



**HIDROELECTRICA  
AMEGHINO S.A.**

**MONITOREO  
DE  
CALIDAD  
DE AGUA**

**HIDROELÉCTRICA AMEGHINO S.A.**

**CAMPAÑA OTOÑO**

**ABRIL / 2.011**



## 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 Oxígeno Disuelto .....	21
Gráfico General de Nitrógeno Total .....	22
Gráfico General de Serie Nitrogenada .....	22
Gráfico General de Fósforo Total .....	23
Gráfico General de Sólidos Totales .....	24
Gráfico General de Sólidos Suspendidos .....	24
Gráfico General de Clorofila a .....	25
Gráfico General de Transparencia .....	25
Gráfico General de Coliformes Totales .....	26
Gráfico General de Coliformes Fecales .....	26
Fitoplancton .....	27
Zooplancton .....	30
INFORMES DE LABORATORIO ANALÍTICO .....	35



## 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 cordillera, 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 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 15 de Abril de 2.011, 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 completamente despejado y vientos calmos a 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: 8,73 m<sup>3</sup>/s. en el Río Chubut, y sin aporte del Río Chico. Baja cota de embalse: 149,90 m.s.n.m., con un volumen de agua embalsado de 819,40 Hm<sup>3</sup>, y una erogación de 39,48 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, Abril/'09 y Abril/'10). Se pueden observar en Gráficos de Página N° 20 a N° 26. 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 esta oportunidad, la temperatura más elevada se registró en Embalse Superficie, con 15,6 °C. La temperatura más baja fue de 13,8 °C en el fondo de embalse a los 43 metros de profundidad. La temperatura del Río Chubut, fue de 15,3 °C.

Ver Gráfico de Pág. N° 20.

La **Conductividad eléctrica** del líquido, es levemente elevada para los usos del tipo agrícola. Los valores hallados fueron superados por los registrados en Otoño del año 2.004 y 2.005, registrándose en estos momentos, valores entre 152,40 y 188,70 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 8,28 a 7,93 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.

Los valores de **Oxígeno disuelto** muestreados, mínimos y máximos de este gas fueron: 5,3 y 8,4 mg/l., observándose concentraciones, si bien levemente superiores al nivel mínimo recomendado, cercana al mismo, en Embalse media profundidad y fondo, por lo que se deberá prestar especial atención en próximos muestreos,



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

Sin embargo, observando el gráfico de pág. 21, esto ha ocurrido e cuatro otoños anteriores, sobre todo en las muestras de fondo de embalse.

Ver Gráfico de Página N° 21.

La **Transparencia**, en la estación Presa alcanzó a los 3,00 metros, de acuerdo al disco de Secchi, siendo un valor normal e intermedio a los hallados anteriormente.

Ver Gráfico de Página N° 25.

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 (1190,27  $\mu\text{g/l}$ ) y otro pico en la muestra de Fondo de embalse (1513,79  $\mu\text{g/l}$ ).

Analizando los resultados de los análisis de toda la serie nitrogenada (Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Amoniacal y Nitrógeno Orgánico), se observa que son los Nitrógenos Orgánicos quienes influyen mayormente en el Nitrógeno total.

Esto podría deberse a la baja cota de embalse, con un bajo volumen de agua embalsado y muy poco caudal de ingreso desde el Río Chubut, y nulo ingreso por el Río Chico, con baja tasa de renovación de agua y con una mayor densidad de la biota en general en el embalse (peces, moluscos, crustáceos, algas, etc.). Se prestará especial atención en los próximos muestreos para ver cómo evoluciona este parámetro.

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

Ver Gráficos de Página N° 22.

El **Fósforo Total**, los valores registrados se encuentran entre 2,38  $\mu\text{g/l}$  (Río Chubut y 33,67  $\mu\text{g/l}$  (Presa Fondo).

Observando el Gráfico de pág. 23, se ve que en general las concentraciones halladas en esta oportunidad, son unas de las menores halladas.

Las concentraciones de **Clorofila a**, en general arrojaron resultados medios a bajos, comparando los últimos 8 otoños, con picos en Presa Medio (1,14  $\mu\text{g/l}$ ) y Presa Fondo (0,949  $\mu\text{g/l}$ ).

El valor más bajo fue el de Río Chubut, con 0,52  $\mu\text{g/l}$ .

Ver Gráfico de Página N° 25.

En cuanto a los **Sólidos Totales**, los valores obtenidos fueron relativamente altos, sobre todo en las muestras de Presa Superficie y Medio, como en el Río Chubut (comparando con determinaciones de otoños anteriores. En Presa Fondo, el valor hallado actualmente, fue superado en Otoño de 2.004 y 2.005.



## MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

Los valores extremos registrados son de 195,12 mg/l en Presa Medio y de 228,89 mg/l en Presa Fondo.

Ver Gráfico de Página N° 24.

En lo que respecta a **Sólidos Suspendidos**, los valores registrados son intermedios, con respecto a similares momentos muestreados de los últimos 8 años, excepto al valor analizado en Presa Fondo, donde fue superado solamente por el nivel hallado en Junio/'05.

Los valores de Sólidos Suspendidos estuvieron entre 30,50 mg/l (Presa superficie), y 73,50 mg/l (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 valores que estuvieron entre 0,06 mg/l en Presa Medio, y como valor máximo de 0,24 mg/l en la muestra colectada en el Río Chubut.

Con referencia a las determinaciones de **Bacterias Coliformes Totales**, los resultados fueron positivos en 2 muestras, en concentraciones bajas, de 17 NMP/100 ml. en ambas muestras (Presa Superficie y Río Chubut).

Ver Gráfico de Página N° 26.

Con respecto a los cultivos de las **Bacterias Coliformes Fecales**, fueron negativos en las 4 muestras.

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 27 y 30 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) <b>S 43° 41' W 66° 29'</b>
E.M. 4	Río Chubut, aprox. 400 metros aguas debajo de Presa Florentino Ameghino (Margen Izquierda) <b>S 43° 41' W 66° 27'</b>

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

<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 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

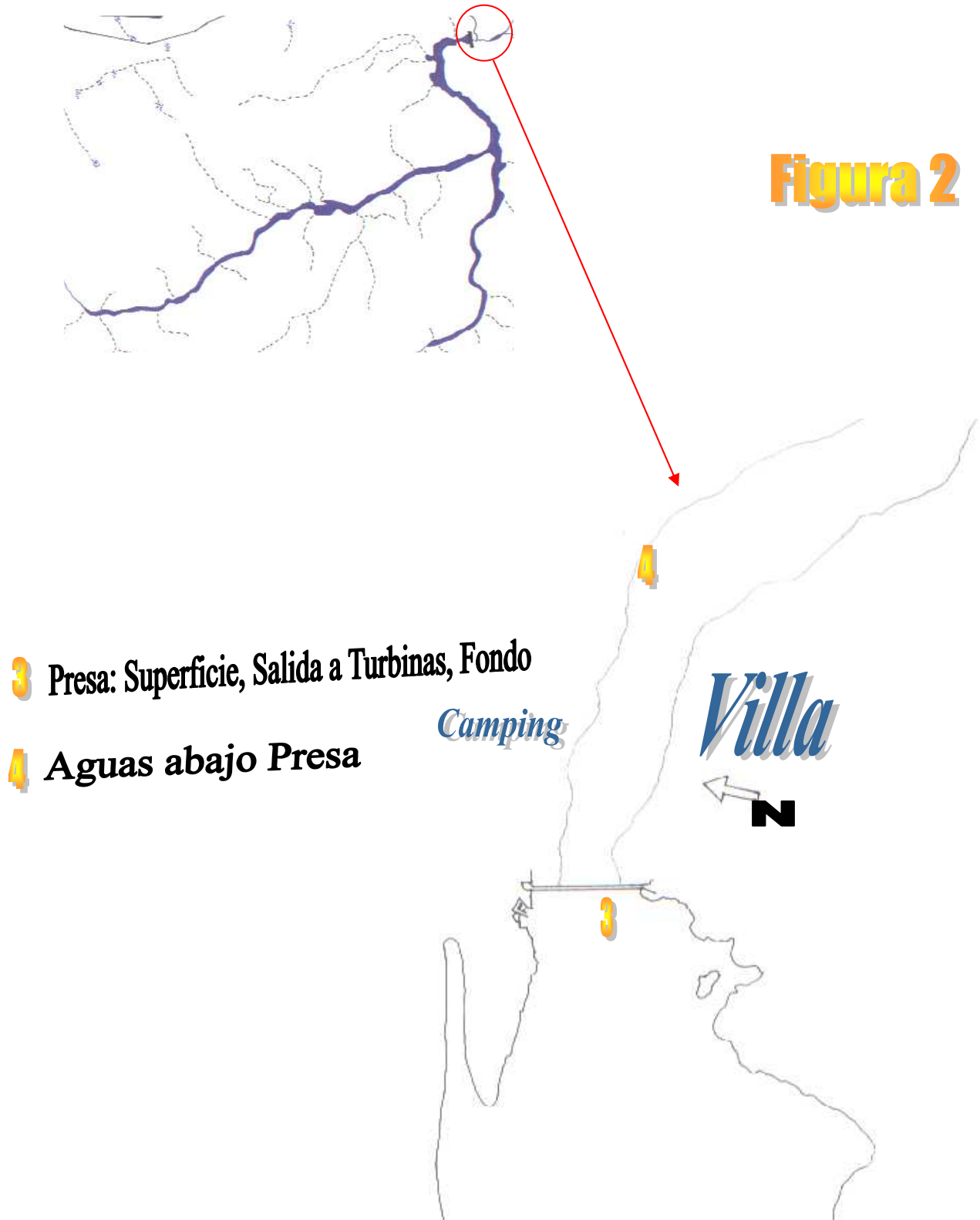
# FIGURAS

**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:** 15 / Abril / 2.011

**Hora de Muestreo:** 17:30 hs.

**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 18 / Abril / 2.011

**Nubosidad:** 0 / 4 (Despejado)

**Dirección del Viento:** 272° W

**Viento:** 12,5 Km/h

**Temperatura Ambiente:** 12,8 °C

PARÁMETRO	SUPERFICIE	½ AGUA	FONDO
Profundidad	0,20 m. (de Superficie)	20 m. (de superficie)	43 m. (1 m. sobre lecho)
pH	8,28	7,93	8,04
Conductividad (µS/cm)	188.70	182.20	172
Temperatura de Agua (°C)	15,6	14,7	13,8
Transparencia (m.)	3,00	//////////	//////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,4	6,0	5,3
Fósforo Total (µg/l)	3.29	25.25	33.67
Nitrógeno Total (µg/l)	172.97	1190.27	1513.79
NO <sub>3</sub> (µg/l)	240.00	240.00	300.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	15.0	30.0	17.70
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	114.97	1131.82	1437.24
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	15.0	<5.00	29.0
Sólidos totales (mg/l)	212.20	195.12	228.89
Sólidos suspendidos (mg/l)	30.50	31.00	73.50
Clorofila a (µg/l)	0.58	1.14	0.94
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)	0.10	0.06	0.12
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	17	Ausencia	Ausencia
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	Ausencia	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:** 15 / Abril / 2.011

**Hora de Muestreo:** 18:50 hs.

**Fecha de Análisis Químicos:** a partir de 23 / Abril / 2.011

**Nubosidad:** 0 / 4 (Despejado)

**Dirección del Viento:** ---

**Viento:** Calmo

**Temperatura Ambiente:** 10,9 °C

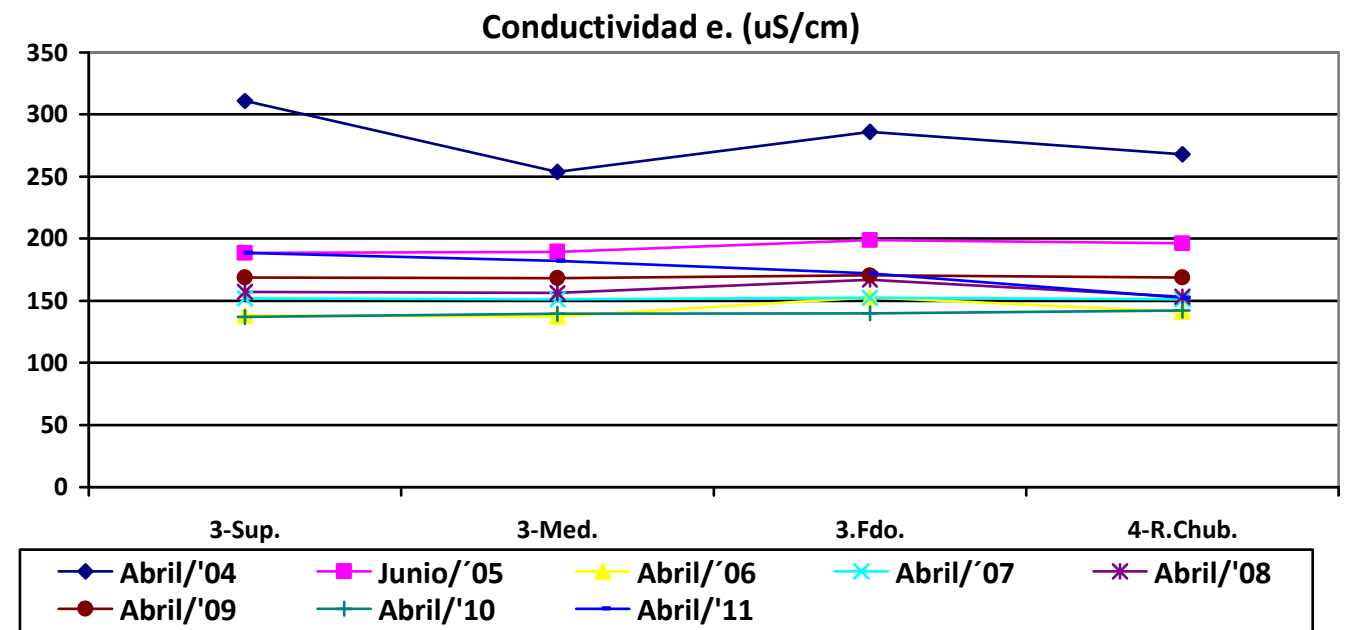
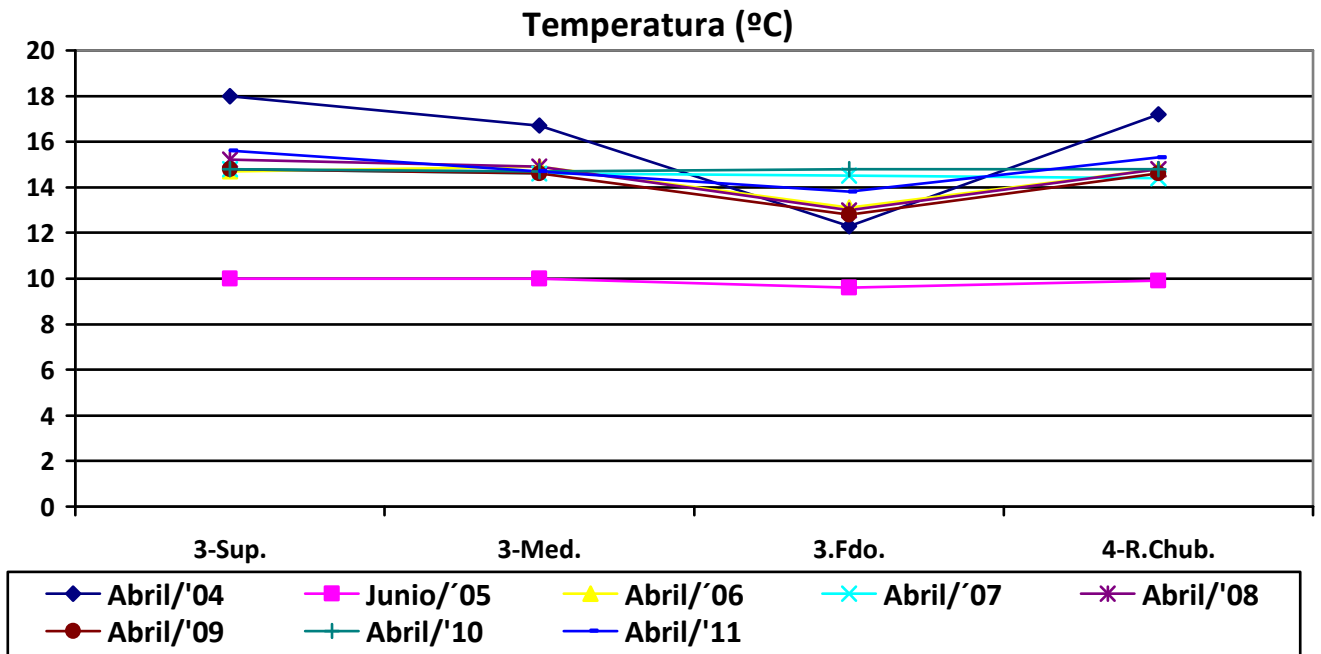
PARÁMETRO	SUPERFICIE
Profundidad	0,20 (de Superficie)
pH	8,28
Conductividad (µS/cm)	152.40
Temperatura de Agua (°C)	15,3
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,4
Fósforo Total (µg/l)	2.38
Nitrógeno Total (µg/l)	186.98
NO <sub>3</sub> (µg/l)	160.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	< 5.00
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	147.31
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	< 5.00
Sólidos totales (mg/l)	207.06
Sólidos suspendidos (mg/l)	36.00
Clorofila a (µg/l)	0.52
Mercurio (µg/l)	< 0.1
Zinc (µg/l)	< 0.1
Cadmio (µg/l)	< 0.1
Boro (mg/l)	0.24
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	17
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia
Vibrión Colérico	Negativo

**TABLA GENERAL DE ANÁLISIS DE AGUAS ( Abril/2.011)**

MUESTRA	3	3	3	4
PARÁMETRO	Sup.	½	Fdo.	
Fecha	15/04/11			
Hora Muestreo	17:30			18:50
Nubosidad	0 / 4 (Despejado)			
Viento	12,5 K/h 272° W			Calmo
Temp. Ambiente (°C)	12,8			10,9
Profundidad	0,20 m.	20 m.	43 m.	0,20 m.
pH	8,28	7,93	8,04	8,28
Conductividad (µS/cm)	188.70	182.20	172	152.40
Temperatura de Agua (°C)	15,6	14,7	13,8	15,3
Transparencia (m.)	3,00	//////////	//////////	//////////
Oxígeno Disuelto (mg/l)	8,4	6,0	5,3	8,4
Fósforo Total (µg/l)	3.29	25.25	33.67	2.38
Nitrógeno Total (µg/l)	172.97	1190.27	1513.79	186.98
NO <sub>3</sub> (µg/l)	240.00	240.00	300.00	160.00
NO <sub>2</sub> (µg/l)	15.0	30.0	17.70	< 5.00
Nitrógeno Orgánico (µg/l)	114.97	1131.82	1437.24	147.31
Nitrógeno Amoniacal (µg/l)	15.0	<5.00	29.0	< 5.00
Sólidos totales (mg/l)	212.20	195.12	228.89	207.06
Sólidos suspendidos (mg/l)	30.50	31.00	73.50	36.00
Clorofila a (µg/l)	0.58	1.14	0.94	0.52
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)	0.10	0.06	0.12	0.24
Coliformes totales (N.M.P/100 ml)	17	Ausencia	Ausencia	17
Coliformes fecales (N.M.P/100 ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Vibrión Colérico	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

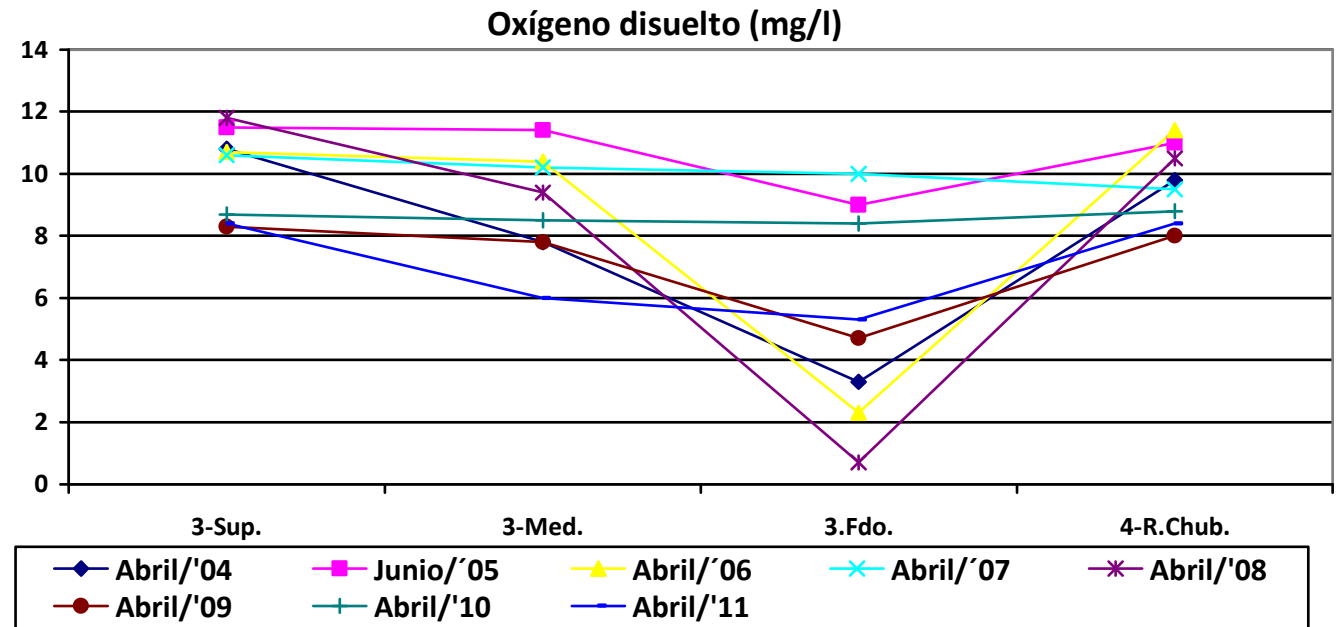
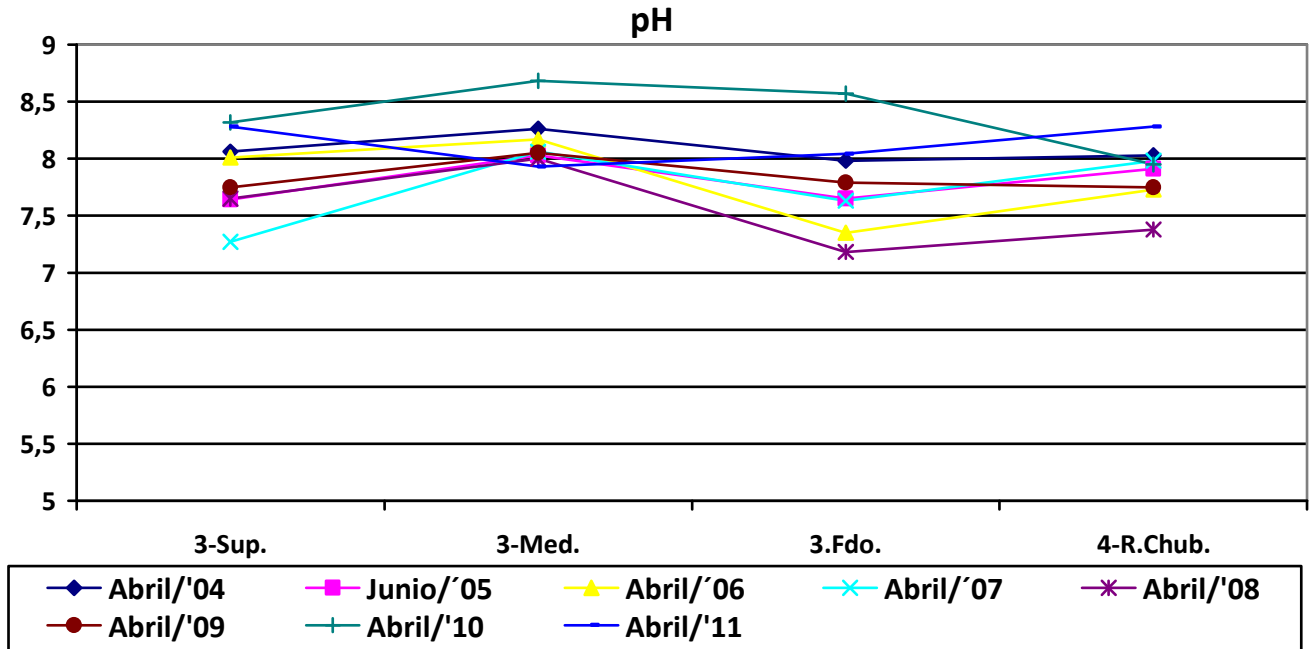


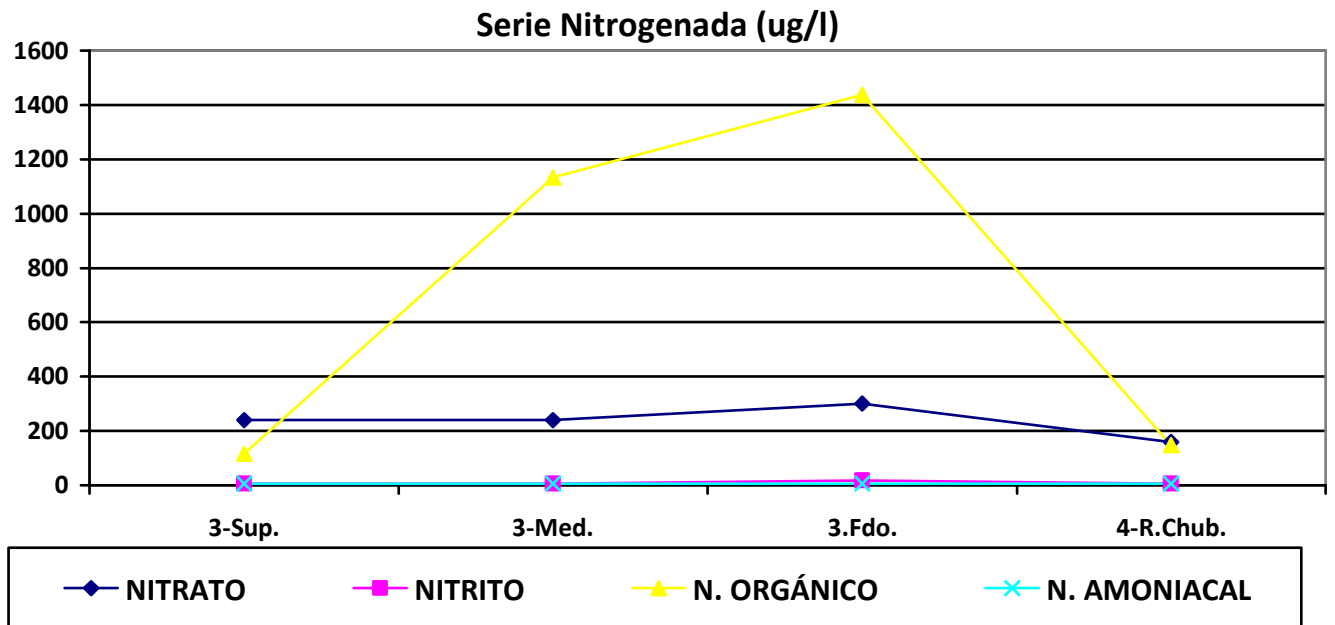
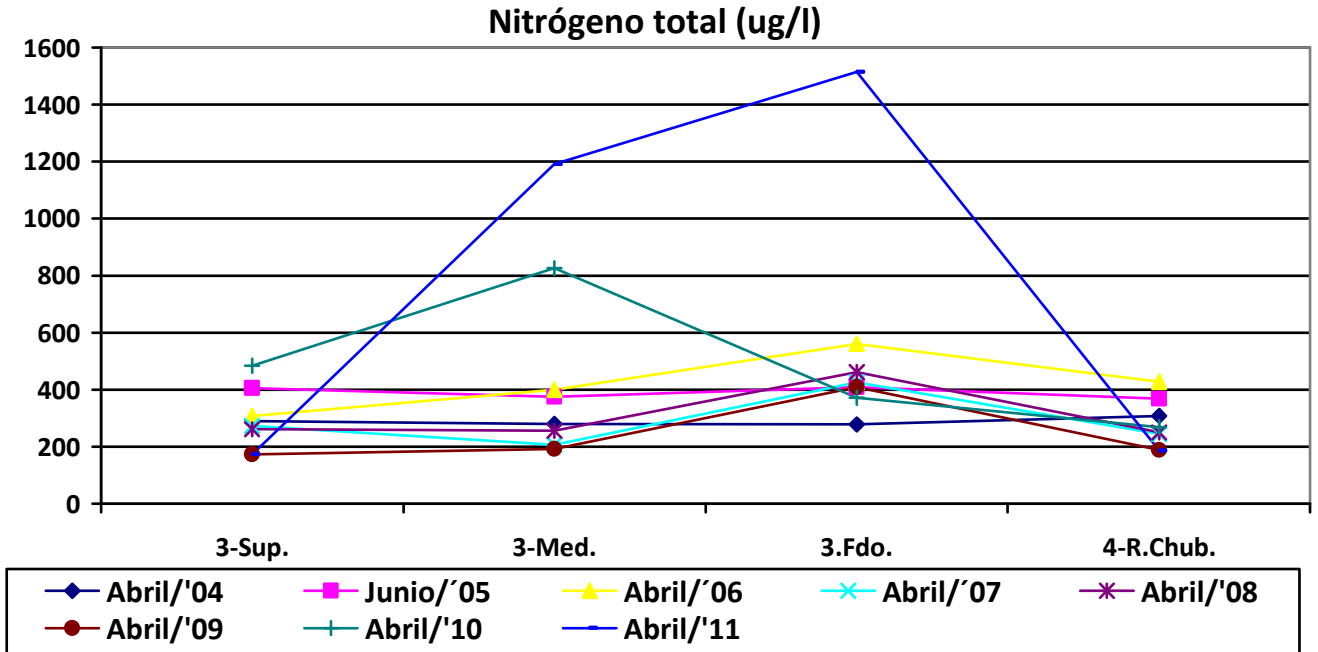
MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

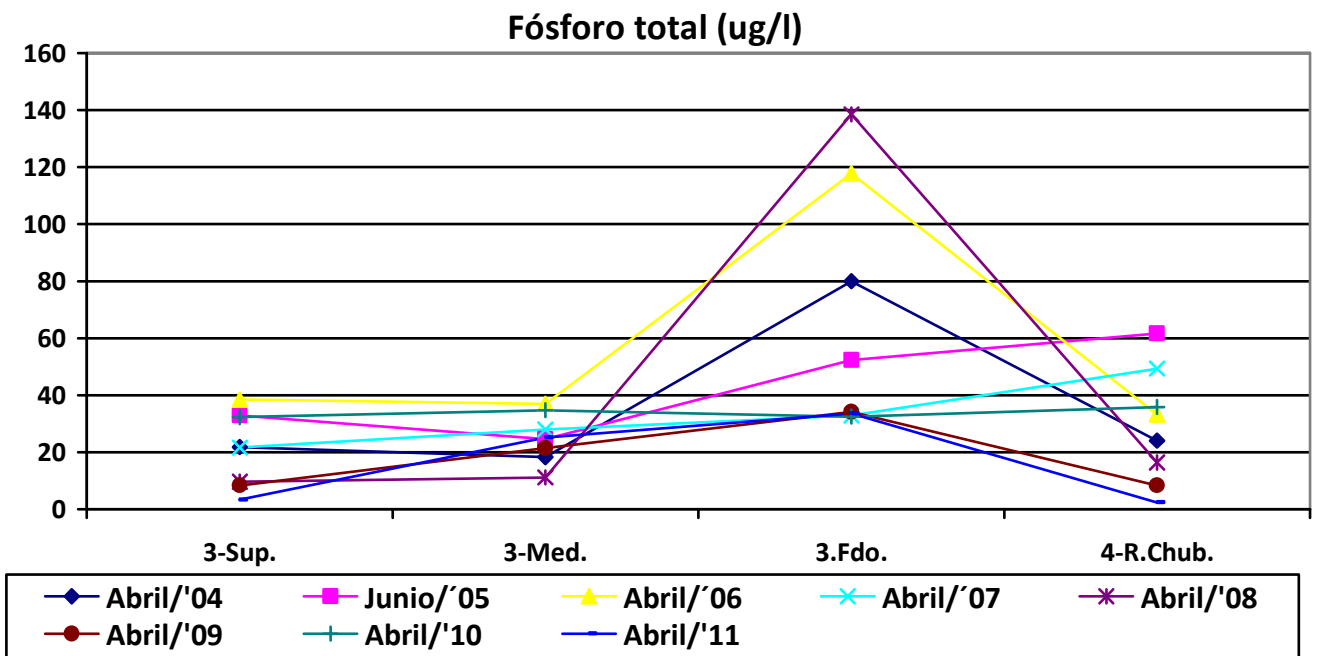




MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO





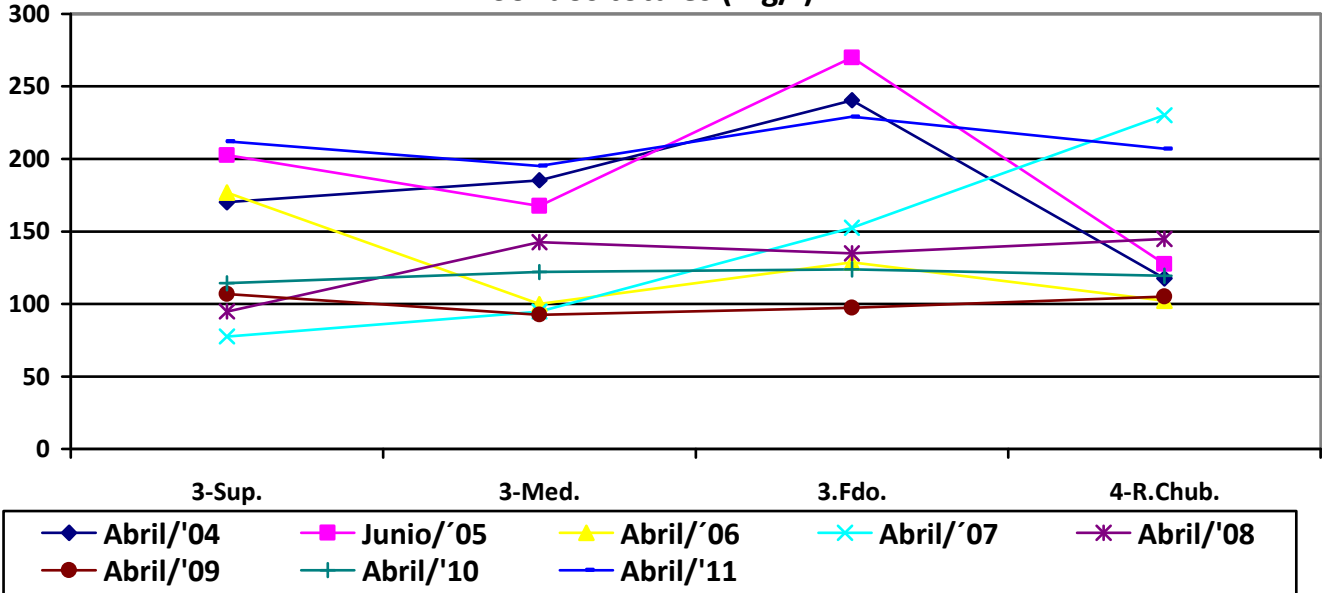




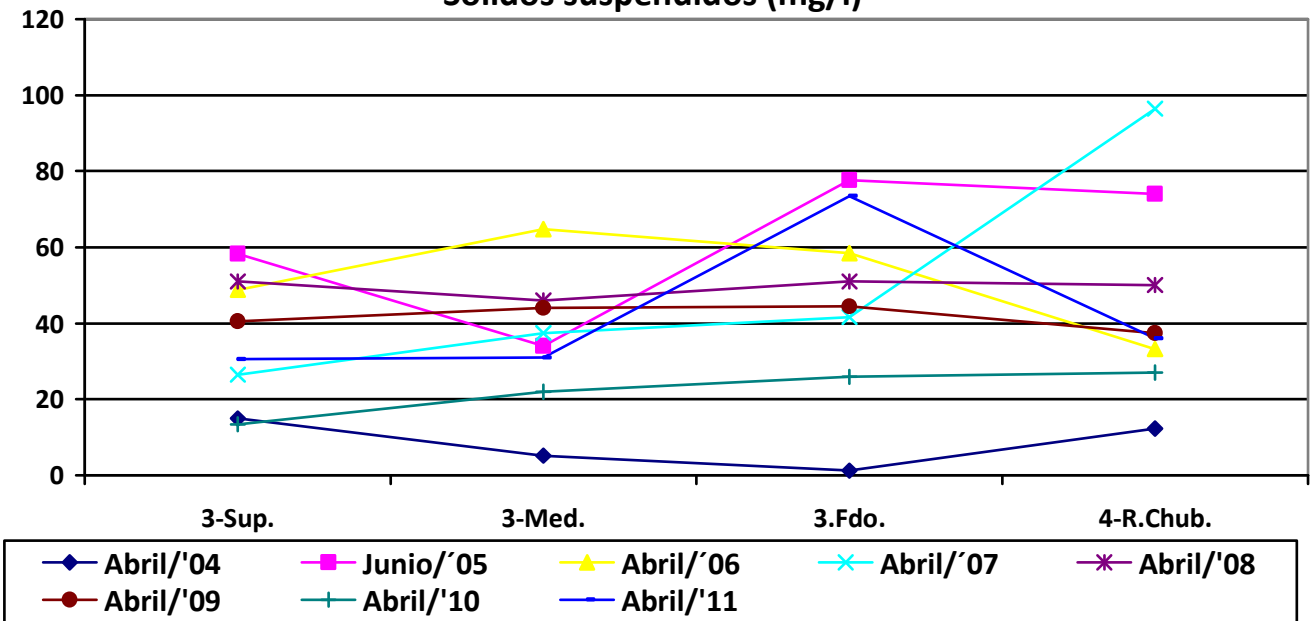


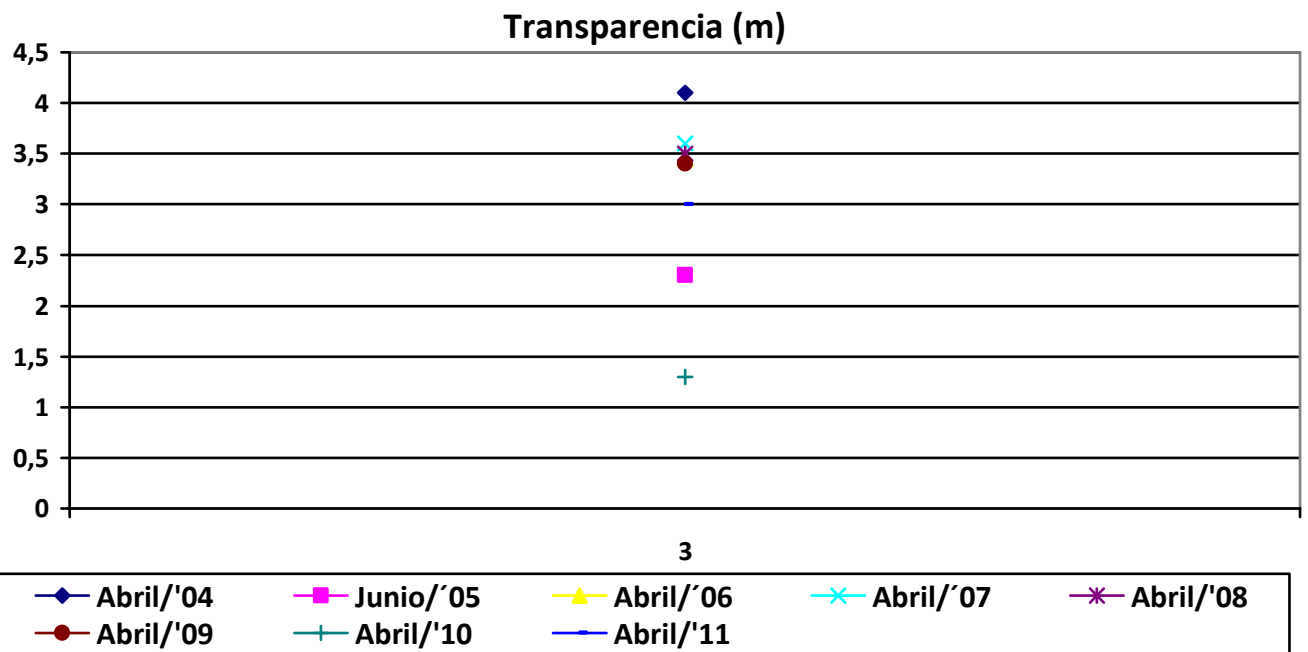
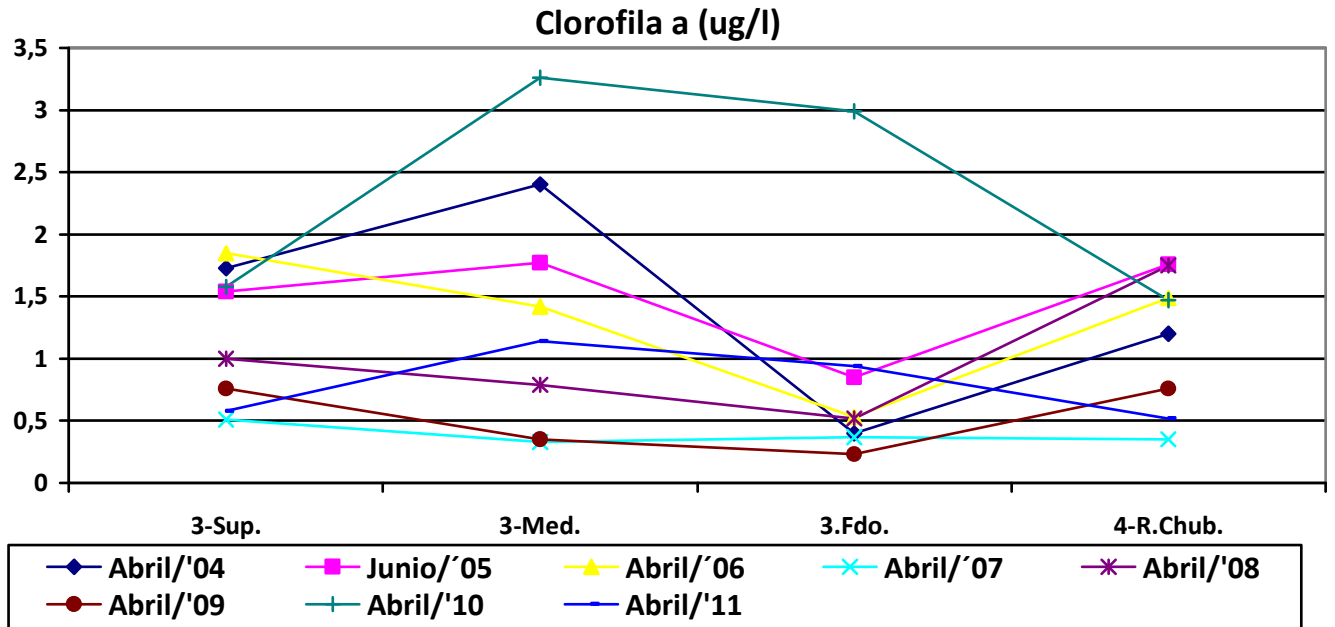
MONITOREO EMBALSE FLORENTINO AMEGHINO

Sólidos totales (mg/l)

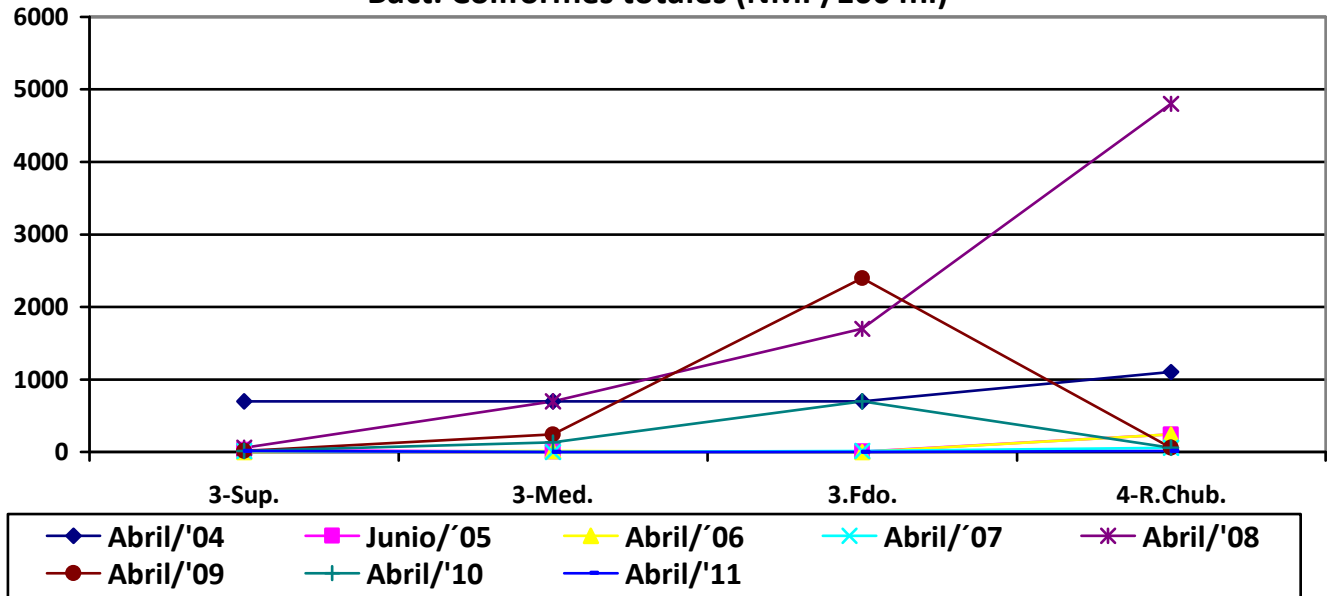


Sólidos suspendidos (mg/l)

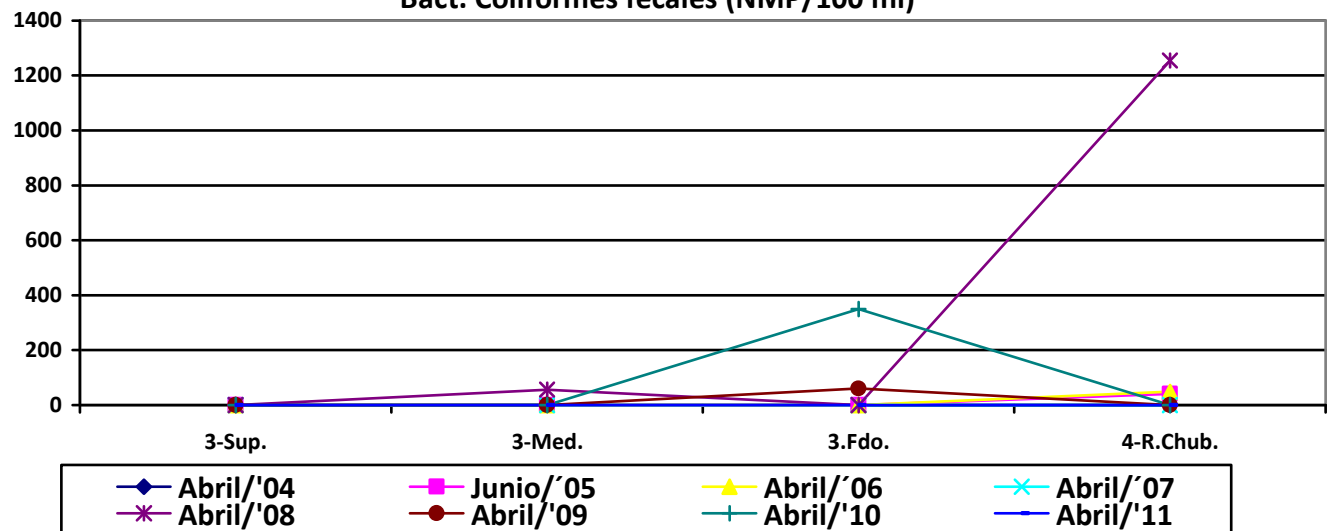




**Bact. Coliformes totales (NMP/100 ml)**



**Bact. Coliformes fecales (NMP/100 ml)**





## 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.: 43 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, el taxón más abundante en la taxocenosis fitoplanctónica del embalse fue *Cyclotella ocellata* en toda la columna de agua, así como en el Río Chubut.

Los organismos acompañantes con significativa abundancia relativa (> 5% del total fitoplanctónico) fueron: *Anabaena* sp., *Aulacoseira pseudogranulata*, *Stephanodiscus* sp., *Mougeotia* sp. y *Chroomonas* sp. (aff. *minuta*), *Eudorina* sp., *Scenedesmus ecornis* y en menor medida *Dolichospermum* sp. (Complejo tóxicas) y *Urosolenia eriensis*.

Los valores de densidad celular del total fitoplanctónico en el Embalse Ameghino, fueron: en superficie: 745 cél.ml<sup>-1</sup>, a 20 metros de profundidad: 1022 cél.ml<sup>-1</sup> y a los 43 metros (fondo) 765 cél.ml<sup>-1</sup>. En la estación Río Chubut (aguas abajo del embalse Ameghino), la densidad del fitoplancton total fue de 1276 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: **0,591**; H: **2,008** bits), 20 metros: (D: **0,512**; H: **1,743** bits) y 43 metros de profundidad en la columna: (D: **0,693**; H: **2,336** bits). En aguas abajo del embalse, sobre el Río Chubut, los valores registrados de diversidad específica fueron: (D: **0,684**; H: **2,6** bits). Estos valores son característicos de ambientes de meso a eutróficos.

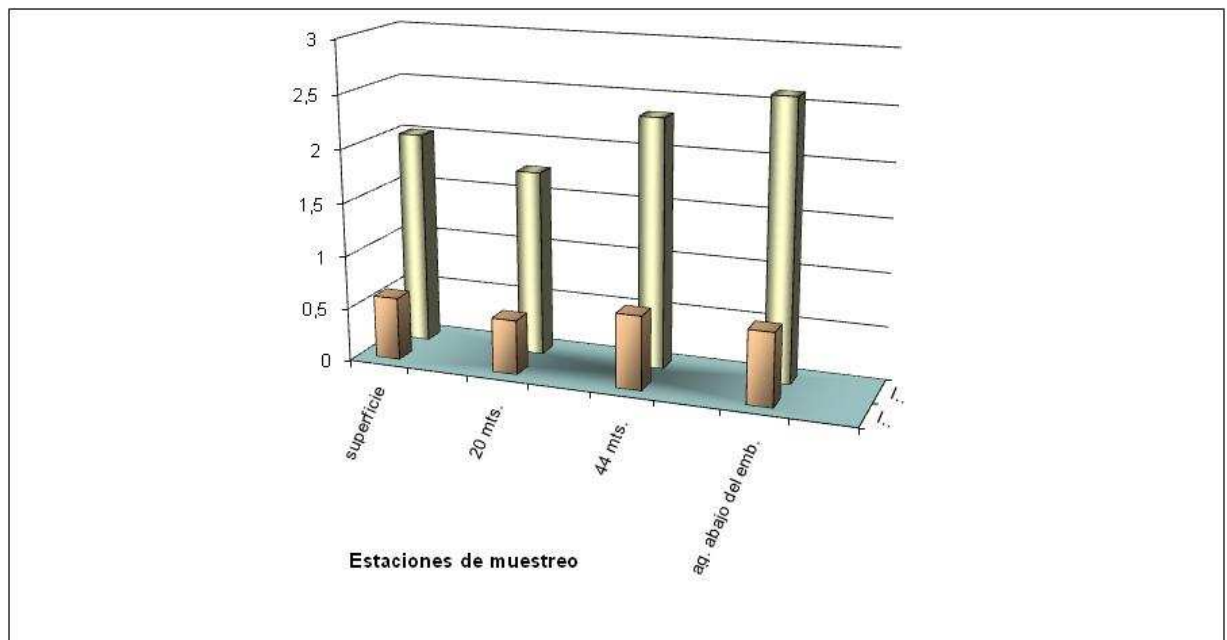
Los grupos algales mejor representados en todos los puntos considerados, fueron las Chrysophyta y las Chlorophyta.

De los taxa hallados destacamos la presencia nociva de *Aulacoseira pseudogranulata*, ya que esta citado como especie capaz de ocasionar el taponamiento de filtros. El taxón *Dolichospermum* sp. (Complejo tóxicas), si bien estuvo presente en todas las muestras, estuvo mejor representado en la muestra del Río Chubut (aguas abajo del embalse), sin embargo, por su densidad no reviste riesgo toxicológico.

TAXA	Embalse Ameghino						Río Chubut	
	Superficie		20 mts.		43 mts.		Ag. abajo del Emb.	
	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%	cél.ml <sup>-1</sup>	%
	15/04/2011							
<b>Cyanophyta</b>								
<i>Anabaena sp. (Complejo tóxicas)</i>	Presente		Presente		Presente		77	6
<i>Anabaena sp.</i>	Presente		115	11,25	115	15,1	103	8
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Closterium aciculare</i>							Presente	
<i>C. parvulum</i>	Presente		Presente		Presente		Presente	
<i>Closterium sp.</i>			Presente					
<i>Crucigenia quadrata</i>	Presente							
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>					4	0,5		
<i>Eudorina sp.</i>	Presente				92	12,06		
<i>Kirchneriella aperta</i>							13	1
<i>Mougeotia sp.</i>	10	1,3	58	5,6	15	2	90	7
<i>Oocystella lacustris</i>	5	0,64			12	1,5	19	1,5
<i>Pseudokirchneriella irregularis</i>							26	2
<i>Scenedesmus disciformis</i>							Presente	
<i>S. eornis</i>	77	10,3	Presente		Presente		Presente	
<i>Staurastrum planctonicum</i>	Presente		Presente		Presente		Presente	
<i>S. tetracerum</i>	5	0,64	Presente				6,5	0,5
<i>Tetraedron minimum</i>							6,5	0,5
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Chroomonas sp. (aff. minuta)</i>			12	1,25	4	0,5	6,5	0,5
<b>Pyrrophyta</b>								
<i>Ceratium hirundinella</i>	Presente		Presente				Presente	
<i>Peridinium willeii</i>			Presente				Presente	
<i>Peridinium sp.</i>							Presente	
<b>Chrysophyta</b>								
<i>A. pseudogranulata</i>	62	8,4	38	3,75	73	9,5	128	10
<i>Cocconeis placentula</i>							Presente	
<i>Cyclotella ocellata</i>	466	62,6	705	68,75	392	51,3	692	54
<i>Cymatopleura solea</i>			Presente		Presente		Presente	
<i>Diatoma hiemale</i>							Presente	
<i>Epithemia sorex</i>	Presente		6	0,63	4	0,5	6,5	0,5
<i>Gomphoneis herculeana</i>							Presente	
<i>Gomphonema sp.</i>							13	1
<i>Gyrosigma sp.</i>							Presente	
<i>Navicula sp.</i>			6	0,63	Presente		6	0,5
<i>Nitzschia sp.</i>							13	1
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i>							6	0,5
<i>Rhopalodia gibba</i>	Presente		Presente		Presente			
<i>Stephanodiscus sp.</i>	58	7,7	70	6,8	35	4,5	51	4
<i>Synedra acus</i>	19	2,6	Presente					
<i>Urosolenia eriensis</i>	43	5,8	12	1,25	19	2,5	13	1
<b>Total de células por mililitro</b>	<b>745</b>		<b>1022</b>		<b>765</b>		<b>1276</b>	

**Indices de diversidad**

	Embalse Ameghino			Río Chubut
	superficie	20 mts.	44 mts.	ag. abajo del emb.
	21/04/2010			
<b>Indice de Simpson</b>	<b>0,591</b>	<b>0,512</b>	<b>0,693</b>	<b>0,684</b>
<b>Indice de Shannon (Log<sup>2</sup>)</b>	<b>2,008</b>	<b>1,743</b>	<b>2,336</b>	<b>2,6</b>



## 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.: 43 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 11 especies: un ciliado, un cnidario, tres rotíferos, tres cladóceros, dos copépodos y un ácaro y (Tabla 1).

La riqueza específica fue similar en los sitios relevados, con seis especies en los niveles medio y profundo del embalse y con siete especies en el nivel superficial del perfil vertical del embalse y en el río Chubut. Los cladóceros fueron el grupo con mayor contribución en el río Chubut, y en los niveles medio y profundo del embalse. En el nivel superficial, los rotíferos, los cladóceros y los copépodos contribuyeron con dos especies de cada grupo (Fig. 1 y Tabla 1).

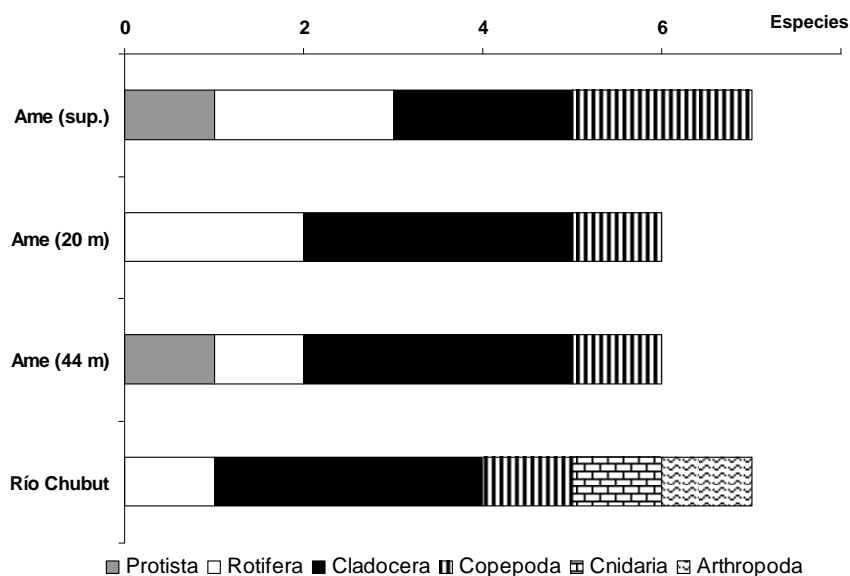


Figura 1. Distribución espacial del número de especies de los principales grupos zooplanctónicos.

La abundancia numérica del zooplancton mostró una tendencia creciente desde la superficie hacia la profundidad del perfil vertical en el embalse. La densidad total zooplanctónica fue escasa en el nivel superficial (68.466 individuos/m<sup>3</sup>), levemente mayor a 20 metros de profundidad (71.716 individuos/m<sup>3</sup>) y máxima en el nivel profundo del perfil vertical del embalse (43 m), con 23.598 individuos/m<sup>3</sup>. La mínima densidad se halló en el Río Chubut con 16.532 individuos/m<sup>3</sup> (Fig 2, Tabla 1).

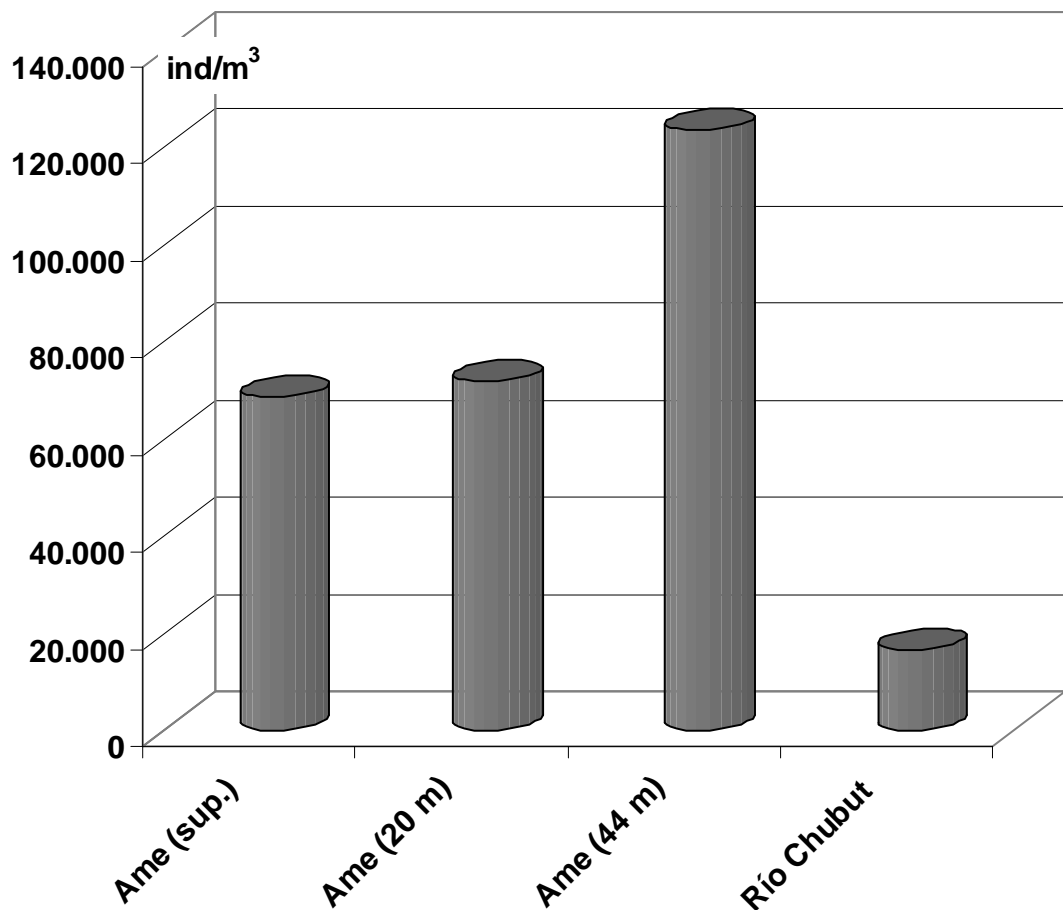


Figura 2. Variación espacial de la densidad total zooplanctónica.



Los rotíferos fueron el grupo dominante, representando el 70,5 % de la densidad total zooplanctónica en el Río Chubut y el 73 % en el nivel superficial del perfil vertical del embalse. En el nivel profundo del perfil vertical del embalse, los rotíferos (44 %) codominaron con los ciliados debido a la abundancia de la especie *Halteria grandinella* que representó el 34 % de la densidad total zooplanctónica (Fig. 3, Tabla 1).

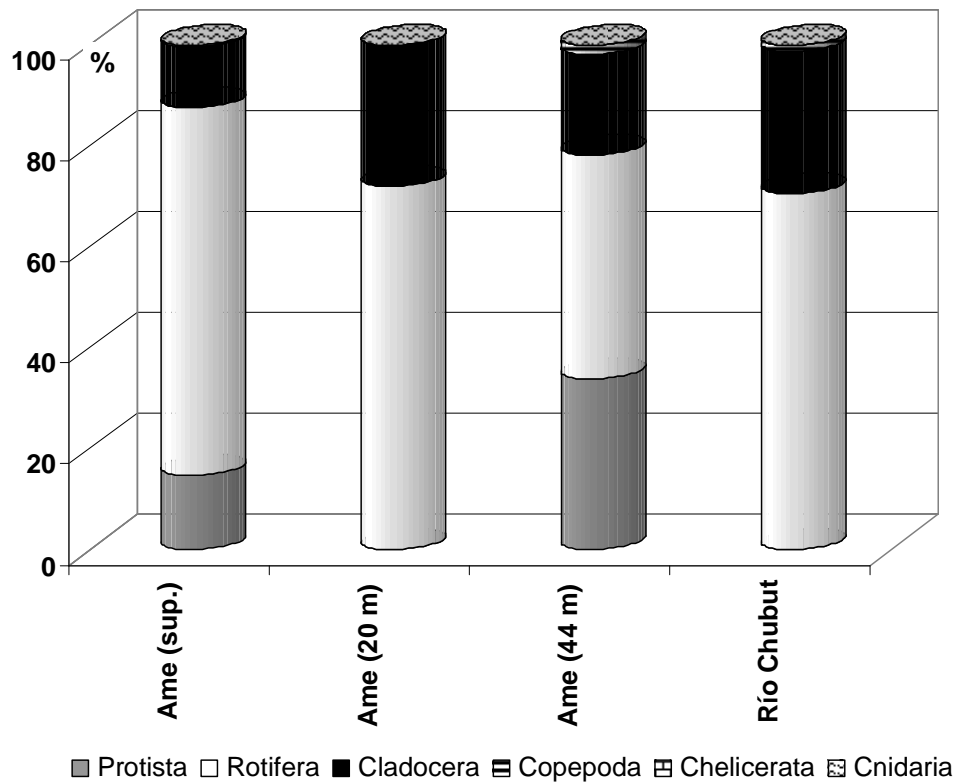


Figura 3. Importancia proporcional de los grupos zooplanctónicos en la densidad total.

Los valores de los índices de diversidad específica fueron menores en los niveles superficial y medio del perfil vertical del embalse respecto a los calculados para el nivel profundo y el río Chubut. Esta característica estuvo vinculada a que en los puntos menos profundos del perfil vertical la dominancia de *Polyarthra vulgaris* fue algo más marcada, promoviendo valores de equitabilidad menores (Fig 4, Tabla 2).

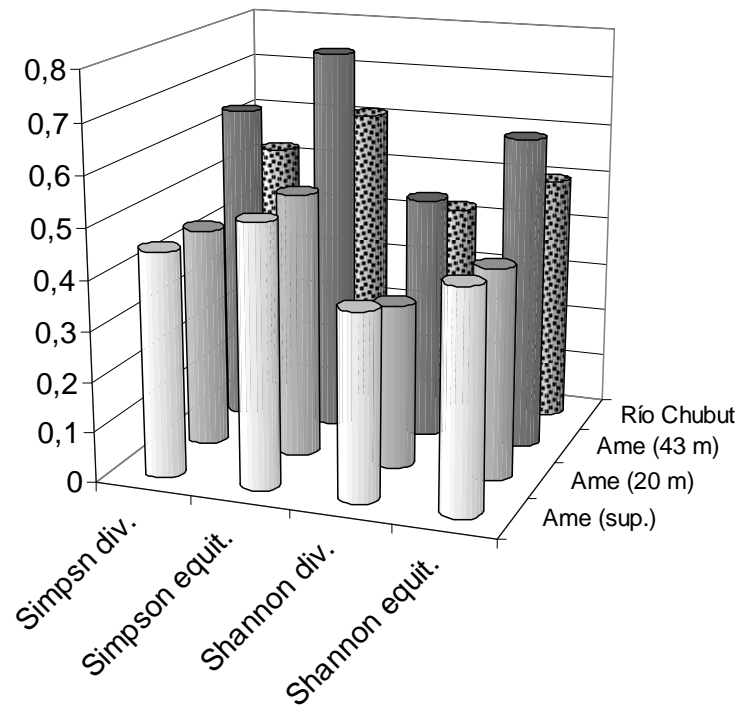


Figura 4. Variación espacial de los índices de diversidad específica y sus respectivas equitabilidades.

Tabla 1. Composición específica y abundancia del zooplancton en los sitios relevados

	Ame (sup.)	Ame (20 m)	Ame (43 m)	Río Chubut
<b>CILIOPHORA</b>				
<i>Halteria grandinella</i>	10.000		41.666	
<b>CNIDARIA</b>				
<i>Hydra</i> sp.				67
<b>ROTIFERA</b>				
<i>Polyarthra vulgaris</i>	49.167	50.000	55.000	11.666
<i>Proales</i> sp.		1.666		
<i>Trichocerca</i> (D.) sp.	833			
<b>ARTHROPODA</b>				
<b>Crustacea</b>				
<b>Cladocera</b>				
<i>Bosmina chilensis</i>	8.000	19.150	23.333	4.466
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	333	400	700	133
<i>Diaphanosoma</i> sp.		467	533	67
<b>Copepoda</b>				
Larva nauplii			1.666	
Copepodito calanoideo	67		666	
Copepodito cyclopoideo	67			200
<i>Boeckella gracilipes</i>		33	33	
<b>Chelicerata</b>				
Acari				1.666
<b>Densidad total (Individuos/m<sup>3</sup>)</b>	<b>68.466</b>	<b>71.716</b>	<b>123.598</b>	<b>18.265</b>

Tabla 2: Valores de los índices de diversidad específica (índice de Shannon y de Simpson) y sus respectivas equitabilidades del zooplancton.

	Ame (sup.)	Ame (20 m)	Ame (43 m)	Río Chubut
Simpsn div.	0,449	0,442	0,643	0,524
Simpson equit.	0,524	0,53	0,772	0,611
Shannon div.	0,375	0,329	0,489	0,424
Shannon equit.	0,443	0,422	0,628	0,501
Num.Spec.	7	6	6	7