



*Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas
de los Ríos Limay, Neuquén y Negro*

SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO PUYEHUE - CORDÓN CAULLE

Monitoreo Ambiental en la Cuenca (Junio – Julio 2011)



CIPOLLETTI, Julio 2011



Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro

AUTORIDADES

Consejo de Gobierno:

- *Presidente: Ministro del Interior
Cdr. Florencio RANDAZZO*
- *Gobernador de la Provincia de Neuquén
Dr. Jorge SAPAG*
- *Gobernador de la Provincia de Río Negro
Dr. Miguel SAIZ*
- *Gobernador de la Provincia de Buenos Aires
Don Daniel SCIOLI*

Comité Ejecutivo:

- *Presidente: (cargo rotativo anual)*
- *Representante del Estado Nacional
Arq. José Alberto CIAMPINI.*
- *Representante de la Provincia de Buenos Aires
M.M.O Gustavo ROMERO.*
- *Representante de la Provincia de Río Negro
Ing. Horacio COLLADO.*
- *Representante de la Provincia de Neuquén
Ing. Elías Alberto SAPAG.*

Edición: Mes de Julio 2011.-

Tirada: 10 ejemplares.

Propietario: Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los
Ríos Limay, Neuquén y Negro.

Número de Propiedad Intelectual (en trámite) (*).

Director de la Publicación: Presidente del Comité Ejecutivo.

Foto de tapa: Cenizas volcánicas acumuladas en la superficie del embalse Alicura (junio 2011)

(*) Se autoriza el copiado y/o duplicado de la información contenida en este ejemplar, siempre que se cite la fuente.



***Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas
de los Ríos Limay, Neuquén y Negro***

SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Informe elaborado por:

- ***Secretario de Gestión Ambiental:***
Ing. Horacio Pedro BOLAND
- ***Subsecretario de Gestión Ambiental:***
Lic. Héctor Amadeo LABOLLITA
- ***Licenciado en Ecología:***
Lic. Guillermo Antonio BLASETTI
- ***Técnica en Saneamiento Ambiental:***
Téc. Juliana Paz AGÚNDEZ
- ***Ingeniero en Recursos Naturales Renovables:***
Ing. Federico GIOVANARDI
- ***Lic. en Saneamiento y Prot. Amb.:***
Lic. Mariana Paula STORTI
- ***Lic. en Saneamiento y Prot. Amb.:***
Lic. Mariela Ayelén OTHAZ BRIDA
- ***Técnico en Acuicultura:***
Téc. Pedro Luis CORDERO
- ***Secretaría Administrativa:***
Sra. Marina Andrea DÍAZ
- ***Administrativo:***
Sr. José Anibal CONTRERAS

ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO PUYEHUE - CORDÓN CAULLE

Monitoreo Ambiental en la Cuenca (Junio – Julio 2011)

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	.....	p. 5
2. TAREAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS	.....	p. 6
2.1. Semana 1 (4 al 10/06/2011)	.....	p. 6
2.2. Semana 2 (11 a 17/06/11)	.....	p. 8
2.2.1. Primer muestreo	.....	p. 8
2.2.2. Segundo muestreo	.....	p. 11
2.3 Semana 6 (11 a 15/07/11)	.....	p. 14
3. CONCLUSIONES	.....	p.18
ANEXO I: REGISTRO FOTOGRÁFICO	.....	p.19
ANEXO II: DOCUMENTOS	.....	p.40

ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO PUYEHUE - CORDÓN CAULLE

Monitoreo Ambiental en la Cuenca (Junio – Julio 2011)

1. INTRODUCCIÓN

El día sábado 4 de junio de 2011 en las primeras horas de la tarde, se produjo una erupción en el Complejo Volcánico Puyehue - Cordón Caulle (Rep. de Chile), la cual con distintos grados de intensidad, ha permanecido activa durante los meses de junio y julio de 2011.

El citado complejo Volcánico se encuentra localizado a escasa distancia de centros poblados en nuestro país, en especial de Villa La Angostura (Pcia. del Neuquén, a 40 km) y de San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro, a 90 km). Si bien por su cercanía y en virtud de la dirección de los vientos, ambas ciudades han sufrido el mayor impacto por las precipitaciones atmosféricas de material piroclástico proveniente del volcán, numerosas poblaciones de la región se vieron también afectadas por este fenómeno.

En igual sentido, sobre amplias áreas terrestres y ambientes acuáticos se ha depositado ceniza volcánica que alteró de manera significativa el normal uso de los recursos naturales, entre otros la provisión de agua para consumo humano o la disponibilidad de pasturas para el ganado.

Dada la magnitud del evento y su alcance a escala de cuenca, la AIC ha efectuado desde los primeros días de la erupción, monitoreos ambientales referidos principalmente al control de la calidad del agua y de la sanidad de las poblaciones de peces, con el objetivo de verificar los potenciales efectos que el material piroclástico depositado, pudiera ocasionar sobre el medio acuático.

En el presente Informe se describen las tareas efectuadas por la AIC durante los meses de junio y julio de 2011, en ambientes acuáticos localizados en el área núcleo impactada (lagos Nahuel Huapi, Moreno y Trafúl; río Limay y embalse Alicura).

2. TAREAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Semana 1 (4 al 10/06/2011)

La dirección NW del viento el día de la erupción (4/06/11) encaminó la pluma de cenizas hacia el SE, alcanzando rápidamente la ciudad de San Carlos de Bariloche (Figura N° 1).



Figura N° 1: imagen satelital registrada en las primeras horas posteriores al inicio de la erupción; se observa la dirección que tomó la nube de cenizas. La ciudad de San Carlos de Bariloche se encuentra ubicada aproximadamente en el extremo SE de la pluma (Fuente: www.eoimages.gsfc.nasa.gov)

El día 5 de junio de 2011 la AIC efectuó un primer reconocimiento de las zonas afectadas por la caída de material volcánico en los alrededores de Bariloche, costa rionegrina del lago Nahuel Huapi y lago Moreno, apreciándose una importante acumulación de cenizas gruesas, tanto sobre el suelo como en los cuerpos de agua. En estos últimos se observó depósitos de partículas en los lechos así como abundante material suspendido en la superficie (Anexo Fotográfico, Fotos N° 1 a 6).

Los días 6 y 7 de junio se realizaron mediciones *in situ* y se recolectaron muestras para análisis de variables de calidad del agua en los lagos Nahuel Huapi y Moreno y río Limay (Figura N° 2).

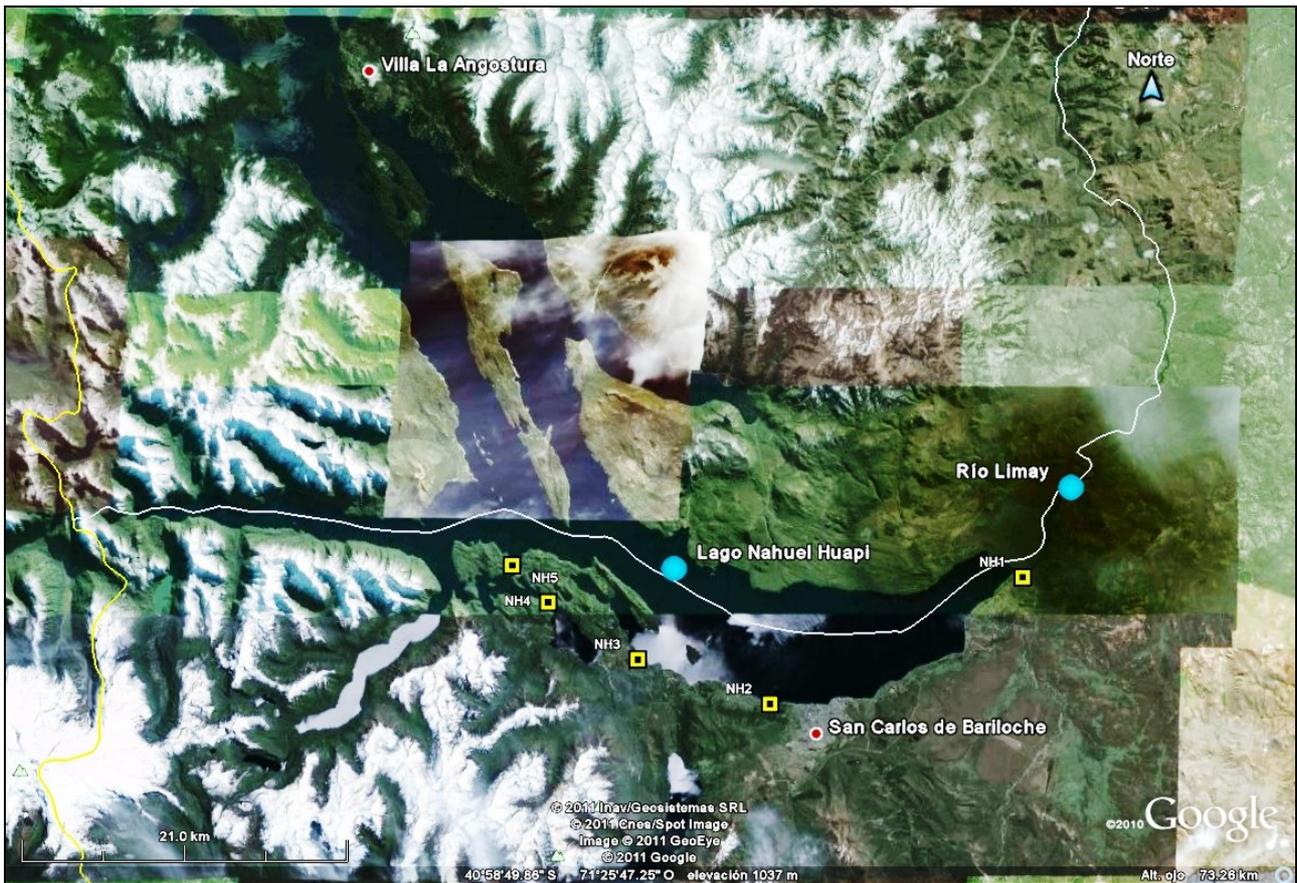


Figura N° 2: ubicación de sitios de muestreo, días 6 y 7 /06/11). Referencias: NH1, nacimiento río Limay; NH2, lago Nahuel Huapi, toma de agua (km2,2); NH3, lago Nahuel Huapi, Playa Serena; NH4, lago Nahuel Huapi, Pto. Pañuelo; NH5, lago Moreno Oeste.

El depósito de material volcánico sobre las costas y la superficie de los cuerpos de agua presentaba características similares a las observadas en los días previos, destacándose por el efecto del viento, importantes acumulaciones de cenizas sobre la margen sur del lago Nahuel Huapi, en especial en el área de la toma de agua (Anexo Fotográfico, Foto N° 7). El río Limay por su parte no transportaba hasta ese momento partículas en suspensión (Anexo Fotográfico, Foto N° 8).

Las mediciones *in situ* no reflejaron cambios en la composición físico - química del agua esperada para estos lugares y en esta época del año (Tabla N° 1); por su parte, los resultados de los análisis de laboratorio efectuados en el Centro Regional Universitario Bariloche de la Univ. Nacional del Comahue (CRUB – UNCo) indicaron una alta carga de sólidos en suspensión en las estaciones de lago y una concentración de nutrientes medidos como fósforo total (PT), por encima de los promedios habituales para dichos cuerpos de agua (Tabla N° 2).

lugar	código	fecha	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	conductiv (uS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)
L. Moreno Oeste	NH5	06-Jun-11	16:15	8,2	9,6	7,6	42	9,9	95,9
L. N. Huapi Puerto Pañuelo	NH4	06-Jun-11	16:55	6,7	9,9	7,2	32	10,0	97,7
L. N. Huapi, Playa Serena	NH3	06-Jun-11	17:30	8,2	10,5	7,0	35	9,9	98,6
L. N. Huapi, Toma km 2,2	NH2	06-Jun-11	18:05	9,0	9,9	6,9	32	10,0	97,5
R. Limay naciente	NH1	07-Jun-11	12:10	7,2	9,9	7,3	30	10,0	98,7

Tabla N° 1: mediciones *in situ* en los diferentes sitios de muestreo.

lugar	código	fecha	hora	SST (mg/L)	PT (µg P/L)
L. Moreno Oeste	NH5	06-Jun-11	16:15	20,7	18
L. N. Huapi Puerto Pañuelo	NH4	06-Jun-11	16:55	25,8	28
L. N. Huapi, Playa Serena	NH3	06-Jun-11	17:30	106,7	66
L. N. Huapi, Toma km 2,2	NH2	06-Jun-11	18:05	429,6	168
R. Limay naciente	NH1	07-Jun-11	12:10	21,0	16

Tabla N° 2: sólidos suspendidos totales (SST) y fósforo total (PT) en los diferentes sitios de muestreo.

Muestras colectadas al mismo tiempo que la AIC por el Depto. Pcial. de Aguas (DPA) de la Pcia. de Río Negro, en diversas captaciones superficiales de aguas de suministro público de la ciudad de Bariloche, demostraron la aptitud de las mismas para el consumo humano (Anexo Documentos, Informe INVAP OT 6320).

Análisis de muestras de cenizas depositadas sobre el suelo en un sitio en Bariloche (4/06/11) y otro en la zona de Confluencia Trafúl (6/06/11), realizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), arrojaron como resultado una marcada homogeneidad en su composición mineralógica, predominando los óxidos de Si (68 a 70 %) y en menor medida los de Al (14 a 15 %). Los óxidos de S fueron nulos o muy escasos (0,00 a 0,06 %) (Anexo Documentos, Informe "Análisis de Cenizas Volcánicas Cordón Caulle", CNEA)

2.2. Semana 2 (11 a 17/06/11)

2.2.1. Primer muestreo

A una semana de ocurrida la erupción (11/06/11), se realizó una nueva toma de muestras de agua en distintos sitios afectados, en este caso aguas abajo del lago Nahuel Huapi (embalse Alicura) y en el lago Trafúl (Figuras N° 3 y N° 4).



Figura Nº 3: ubicación de sitios de muestreo en el embalse Alicura, día 11/06/11. Referencias: A1, piscicultura TB; A2, piscicultura AC; A3, cola de embalse; A4, dársena de aducción.

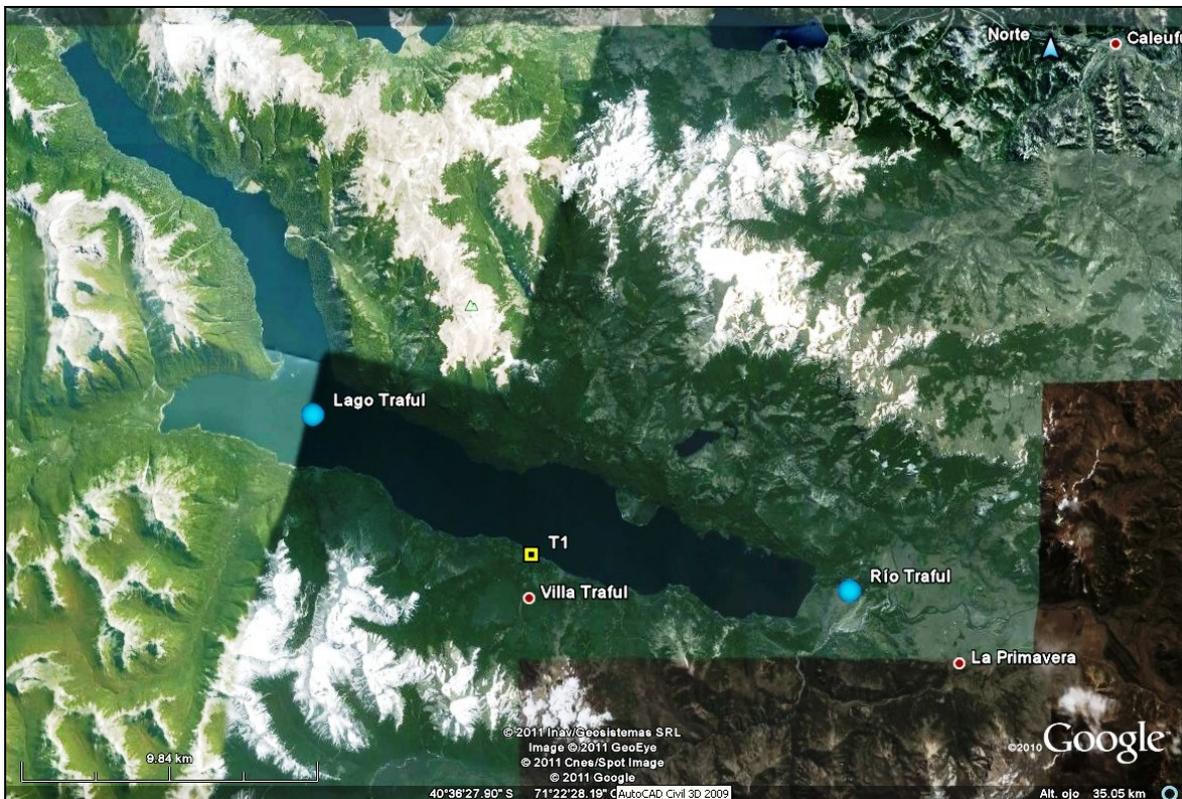


Figura Nº 4: ubicación del sitio de muestreo en el lago Trafúl, día 11/06/11. Referencias: T1, lago Trafúl, muelle de Villa.

El embalse Alicura en particular, no sólo recibió las cenizas depositadas en forma directa por la vía atmosférica sino que el río Limay comenzó a aportarle una gran cantidad de material en suspensión y de gran tamaño, que podría impactar sobre los centros de producción de salmónidos allí localizados (Anexo Fotográfico, Foto N° 9). Por tal motivo, se colectaron muestras de agua en dos pisciculturas con el propósito de verificar la potencial afectación de los peces en jaulas (Anexo Fotográfico, Fotos N° 18 y 19).

Por su parte en el lago Trafúl el punto de muestreo se ubicó en el muelle público del centro de la Villa (Anexo Fotográfico, Foto N° 17).

Las mediciones *in situ* indicaron un patrón similar al hallado en el lago Nahuel Huapi una semana antes, destacándose muy baja transparencia (como producto del enturbiamiento del agua por la presencia de abundante material en suspensión) y registros normales de pH, conductividad y oxígeno disuelto (Tabla N° 3).

lugar	código	fecha	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Conduct. (µS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)	Secchi (mts)
Trafúl	T1	11/06/11	12:15	5.0	9.2	7.5	42	9.8	93.4	0.5
Piscicultura T. B	A1	11/06/11	15:15	12.5	10.0	7.3	38	9.5	91.0	0.3
Piscicultura A. C	A2	11/06/11	16:50	9.0	9.8	7.4	38	9.5	91.4	0.3

Tabla N° 3: mediciones *in situ* en los diferentes sitios de muestreo del embalse Alicura y lago Trafúl (11/06/11).

Se efectuó asimismo un relevamiento por el río Limay hacia aguas arriba, observándose una importante acumulación de piedra volcánica (*pumicita*) en flotación que cubría todo el cauce a lo largo de aproximadamente 8 km.

En la zona de Villa Llanquín se detectó la mayor densidad de material flotante, llegando a dejar fuera de servicio a la balsa allí ubicada (Anexo Fotográfico, Fotos N° 10 a 13).

Se colectaron en este sitio muestras de cenizas para análisis granulométrico y de composición mineralógica; desde el punto de vista del tamaño de las partículas, los resultados de dichos análisis indicaron que el 50 % de las mismas superaba los 4,0 mm mientras que un 26 % correspondió a fracciones comprendidas entre 2,8 y 4,0 mm (Anexo Documentos, Informe INVAP OT 6324).

En cuanto a su composición, se halló una gran concordancia con los resultados informados previamente (4 y 6/06/11) dado que los óxidos de Si constituyeron el mayor porcentaje (63 a 70 %) seguidos por los de Al (15 a 17 %) (Anexo Documentos, Informe INVAP OT 6324).

Pudieron constatarse asimismo, grandes depósitos de material volcánico en el extremo este del lago Nahuel Huapi (Anexo Fotográfico, Fotos N° 14 a 16).

2.2.2. Segundo muestreo

En virtud de la preocupación existente en esa 2ª semana por la potencial afectación del equipamiento de la Central Alicura, en caso de que las cenizas pudieran alcanzar las tuberías de presión, las turbinas y/o los sistemas de enfriamiento, se realizó en forma conjunta con el Concesionario Hidroeléctrico (AES Alicura), un muestreo a distintas profundidades en la columna de agua del embalse para identificar el tamaño de las partículas en suspensión.

Se seleccionaron 2 sitios de muestreo (Figura N° 3); uno de ellos se localizó en la zona de la cola del embalse, la cual en ese momento (15/06/11) se hallaba cubierta por una gran acumulación de piedra volcánica (Anexo Fotográfico, Fotos N° 20 a 25).

El segundo lugar muestreado se ubicó en la zona de presa sobre la dársena de aducción a la Central (Anexo Fotográfico, Foto N° 26); en dicho punto no se observaban pumicitas en superficie (16/6/11), pero se detectó una elevada turbiedad del agua.

En las tablas siguientes se exponen los datos registrados *in situ* en los lugares antes mencionados, pudiendo observarse nuevamente baja transparencia y valores habituales para el resto de los parámetros, aún en las muestras de profundidad.

Profundidad (mts)	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Conduct. (µS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)	Secchi (mts)
0	16:15	7.0	8.8	7.4	39	10.1	94.1	0.3
5	16:28	-	8.5	7.4	40	10.4	95.4	-
10	16:35	-	8.2	7.5	40	10.5	95.9	-
20	16:48	-	7.7	7.5	42	10.7	96.7	-
35.5 (fdo)	17:26	-	7.0	7.4	43	10.6	96.4	-

Tabla N° 4: mediciones *in situ* en la cola del embalse Alicura (A3), 15/06/11.

Profundidad (mts)	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Conduct. (μS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)	Secchi (mts)
0	12:04	6.5	9.5	7.2	38	9.8	91.3	0.6
5	12:25	-	8.1	7.3	39	10.0	91.2	-
25 (fdo)	12:45	-	8.4	7.4	45	10.2	92.5	-

Tabla N° 5: mediciones *in situ* en la dársena de aducción de la Central del embalse Alicura (A4), 16/06/11.

Los resultados de los análisis de la distribución de partículas indicaron que las mismas se encontraban mayoritariamente entre los 8,9 y 21,8 μm en la cola del embalse y entre 9,3 y 12,1 en el área de la presa, localizándose en la superficie en general en ambos sitios, las partículas de mayor tamaño (Figuras N° 6 y 7; Tabla N° 5); (Anexo Documentos, Informe INVAP OT 6349).

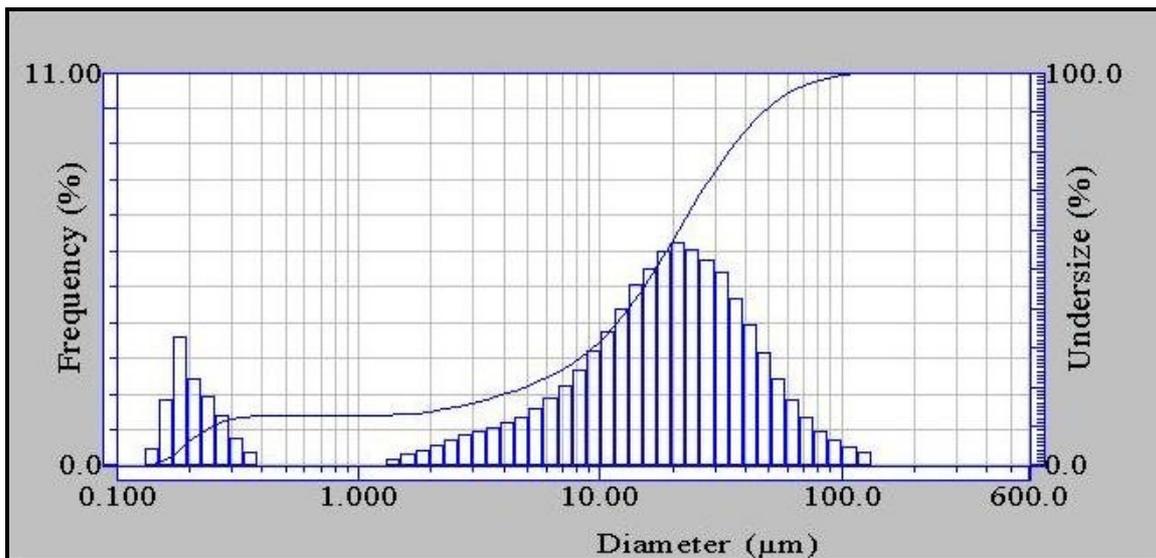


Figura N° 5: gráfico de distribución de frecuencias del tamaño de partículas en la cola del embalse Alicura (profundidad: 0 m).

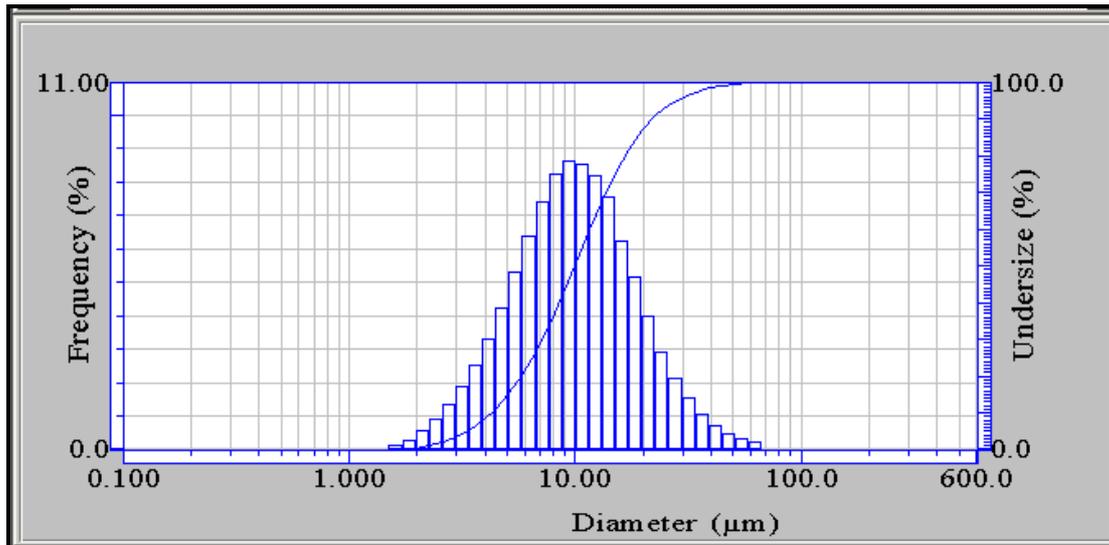


Figura N° 6: gráfico de distribución de frecuencias del tamaño de partículas en la zona de la presa del embalse Alicura (profundidad: 0 m).

Profundidad (mts)	Promedio (µm)	Moda (µm)
0	21,79	21,31
5	8,83	8,21
10	11,04	9,42
20	12,01	12,34
35	11,79	9,44

Tabla N° 6: Promedio y moda determinadas en los análisis de frecuencia de tamaño de partículas en suspensión en el embalse Alicura, estación Cola (A3), 15/06/11.

Profundidad (mts)	Promedio (µm)	Moda (µm)
0	12,11	9,46
5	9,31	9,27
10	11,51	9,47
20	8,63	9,42
25	8,83	9,42

Tabla N° 7: Promedio y moda determinadas en los análisis de frecuencia de tamaño de partículas en suspensión en el embalse Alicura, estación dársena de aducción (A4), 16/06/11.

De acuerdo con los resultados obtenidos no deberían producirse efectos negativos sobre las instalaciones de la Central (según información suministrada por el propio Concesionario, éstas se verían afectadas sólo si el tamaño de partículas superara los 200

µm) si se evitara que el material de gran tamaño que se desplaza en superficie (pumicitas) fuera desviado por el vertedero, sin alcanzar la obra de toma.

Con este propósito fueron colocadas por AES Generación S.A. Central Alicura, barreras flotantes en la dársena de aducción que cumplieron satisfactoriamente con este objetivo (Anexo Fotográfico, Fotos N° 30 a 34).

2.3 Semana 6 (11 a 15/07/11)

Durante la semana del 11 al 15/07/11, se realizaron nuevos muestreos de calidad del agua en el embalse Alicura, en esta oportunidad acompañados por un muestreo de Ictiofauna (Anexo Fotográfico, Fotos N° 35 a 38).

Se efectuaron mediciones *in situ* de parámetros de calidad del agua y se colectaron muestras para análisis de iones, nutrientes y tamaño de partículas en suspensión, en los sitios Alicura Presa (A5) y Malal Huaca (A6) (Figura N° 7), las cuales fueron enviadas para su análisis a los laboratorios del Centro Regional Universitario Bariloche de la Univ. Nacional del Comahue (CRUB – UNCo) y del INVAP – Centro Atómico Bariloche (CNEA).

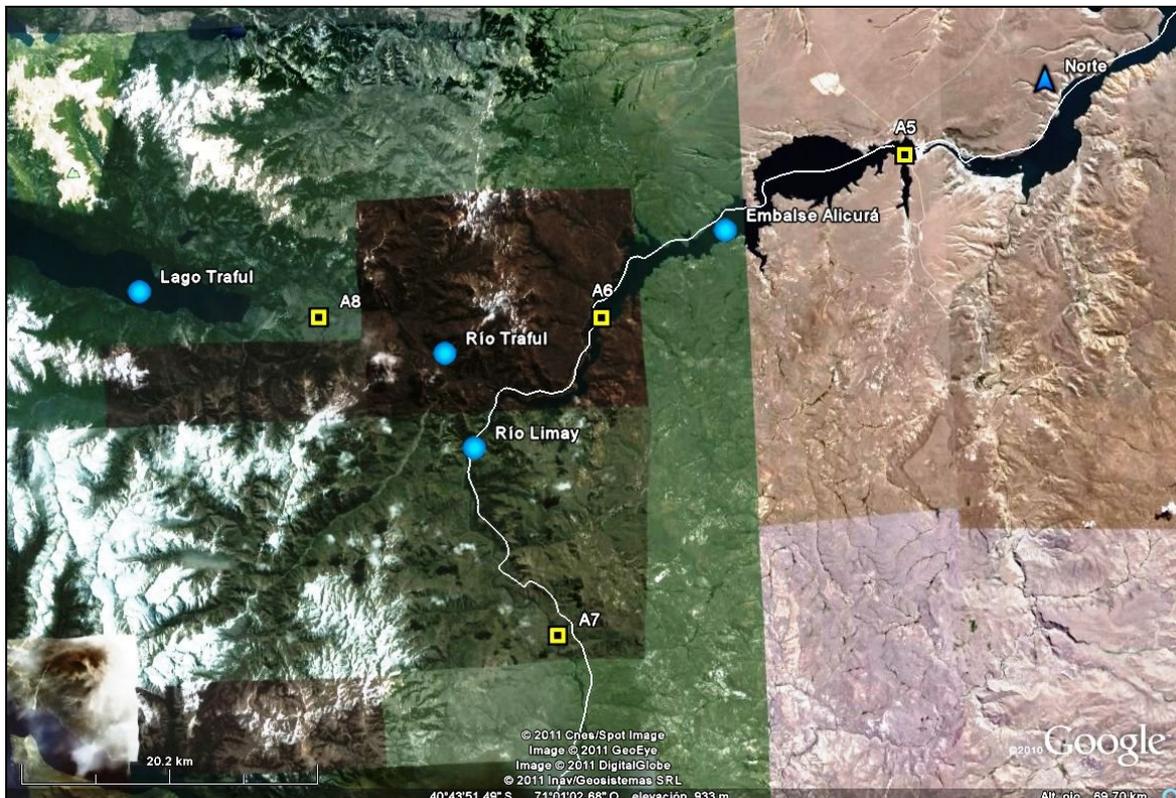


Figura N° 7: ubicación de sitios de muestreo en el embalse Alicura, días 11 al 15/07/11. Referencias: A5, embalse Alicura Presa; A6, embalse Alicura Malal Huaca; A7, río Limay; A8, río Trafúl.

Los parámetros medidos *in situ* se ubicaron dentro de los valores esperados para el embalse en esta época del año, con excepción nuevamente de la transparencia, que presentó sin embargo registros mayores que los hallados en los muestreos previos. Esto podría deberse a una disminución del material particulado en suspensión lo cual, como se verá más adelante, guarda relación con el descenso observado en el tamaño de estos elementos.

Profundidad (mts)	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Conduct. (µS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)	Secchi (mts)
0	13:35	12.3	8.6	7.3	39	9.6	90.6	1.4
50	10:00	-	8.5	7.5	64	10.0	92.9	-
110	10:45	-	8.6	7.3	39	9.9	92.6	-

Tabla N° 8: mediciones *in situ* en el área de la presa del embalse Alicura (A5), 11 y 13/07/11.

Profundidad (mts)	hora	Temp. Aire (°C)	Temp. Agua (°C)	pH	Conduct. (µS/cm)	oxígeno disuelto (mg/L)	saturación oxígeno (%)	Secchi (mts)
0	16:12	8.9	8.1	7.6	37	10.2	94.5	1.4
35	16:50	-	7.5	7.4	74	10.5	96.2	-

Tabla N° 9: mediciones *in situ* en la zona de Malal Huaca (A6) del embalse Alicura (11/07/11).

Los análisis de distribución de partículas en la columna de agua demostraron una disminución en los tamaños promedio de las mismas en relación a lo hallado en el muestreo anterior del 15 y 16 de junio (Tablas N° 6 y 7), encontrándose entre 6,2 y 7,2 µm en el área de la presa y entre 6,9 y 10,6 µm en Mala Huaca, esta última en una zona más cercana a la cola del embalse (Figuras N° 8 y 9; Tablas N° 10 y 11); (Anexo Documentos, Informe INVAP OT 6372).

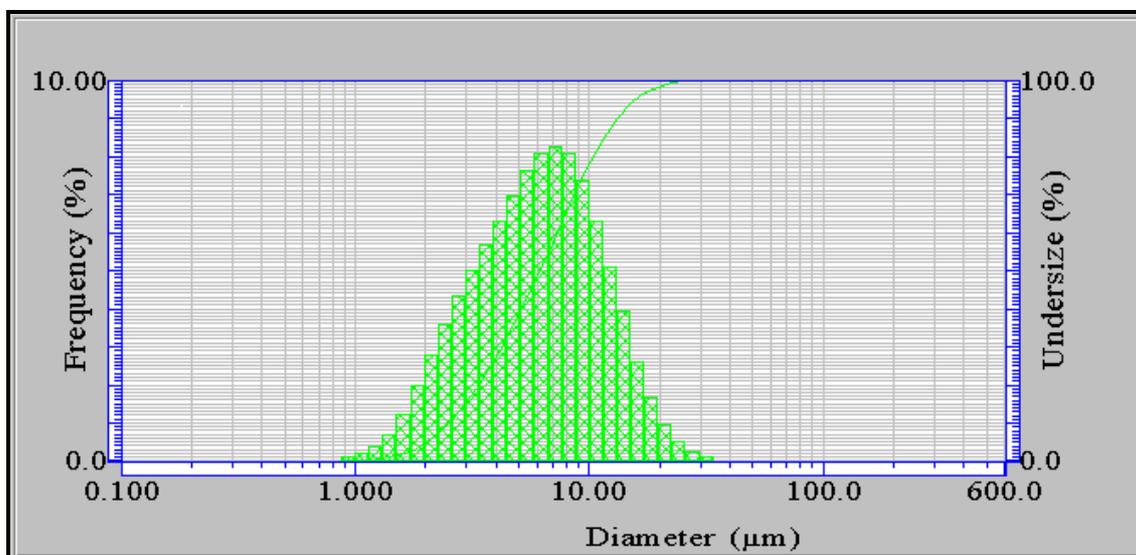


Figura N° 8: gráfico de distribución de frecuencias del tamaño de partículas en la zona de la presa del embalse Alicura, 11/07/11 (profundidad: 0 m).

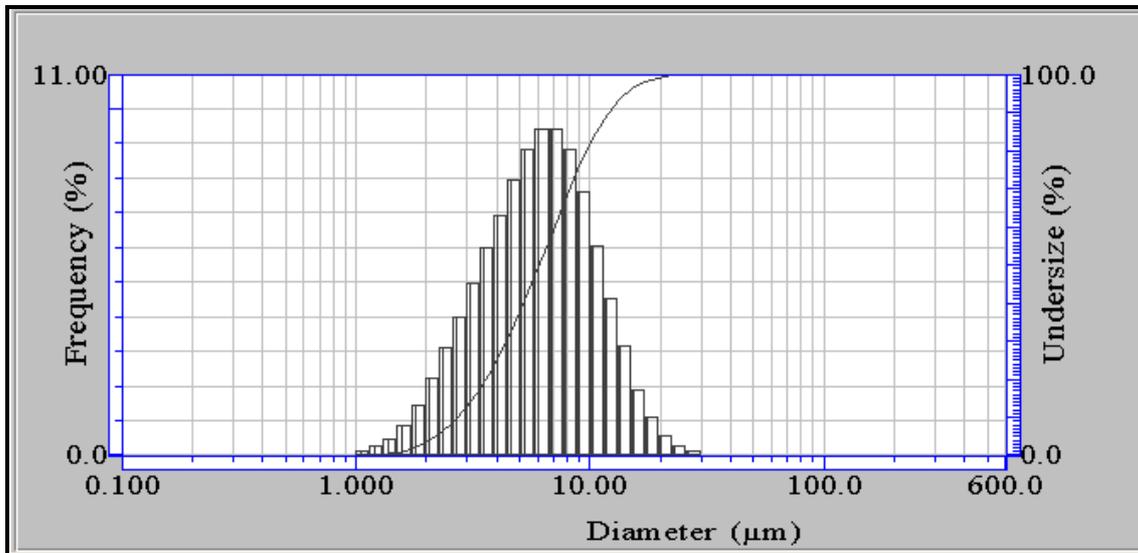


Figura N° 9: gráfico de distribución de frecuencias del tamaño de partículas en la cola del embalse Alicura, 11/07/11 (profundidad: 0 m).

Profundidad (mts)	Promedio (µm)	Moda (µm)
0	7.21	7.19
50	6.24	6.27
100	6.83	7.17

Tabla N° 10: Promedio y moda determinadas en los análisis de frecuencia de tamaño de partículas en suspensión en el embalse Alicura, estación Presa (A5), 11/07/11.

Profundidad (mts)	Promedio (µm)	Moda (µm)
0	6.91	7.16
20	8.32	8.22
35	10.64	10.81

Tabla N° 11: Promedio y moda determinadas en los análisis de frecuencia de tamaño de partículas en suspensión en el embalse Alicura, estación Malal Huaca (A6), 11/07/11.

El muestreo de Ictiofauna se realizó en el embalse en la zona de Malalhuaca (A6) mediante el uso de redes agalleras, obteniéndose (a pesar del impacto que representan las pumicitas en superficie) un número elevado de capturas. En los sitios de los ríos Limay (A7) y Trafúl (A8) el muestreo de peces se efectuó a través de pesca deportiva (Anexo Fotográfico, Fotos N° 37 y 38).

En los ejemplares colectados no se observó a simple vista afectación a nivel branquial (Anexo Fotográfico, Foto N° 39). Por el contrario, en la mayoría de los estómagos examinados de los peces de embalse se detectó una gran cantidad de piedra volcánica, la que seguramente fue ingerida confundiéndola con su alimento.

Algunos de los peces colectados fueron acondicionados según protocolo y remitidos al Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN) para análisis patológicos de branquias, riñón, hígado, bazo y estómago. Se aguarda al presente por los resultados de dichos análisis.

3. CONCLUSIONES

Las mediciones *in situ* de parámetros de calidad del agua en la mayoría de los sitios considerados, no reflejaron cambios en la composición físico - química del agua esperada para dichos lugares y esta época del año por efecto de la caída de cenizas volcánicas.

Se comprobó una alta carga de sólidos en suspensión y una concentración de nutrientes medidos como fósforo total (PT), por encima de los promedios habituales en las estaciones de monitoreo del lago Nahuel Huapi.

Un patrón similar pudo observarse en el embalse Alicura donde la transparencia del agua resultó muy reducida en relación a sus registros normales.

Análisis físico – químicos de agua en captaciones superficiales de suministro público de la ciudad de Bariloche, demostraron la aptitud de la misma para su tratamiento y consumo humano.

Los diversos análisis efectuados sobre cenizas volcánicas depositadas, arrojaron como resultado una marcada homogeneidad en su composición mineralógica, predominando mayoritariamente los óxidos de Si (alrededor del 70 %).

Los análisis de la distribución y frecuencia de partículas a distintas profundidades en la columna de agua del embalse Alicura, indicaron que las mismas se encontraban en una alta proporción en fracciones entre los 6 y 20 μm , razón por la cual no se esperarían efectos negativos sobre las instalaciones de la Central Alicura.

Las barreras de contención y derivación instaladas por AES Generación S.A. Central Alicura en la dársena de aducción de la Central homónima, fueron efectivas para derivar las piedras volcánicas de mayor tamaño suspendidas en la superficie del embalse hacia el vertedero y consecuentemente aguas abajo.

No se verificaron a simple vista daños en las branquias de los peces colectados; por el contrario en muchos casos se constató la presencia de abundante ceniza en sus estómagos.

ANEXO I

REGISTRO FOTOGRÁFICO

(39 Fotos)



1- S. C. de Bariloche, calle hacia el lago Nahuel Huapi. 5 de junio, 10:00 hs.



2- Lago Nahuel Huapi, costa rionegrina, vista general de cenizas. 5 de junio, 15:00 hs.



3- Lago Nahuel Huapi, costa rionegrina, detalle de ceniza en superficie. 5 de junio, 15:00 hs.



4- Lago Moreno Oeste, ceniza en superficie. 5 de junio



5- Lago Moreno Oeste, vista en detalle de ceniza en superficie. 5 de junio



6- Lago Moreno Este, vista general de acumulación de cenizas. 5 de junio



7- Muestreo Lago Nahuel Huapi, toma de agua (km 2,2). 6 de junio



8- Muestreo río Limay. 7 de junio



9- Cola de Embalse Alicura, comienzo de la acumulación de piedra volcánica. 11 de junio



10- Río Limay, aguas arriba de Confluencia Trafúl. 11 de junio



11- Balsa fuera de servicio en Villa Llanquín, río Limay. 11 de junio



12- Villa Llanquín, río Limay, vista aguas arriba. 11 de junio



13- Villa Llanquín, detalle de pumicitas en río Limay. 11 de junio



14- Lago Nahuel Huapi, costa en Dina Huapi. 11 de junio



15- Lago Nahuel Huapi, costa en Dina Huapi con gran acumulación de material volcánico. 11 de junio



16- Lago Nahuel Huapi, costa en Dina Huapi, detalle de los diferentes tamaños de material volcánico. 11 de junio



17- Lago Trafúl, muelle en Villa Trafúl cubierto de cenizas. 12 de junio



18- Jaulas de producción de trucha arco iris en embalse Alicura. 12 de junio



19- Embalse Alicura, medición de parámetros de calidad del agua en zona de jaulas. 12 de junio



20- Embalse Alicura, zona de cola de con acumulación densa de cenizas. 15 de junio



21- Embalse Alicura, toma de muestras en zona de cola sobre la acumulación de piedra. 15 de junio



22- Embalse Alicura, zona de cola, detalle de la piedra volcánica acumulada. 15 de junio



23- Embalse Alicura cola, etiquetado y registro de las muestras de agua colectadas. 15 de junio



24- Embalse Alicura cola, registro *in situ* de parámetros de calidad del agua. 15 de junio



25- Embalse Alicura cola, toma de muestras de agua a distintas profundidades. 15 de junio



26- Dársena de aducción de la Central Alicura, toma de muestras de agua desde el puente. 16 de junio



27- Embalse Alicura cola, superficie completamente cubierta por piedra volcánica. 16 de junio



28- Lago Nahuel Huapi, enfrente a la naciente del río Limay. 16 de junio



29- Naciente del río Limay. 16 de junio



30- Dársena de aducción de la Central Alicura con mangas para derivar las piedras hacia el vertedero. 16 de junio



31- Piedra acumulada en dársena de aducción, vista aguas arriba. 30 de junio



32- Piedra acumulada en dársena de aducción, vista desde vertedero. 30 de junio



33- Central Alicura, paso de piedras por vertedero. 30 de junio



34- Central Alicura, descarga de piedras por vertedero, vista aguas abajo. 30 de junio



35- Embalse Alicura, Malal Huaca, superficie completamente cubierta por piedra volcánica. 14 de julio



36- Embalse Alicura, Malal Huaca, jaula de peces rodeada por piedra volcánica. 14 de julio



37- Embalse Alicura, redes para captura de peces en zona de pisciculturas, rodeada de piedras volcánicas. 14 de julio



38- Detalle de piedras volcánicas en redes. 14 de julio



39- Trucha arco iris capturada en Alicura; las branquias se observan en buenas condiciones. 14 de julio

ANEXO II

DOCUMENTOS

1. Informe INVAP OT 6320.
2. Informe CNEA, “Análisis de Cenizas Volcánicas Cordón Caulle”
3. Informe INVAP OT 6324.
4. Informe INVAP OT 6349.
5. Informe INVAP OT 6372.