-1</sup>. En la estación Río Chubut (aguas abajo del embalse Ameghino), la densidad del fitoplancton total fue de 1506 cél.ml<sup>-1</sup>.

En función de los valores de densidad celular de cada uno de los taxa hallados, se calcularon los índices de diversidad para cada una de las estaciones y profundidades de muestreo consideradas. Los resultados hallados para el embalse Ameghino fueron: superficie (D: **0,546**; H: **1,703** bits), 20 metros: (D: **0,607**; H: **1,94** bits) y 44 metros de profundidad en la columna: (D: **0,662**; H: **2,213** bits). En aguas abajo del embalse, sobre el Río Chubut, los valores registrados de diversidad específica fueron: (D: **0,734**; H: **2,368** bits). Estos valores son característicos de ambientes de meso a eutróficos.

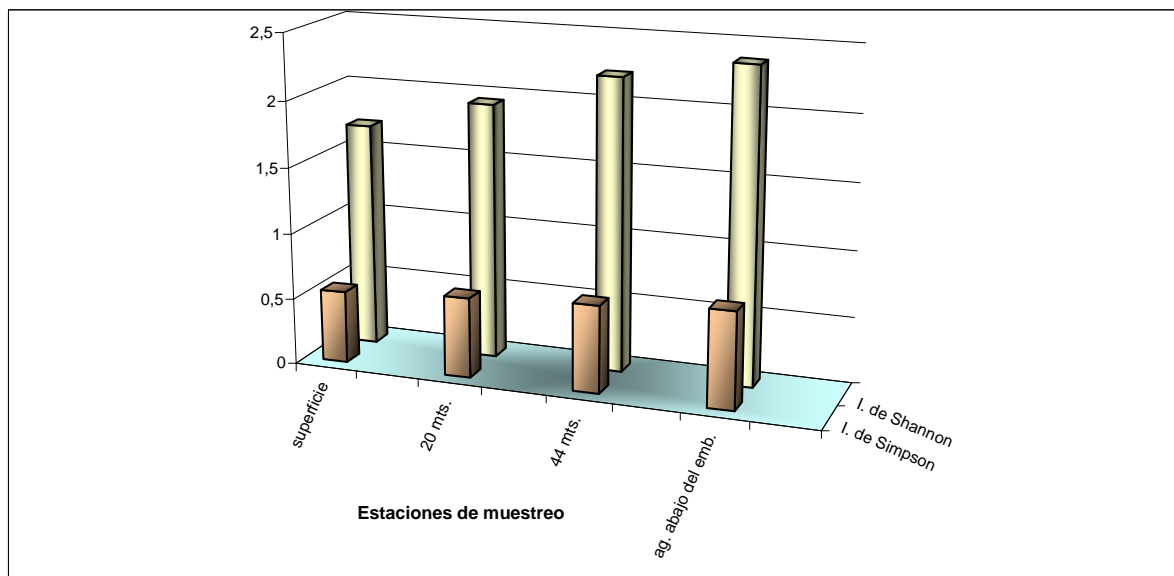
Los grupos algales mejor representados en todos los puntos considerados, fueron las Chrysophyta y las Chlorophyta.

De los taxa hallados destacamos la presencia nociva de *Aulacoseira pseudogranulata*, ya que esta citado como especie apocadora de filtros. El taxón *Anabaena* sp. (Complejo tóxicas), si bien estuvo presente en todas las muestras, estuvo mejor representado en la muestra del Río Chubut, sin embargo su densidad no es de riesgo toxicológico.

TAXA	Embalse Ameghino						Río Chubut Ag. abajo del Emb.	
	Superficie		20 mts.		44 mts.		cél.ml <sup>-1</sup>	%
	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%		
	21/04/2010							
<b>Cyanophyta</b>								
<i>Anabaena sp. (Complejo tóxicas)</i>	Presente		Presente		Presente		366	24,3
<b>Euglenophyta</b>								
<i>Euglena sp.</i>	Presente						Presente	
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Closterium aciculare</i>			Presente					
<i>C. parvulum</i>	12	1,1	Presente		Presente		12	0,8
<i>Closterium sp.</i>			Presente					
<i>Coelastrum microporum</i>					144	10,17		
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>			4	0,47	Presente			
<i>Eutetramorus tetrasporus</i>	84	7,65	80	9,34	96	6,8	144	9,6
<i>Kirchneriella aperta</i>	6	0,55	4	0,47	12	0,85		
<i>Monoraphidium contortum</i>	6	0,55	4	0,47				
<i>Mougeotia sp.</i>	6	0,55	Presente		6	0,42	Presente	
<i>Oocystella lacustris</i>					24	1,7		
<i>Scenedesmus ecomis</i>	Presente							
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Chroomonas sp. (aff. minuta)</i>	102	9,3	88	10,3	138	9,7	144	9,6
<i>Cryptomonas sp.</i>	Presente				6	0,42		
<b>Pyrrophyta</b>								
<i>Ceratium hirundinella</i>	Presente							
<i>Peridinium willeii</i>					Presente		Presente	
<b>Chrysophyta</b>								
<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>							6	0,4
<i>A. pseudogranulata</i>	714	65,03	508	59,3	774	54,7	642	42,6
<i>Cocconeis placentula</i>							6	0,4
<i>Cyclotella ocellata</i>					6	0,42		
<i>Cyclotella sp.</i>	6	0,55	16	1,9	18	1,3	42	2,8
<i>Cymbella prostrata</i>							Presente	
<i>Diatoma hiemale</i>							Presente	
<i>Epithemia sorex</i>	Presente		4	0,47	6	0,42	6	0,4
<i>Gomphonema parvulum</i>			4	0,47				
<i>Nitzschia sp.</i>							12	0,8
<i>Stephanodiscus sp.</i>	162	14,75	136	15,9	180	12,7	114	7,6
<i>Synedra sp.</i>			4	0,47	6	0,42	6	0,4
<i>Urosolenia eriensis</i>			4	0,47				
<b>Total de células por mililitro</b>	<b>1098</b>		<b>856</b>		<b>1416</b>		<b>1506</b>	

**Indices de diversidad**

	Embalse Ameghino			Río Chubut ag. abajo del emb.
	superficie	20 mts.	44 mts.	
	21/04/2010			
<b>Indice de Simpson</b>	<b>0,546</b>	<b>0,607</b>	<b>0,662</b>	<b>0,734</b>
<b>Indice de Shannon (Log<sup>2</sup>)</b>	<b>1,703</b>	<b>1,94</b>	<b>2,213</b>	<b>2,368</b>





## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

### **Análisis de ZOOPLANCTON**

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

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

#### MUESTRAS

##### **Estación de Muestreo Embalse**

E.M.3 Sup.: Sub Superficie

E.M.3 ½: 20 Metros

E.M.3 Fdo.: 44 Metros

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

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

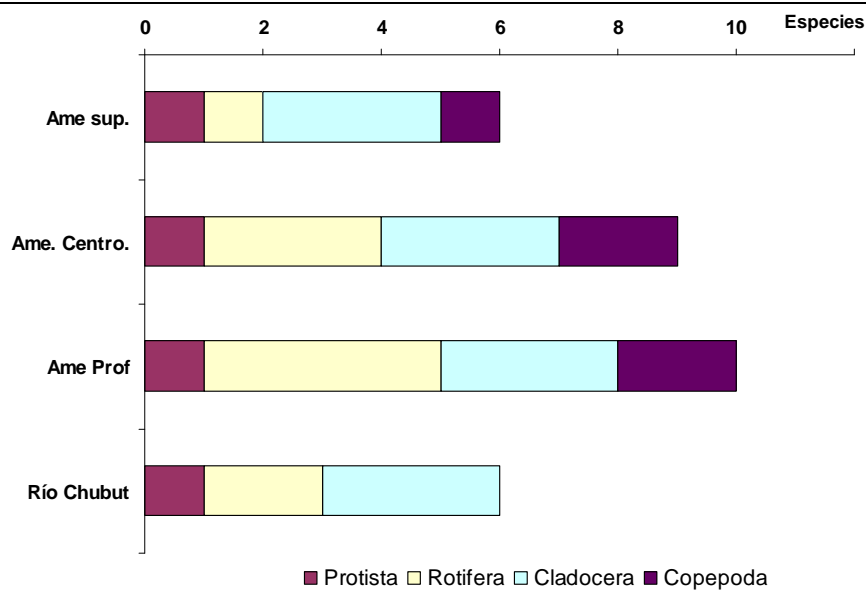
Profundidad: Sub Superficie

#### **RESULTADOS**

Se registraron 10 especies (un protista, cuatro rotíferos, tres cladóceros y dos copépodos). La mayor riqueza específica se halló en el nivel profundo del embalse (44 m) con el total de especies. La riqueza menor (seis especies) se contabilizó en el nivel superficial del embalse (un protista, un rotífero, tres cladóceros y un copépodo) como en el Río Chubut (un protista, dos rotíferos y tres cladóceros) (Fig. 1 y Tabla 1).

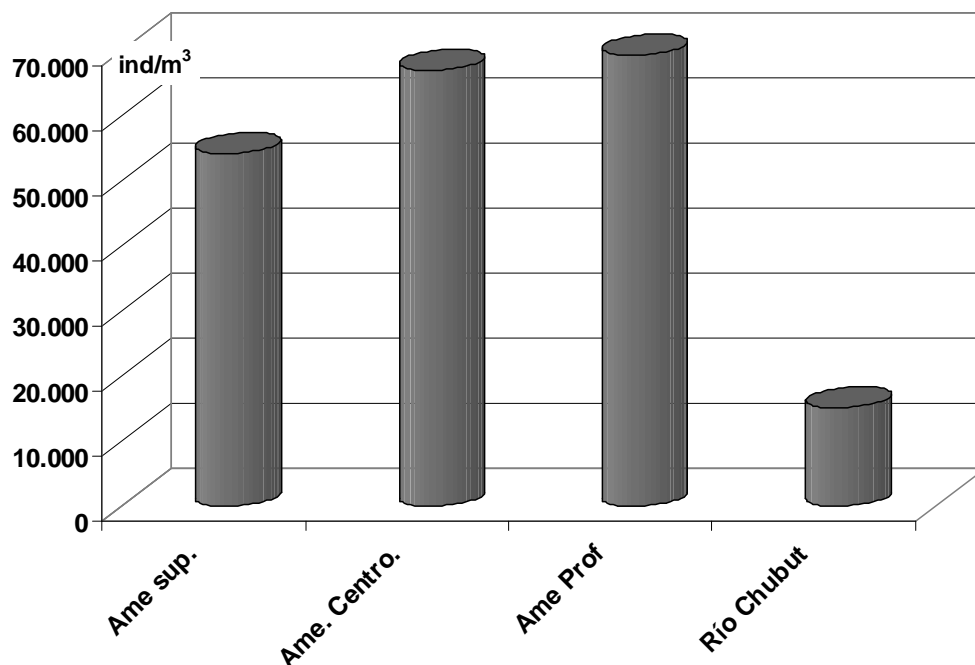
**Tabla 1. Composición del zooplancton y densidad numérica de los integrantes en los puntos de muestreo**

	Ame sup.	Ame. Centro.	Ame Prof	Río Chubut
<b>Protista</b>				
Heliozoo	34.000	30.000	42.000	8.000
<b>Rotifera</b>				
Bdelloidea			2.000	
<i>Brachionus calyciflorus</i>		8.000	2.000	2.000
<i>Polyarthra vulgaris</i>	16.000	10.000	18.000	4.000
<i>Trichocerca pusilla</i>		12.000	2.000	
<b>Cladocera</b>				
<i>Bosmina huaronensis</i>	1.500	633	267	200
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	2.333	3.233	1.733	267
<i>Diaphanosoma chilensis</i>	133	533	800	600
<b>Copepoda</b>				
Larva nauplii	67	2.000		
Copepodito calanoideo	67	133	200	
Copepodito ciclopoideo		267	133	
<b>Densidad total (Individuos/m<sup>3</sup>)</b>	<b>54.100</b>	<b>66.800</b>	<b>69.133</b>	<b>15.067</b>



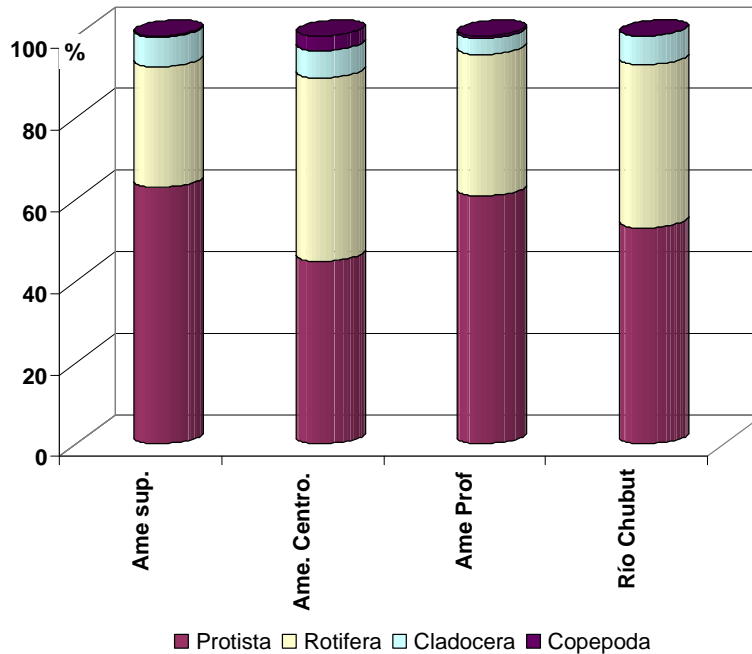
**Figura 1. Variación espacial del número de especies de los grupos zooplanctónicos.**

La abundancia numérica del zooplancton fue mayor que en ocasiones anteriores, por la contribución de un heliozoo que fue dominante en todos los sitios analizados. Los niveles medio (20 m) y profundo (44 m) del embalse mostraron los mayores valores de densidad zooplanctónica (66.800 y 69.133 individuos/m<sup>3</sup>, respectivamente). El sector superficial del embalse registró un valor menor que los niveles profundos (54.100 ind/m<sup>3</sup>). La menor densidad se detectó en el Río Chubut (15.067 individuos/m<sup>3</sup>) (Fig 2).



**Figura 2: Variación espacial de la abundancia total zooplanctónica total**

El zooplancton estuvo dominado numéricamente por protistas y rotíferos en una situación de codominancia mientras que los cladóceros y copépodos fueron cuantitativamente accesorios. En el caso de los protistas, que representaron entre el 45 % (nivel central del embalse) y el 63 % (nivel superficial) de la densidad total zooplanctónica, estuvieron exclusivamente representados por un actinópodo (heliozoo). Entre los rotíferos la especie *Polyarthra vulgaris* fue la de mayor importancia cuantitativa en la mayoría de los sitios relevados, a excepción del nivel central del perfil vertical efectuado en el embalse en que se destacó *Trichocerca pusilla* (Fig. 3).

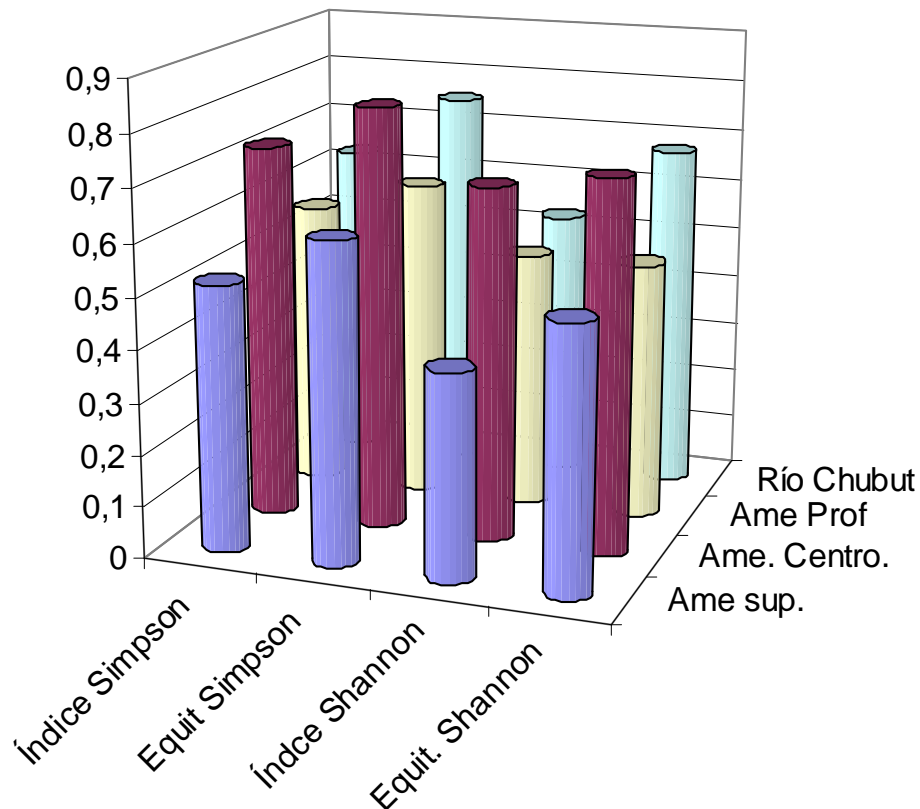


**Figura 3 Variación espacial de la contribución relativa de los grupos zooplanctónicos a la densidad total del zooplancton**

Los valores mayores de los índices de diversidad específica se estimaron para el nivel central del perfil vertical efectuado en el embalse. Se conjugó una riqueza específica relativamente alta con la mayor equitabilidad registrada. Los valores mínimos de los índices de diversidad específica se registraron en el nivel superficial del embalse debido a la baja riqueza específica y a la baja equitabilidad (Fig. 4, Tabla 2).

**Tabla 2. Valores de los índices de diversidad específica y de sus respectivas equitabilidades para los sitios de muestreo**

Sample	Ame sup.	Ame. Centro.	Ame Prof	Río Chubut
Índice Simpson	0,515	0,726	0,56	0,628
Equit Simpson	0,618	0,817	0,622	0,753
Índice Shannon	0,398	0,685	0,502	0,527
Equit. Shannon	0,512	0,718	0,502	0,677
Num.Spec.	6	9	10	6



**Figura 4. Variación espacial de los valores estimados de los índices de diversidad y de sus respectivas equitabilidades.**