



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

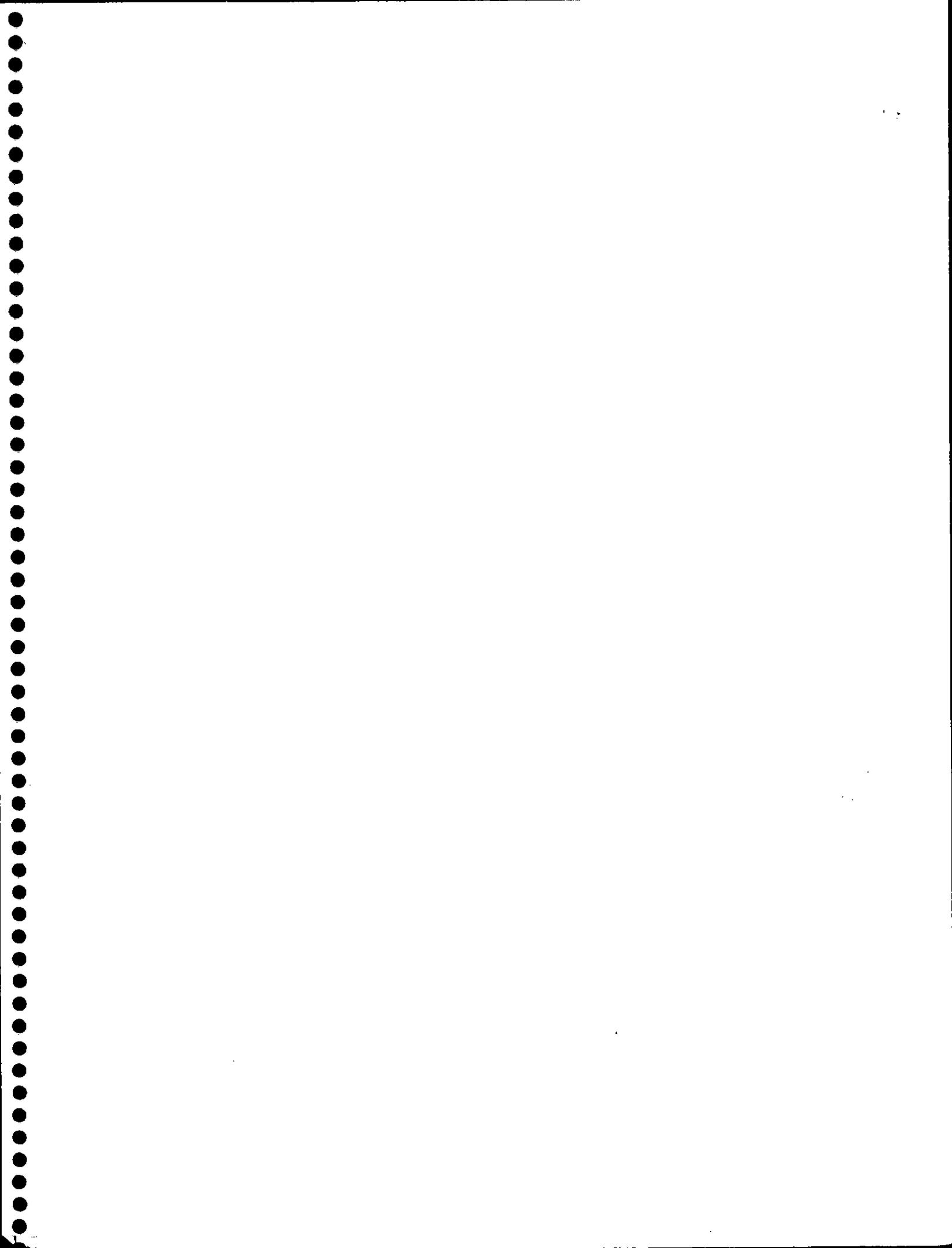
FIP - IT / 93 - 27

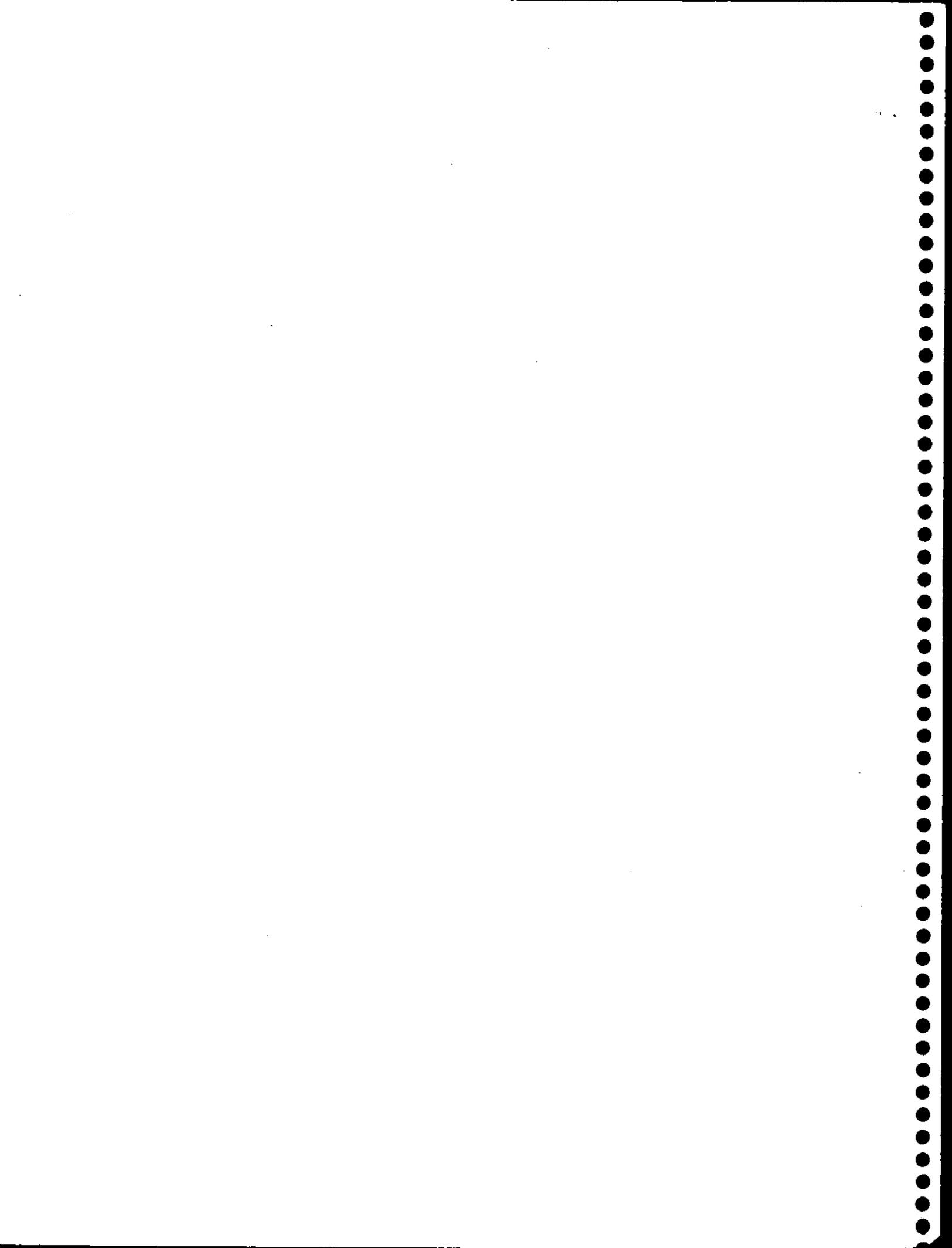
INFORME : DETERMINACION DE LA CAPACIDAD
FINAL DE CARGA EN EL LAGO RUPANCO, X
REGION

UNIDAD : UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
EJECUTORA

Este documento ha sido inscrito en el registro de propiedad intelectual N° 95.128 a nombre del Fondo de Investigación Pesquera, y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad o partes, por cualquier método o procedimiento, sin una autorización por escrito del Secretario Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera.

1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025





**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE ZOOLOGIA**

INFORME FINAL

**" DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA
(STOCK EXPLOTABLE) Y BALANCE DE FOSFORO Y
NITROGENO EN EL LAGO RUPANCO, Xª REGION "**

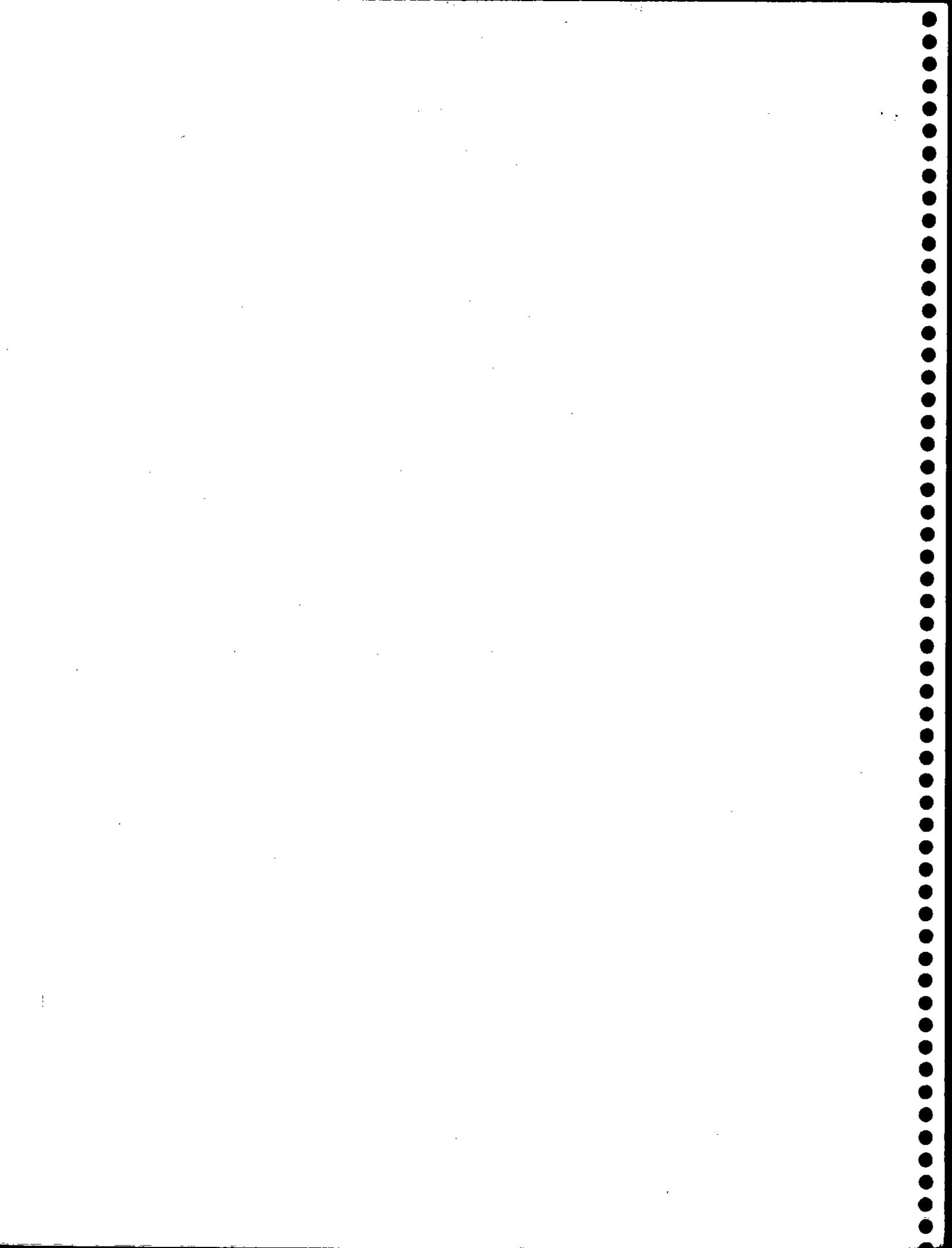
**Fondo de Investigaciones Pesqueras (FIP)
Subsecretaria de Pesca Ministerio de Economía, Fomento y
Reconstrucción**

y

Universidad Austral de Chile

**Prof. Dr. HUGO CAMPOS CERECEDA
Investigador Principal**

VALDIVIA, 30 de Junio de 1995

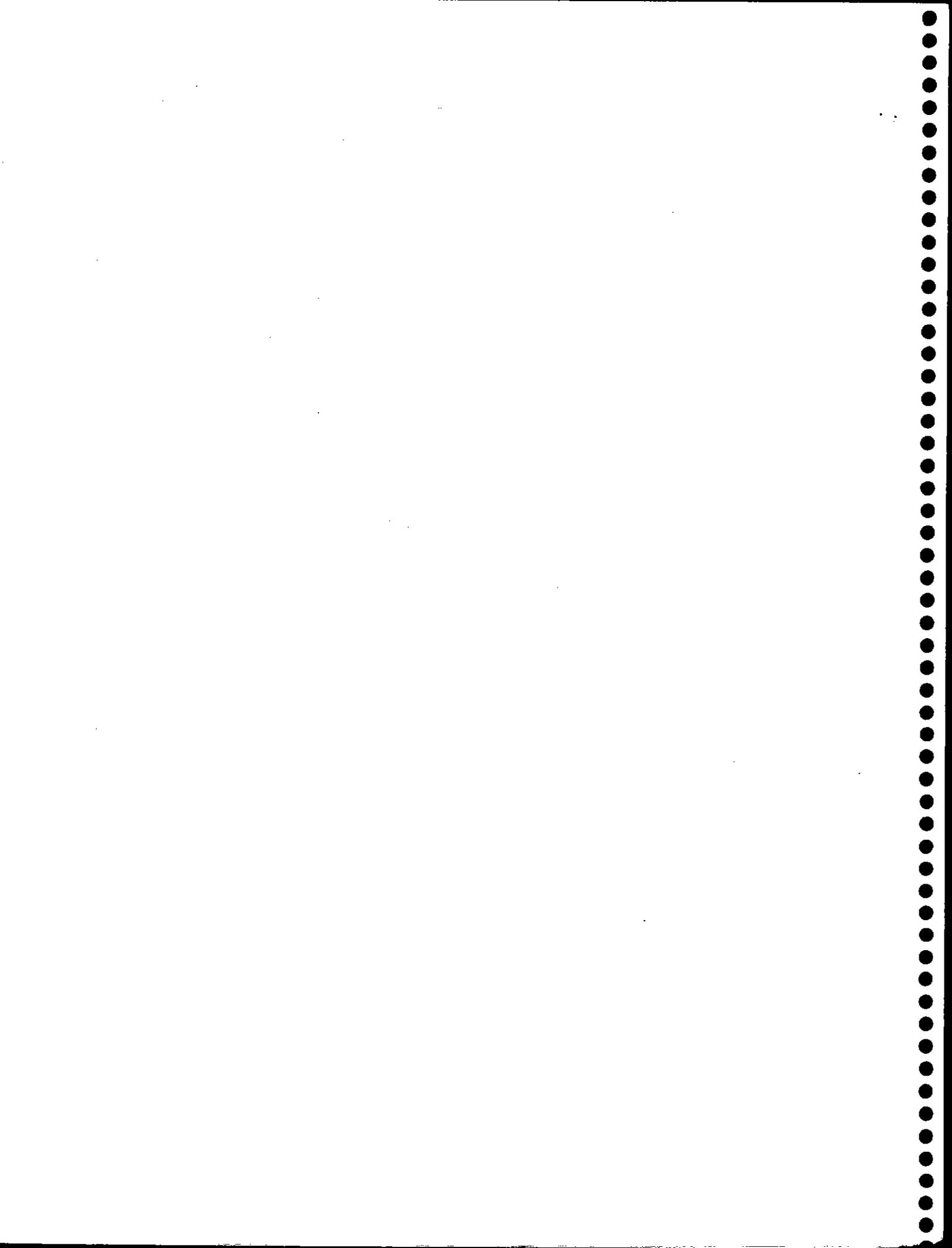


INDICE

1.-	INTRODUCCION	1
2.-	MATERIAL Y METODOS	5
3.-	ANTECEDENTES DEL LAGO Y CUENCA	13
4.-	INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO DE LA HOYA HIDROGRAFICA	20
5.-	EXPORTACION DE NUTRIENTES EN MICROCUENCAS CON DIVERSOS USOS DEL SUELO	35
6.-	INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO POR MEDIO DE SUS AFLUENTES	50
7.-	INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO POR MEDIO DE AGUA DE LLUVIA Y BALANCE HIDRICO	200
8.-	INGRESO DE NUTRIENTES POR LA PISCICULTURA FLUVIAL	223
9.-	INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO POR LOS CENTROS DE CULTIVO	226
10.-	P Y N EN LOS SEDIMENTOS DEL LAGO	252
11.-	CONTENIDO DE P Y N DEL LAGO RUPANCO	259
12.-	COMPOSICION PLANCTONICA DEL LAGO RUPANCO	281
13.-	BALANCE MASICO	308
14.-	BALANCE DE P DEL LAGO RUPANCO	320
15.-	BALANCE DE N DEL LAGO RUPANCO	330
16.-	CAPACIDAD DE CARGA DE LOS CULTIVOS SALMONIDEOS ..	335
17.-	CONCLUSIONES	341

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



CAPITULO 1

INTRODUCCION

El Fondo de Investigaciones Pesqueras ha adjudicado a la Universidad Austral de Chile, la ejecución del proyecto titulado: " Determinación de la capacidad de carga (Stock Explotable) y balance de fósforo y nitrógeno en el lago Rupanco; Xa Región ".

El Objetivo general de este proyecto es: "Determinar la capacidad de carga en términos de stock explotable de especies salmonídeas y el balance de fósforo y nitrógenos totales del lago Rupanco, con el propósito de disponer de información actualizada y oportuna acerca del aporte de materia orgánica a dicho lago, y de esta manera aplicar medidas de manejo que concilien las actividades de acuicultura con su capacidad de carga y con las demás actividades que afecten la calidad de sus aguas". De acuerdo con este objetivo general y los objetivos específicos, se desarrolló la Propuesta Técnica expuesta en capítulos y cuyos puntos fundamentales son los siguientes:

I. Ingreso de nutrientes al lago de la hoya hidrográfica. En esta propuesta se estableció elaborar una carta de uso del suelo de la hoya del lago, a través de carta básica y aerofotogrametría proveniente de imágenes satelitales (Capítulo 4 de este Informe). En el punto 1.4 de la propuesta se establece el cálculo de la carga de nitrógeno y fósforo que generan las actividades de la hoya. Los estudios experimentales para obtener esta información, a través de las microcuencas la hemos derivado para el Capítulo 5 de este informe.

II. Ingreso de nutrientes al lago por medio de sus afluentes. En esta propuesta (Capítulo 6) se obtiene la carga de fósforo y nitrógeno en el lago que entregan los afluentes durante 12 meses. En cada afluente se midieron caudal, factores físicos y químicos,

los cuales permiten por una parte, realizar los cálculos de balance de nutrientes y por otra, caracterizar el nivel de contaminación del río.

III. Precipitaciones. Ingreso de nutrientes por medio del agua de lluvia y balance

hídrico. En esta proposición (Capítulo 7), se realiza un estudio del Balance Hídrico e acuerdo a las precipitaciones, y el aporte de fósforo y nitrógeno provenientes del agua de lluvia al lago.

IV. Pisciculturas Fluviales. Ingreso de nutrientes por pisciculturas fluviales. En esta

proposición (Capítulo 8) se analiza el efecto de la única piscicultura fluvial de la hoya del lago.

V. Centro de cultivo en el lago. Ingreso de nutrientes al lago de los centros de

cultivos. En esta proposición (Capítulo 9), se estudia los centros de cultivos presentes en el lago. Uno de ellos ha sido especialmente estudiado.

VI. Contenido de Nitrógeno y fósforo del lago Rupanco. En esta propuesta (Capítulo 10)

se estudian los factores físicos, químicos y biológicos. En los factores químicos están los nutrientes, cuyos valores son usados en el balance. Los otros valores especialmente los planctónicos son indicativos de la contaminación o del nivel trófico del lago, expuestos en el Capítulo 12.

VII. Fósforo y nitrógeno en los alimentos suministrados en los centros de cultivos en

el lago Rupanco. Esta propuesta esta incluida en el Capítulo 9. En su contenido están los programas de alimentación de los Centros de cultivos y análisis de los alimentos para salmones.

VIII. Análisis de sedimentos del lago. Esta propuesta está contenida en el Capítulo 10. Se entregarán los resultados del ingreso de sedimentos de las balsas jaulas y en los sitios de control. Además el análisis de los sedimentos del lago y su composición de fósforo y nitrógeno.

IX. La capacidad de carga en cultivos salmonideos en los lagos. Esta propuesta contempla los cálculos de los balances másico (Capítulo 13), del balance de la carga de fósforo (Capítulo 14) y nitrógeno (Capítulo 15). De acuerdo a los resultados de estos balances se calcula la capacidad de carga de salmonideos en el lago en el Capítulo 16.

X. Detallar metodología para determinar el balance de fósforo y nitrógeno del lago y el proveniente de la acuicultura. En esta propuesta están todos los métodos que se incluyen en los Capítulos 14 y 15.

XI. Plan de actividades. En esta propuesta están todas las actividades que se han realizados en el proyecto y corresponde especialmente al Capítulo 2 de Materiales y Métodos.

XII. Resumen de las actividades y cronograma. En esta propuesta se establece un cronograma que se ha cumplido en todas sus partes.

De acuerdo al contrato de Investigación se establece en el Artículo Décimo letra c), que se emitirá un Informe Final, al término del plazo establecido. El presente Informe cumple con esta obligación.

Los investigadores que han realizado el presente proyecto son los siguientes: Dr. Hugo Campos (Investigador principal), Dr. Oscar Parra (Fitoplancton), Ing. Francisco Godoy

(aerofotogrametría), Dr. Anton Huber (Precipitaciones y balance hídrico), Dr. Carlos Oyarzún (Microcuencas), Dra. Doris Soto (Centros de Cultivos, Sedimentos y Zooplancton), T.M Gloria Agüero (Química de Agua), M.S. Alice Turner (Piscicultura fluvial y Computación), Rosa Cárcamo (Computación). Han participado como colaboradores de terreno don Raúl Arriagada y Javier Zapata.

El presente proyecto es el más completo que se ha realizado en Chile sobre el estudio de un lago y su hoya hidrográfica, calculando su balance de nutrientes. Los resultados obtenidos son pioneros en este tipo de investigación en Chile y permitirá un manejo racional y sustentable de los lagos.

Los resultados obtenidos han sido discutidos a través del avance del Proyecto en tres Seminarios de dos días cada uno (Valdivia y Futrono).

Se ha cumplido con todos los términos de la Propuesta. Con este Informe Final finaliza esta investigación.

CAPITULO 2

MATERIAL Y METODOS

1.- Ingreso de nutrientes al lago de la hoya hidrográfica.

En la realización del proyecto sobre el Lago Rupanco, el Centro EULA-CHILE ha tenido como responsabilidad la generación de la cartografía base de la cuenca hidrográfica a escala 1:50.000, la definición de los límites de subcuencas de los afluentes muestreados durante el proyecto y la determinación del uso actual del suelo a escala 1:50.000.-

El desarrollo del trabajo fue dividido en 3 etapas de refinamiento. La primera etapa consistió en la generación de una carta base con divisorias de aguas y una carta de uso del suelo, ambas a escala 1:100.000. La segunda etapa consistió en realizar un refinamiento para obtener una carta preliminar de uso del suelo escala 1:50.000 y la tercera etapa, consistió en generar la carta final de uso del suelo y divisorias de aguas escala 1:50.000. La metodología utilizada se explica a continuación.

*** Información Cartográfica de Base.**

La información utilizada para el desarrollo del trabajo fue:

- * Cartografía I.G.M. escala 1:50.000 del área.
- * Imágen satelital Landsat MSS, verano 1985.
- * Fotografías aéreas SAF 1992 escala 1:70.000.
- * Ortofoto mosaico CIREN Corfo 1994 escala 1:20.000.

*** Digitalización.**

Tanto la cartografía base como la temática fue digitalizada para permitir el manejo de cartografía automatizada y la utilización del sistema de información geográfico (SIG) en la integración y superposición de información.

La cartografía IGM escala 1:50.000, los límites de subcuencas y la carta de uso del suelo fueron digitalizadas diferenciando la siguiente información:

- * Red Vial
- * Red fluvial (separada por orden de río)
- * Curvas de nivel (separadas por cota)
- * Límites de subcuencas (cada subcuenca en forma separada)
- * Caseríos y aeródromo
- * Lago y lagunas
- * Tipo de suelo (separado por tipo)

Para la digitalización se utilizó una tablilla digitalizadora y el software AutoCad v10.0.

A partir de las curvas de nivel digitalizadas, se generó un modelo digital de terreno (MDT), que consiste en realizar una interpolación de los puntos de las curvas de nivel para permitir asociar a cada punto de la cuenca una altura. El MDT obtenido puede ser visto en tres dimensiones superponiendo otro tipo de información, como por ejemplo la carta de uso del suelo.

*** Definición de límites de Subcuencas.**

En base a la cartografía IGM 1:50.000 se definieron los límites de subcuencas de los afluentes muestreados durante el proyecto. Esta delimitación se hace en base a las curvas de nivel, identificando las divisorias de aguas. Debido a una falta de restitución en la carta IGM, no fue posible completar el límite de 2 subcuencas, en el sector de desague del lago.

Finalmente, en la última etapa, y haciendo uso de las fotografías aéreas, se corrigieron los límites de la cuenca y subcuencas.

*** Generación de la carta de uso del Suelo.**

La generación de la carta de uso del suelo, desarrollada en tres etapas, utilizó en una primera instancia la imagen satelital y las fotografías aéreas. Posteriormente fueron utilizadas las ortofoto-mosaicos del CIREN y finalmente, la información fue corregida con una verificación en terreno. El procedimiento se describe a continuación:

A partir de la combinación de bandas en falso color (verde, rojo e infrarrojo cercano)

se identificaron áreas homogéneas que pudieran representar diferentes usos. Este mismo procedimiento fue realizado luego de aplicar las componentes principales a las tres bandas. La aplicación de componentes principales tiene como objetivo rescatar de las bandas originales, sólo la información relevante. En función de estos dos primeros resultados y de la definición del número de diferentes usos posibles de encontrar según el conocimiento previo del sector, se realizó una clasificación no supervisada.

La imagen clasificada fue corregida geométricamente para permitir su integración con la información cartográfica. Este procedimiento corrige deformaciones propias de la proyección de la imagen tomada desde el sensor.

El trabajo de procesamiento digital de imágenes fue realizado con el software Resource v3.3. Posteriormente la imagen corregida fue ingresada al sistema de información geográfico (SIG) SPANS v5.2 para integrarla con la información base ya digitalizada.

Haciendo una fotointerpretación de las fotografías aéreas escala 1:70.000 y utilizando la imagen clasificada, fue definida una carta de uso del suelo a escala 1:100.000. Esta carta fue digitalizada con el mismo procedimiento que la cartografía base y fueron diferenciados en una primera instancia 7 tipos diferentes de usos del suelo: lava, bosque cerrado, praderas, bosque abierto, matorral, cultivos y agua.

Para la generación de la carta preliminar de uso del suelo escala 1:50.000 se utilizaron las ortofoto-mosaicos del CIREN y la carta ya generada anteriormente escala 1:100.000. De este refinamiento se generó una carta con 6 tipos de uso: cultivo (diferenciando 6 tipos de suelos para cultivos), bosque (diferenciando 3 tipos), pradera, matorral, lava y agua.

En la última etapa se realizó una verificación en terreno para entregar una carta de uso del suelo definitiva. Esta salida a terreno junto a una nueva fotointerpretación permitieron establecer que el uso del suelo en las riberas del Lago son bastante homogéneas, predominando los pastizales y el bosque nativo, que está siendo invadido rápidamente por la quila. La carta de uso del suelo final permite diferenciar 6 tipos de uso

del suelo: lava, bosque nativo, pino, matorrales o quila, praderas y agua.

Las cartas finales de uso del suelo y de límite de subcuencas fueron superpuestas en el SIG para determinar el área de cada subcuenca y los usos de suelo por subcuenca.

2.- Ingreso de nutrientes al lago por medio de sus afluentes.

De acuerdo a la red hídrica obtenida en la carta base se diseñó el muestreo de la carga de nitrógeno y fósforo desde los ríos afluentes del lago.

Se muestrearon un total de 48 afluentes los cuales se agruparon, en base a la carta temática, de acuerdo a si drenan (i) bosques, (ii) zonas agrícolas ganaderas, (iii) acuicultura, (iv) centros urbanos y (v) zonas deforestadas. Además se muestreó el único efluente del lago, el río Rahue.

En cada uno de los afluentes y en el efluente se midieron mensualmente en el período comprendido entre los meses de Marzo de 1994 y Febrero de 1995, los siguientes parámetros: perfil del río, velocidad de la corriente, caudal, temperatura, color, turbidez, pH, conductividad, nitrato, nitrito, amonio, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo soluble, fósforo total, seston y componentes biológicos.

* **Perfil del río:** En terreno se midió el ancho, en una sección de cada río, con huincha metálica y la profundidad en un mínimo de tres puntos en la sección. Con estas dos mediciones se calculó el área del río para posteriormente ser utilizada en el cálculo del caudal.

* **Velocidad de la corriente:** La velocidad de la corriente del agua fue registrada en cada mes usando un correntometro portátil, marca STOPPANI y contador mecánico.

* **Caudal:** el cálculo del caudal de agua para cada río se realizó usando las medidas del área de la sección y la velocidad de la corriente. Se siguieron las normas hidrométricas de la D.G.A. para los aforos. Los valores de caudal del efluente Rahue fueron obtenidos de los registros de la estación Rahue (desague Rupanco) de la D.G.A.

* **Temperatura:** en cada río se registró la temperatura con un termómetro de mercurio

introducido directamente en el agua.

* **Color:** se midió el color del agua usando un espectrofotómetro con longitud de onda de 440 nm, las unidades están dadas en unid. Pt-Co.

* **Turbidez:** se midió en un espectrofotómetro con longitud de onda 440 nm y unidades de turbidez en mg/l de sílice (SiO₂).

* **pH:** fue medido con un pH metro marca WTW.

* **Conductividad:** se midió utilizando un conductivímetro marca WTW, las unidades están dadas en μS a 25°C.

* **Nitrato:** se utilizó el método colorimétrico de salicilato de sodio y sal de Seignette. De esta medición se obtiene el valor del nitrógeno de nitrato.

* **Nitrito:** se determinó a través del método colorimétrico de sulfamilamida y n-naftil etilendiamina dicloro y se obtuvo el valor del nitrógeno de nitrito.

* **Amonio:** se determinó mediante el método del Indofenol azul, hipoclorito de sodio (método de Solorzano) y se obtiene el nitrógeno de amonio.

* **Nitrógeno orgánico:** se utilizó el método de Kjeldal mediante digestión con ácido sulfúrico.

* **Nitrógeno total:** fue calculado usando las mediciones de nitrato (NO₃-N), nitrito (NO₂-N), nitrógeno orgánico y amonio (NH₄).

* **Fósforo soluble u ortofosfato:** fue medido en el laboratorio con ácido ascórbico siguiendo el método de tartrato antimónico de potasio.

* **Fósforo total:** se determinó mediante el método de tartrato antimónico después de una digestión con ácido sulfúrico y perhydrol al 30 %. Este valor incluye el fósforo orgánico e inorgánico.

* **Seston:** se determinó la cantidad de material particulado en suspensión en el agua, tanto orgánico, inorgánico y total filtrando un litro de agua a través de un filtro milipore de fibra de vidrio.

* **Análisis bacteriológicos:** Este análisis se realizó en 16 afluentes durante el mes de febrero. Se determinó la cantidad de Coliformes fecales. Estas bacterias son indicadoras de contaminación fecal y su presencia se usa para calificar la calidad de aguas recreacionales. La cuantificación de este parámetro se realizó con el medio MF-C (APHA, 1976), filtrando 100 ml de agua muestreada e incubando los filtros en una placa a 44.5 °C en un baño termoregulador por 24 hrs.

Las muestras de agua para las determinaciones de los análisis químicos se obtuvieron usando botellas plásticas de un litro en los afluentes de pequeña magnitud y con una botella Ruttner en el efluente y ríos mayores.

3.- Ingreso de nutrientes por medio de agua de lluvia (precipitaciones).

Los nutrientes analizados en las aguas de lluvia fueron los mismos que se analizaron en los afluentes, por ello se utiliza la misma metodología antes mencionada. También se midió el Cloruro para lo cual se utilizó el método colorimétrico de nitrato de mercurio.

Para determinar el aporte de agua que llega a la cuenca del lago Rupanco se instaló una red de estaciones pluviométricas, compuesta por 5 pluviómetros y 3 pluviógrafos. Estos equipos fueron construídos en el Instituto de Física, Laboratorio de Microprocesadores en Instrumentación, de la Universidad Austral.

En la determinación de la distribución espacial y temporal de las precipitaciones de la cuenca del lago se utilizó la carta base de la zona en ella está registrada la información geográfica, el uso del suelo y la ubicación de las estaciones pluviométricas (Capítulo 7).

La distribución espacial de las precipitaciones (isoyetas) se confeccionaron con el programa computacional SURFER.

Mayor información sobre la metodología aplicada para este ítem se encuentra en el Capítulo N° 7 de este Informe.

4.- Exportación de nutrientes por las microcuencas.

Se instalaron limnógrafos digitales para registrar el nivel del agua en los puntos de

cierre de tres microcuencas. Estos limnógrafos se fabricaron en la misma unidad anteriormente indicada para los pluviógrafos.

Las muestras de agua se colectaron con botellas de 1 litro en duplicado. En el laboratorio fueron filtradas con filtros de 0.45 μm , y el filtrado fué usado para determinar las concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, NH_4^+ , N_{org} , N_{tot} , $\text{PO}_4\text{-P}$ y P_{tot} en solución. Las otras muestras se utilizaron para determinar las concentraciones de estos parámetros considerando la muestra total (en solución, suspensión y sedimento).

Mayores antecedentes sobre la metodología utilizada en este ítem se encuentra explicada en el capítulo correspondiente (Capítulo 5).

5.- Nutrientes en la Piscicultura fluvial.

La única Piscicultura fluvial del Lago Rupanco en río Huillín fue muestreada en dos sectores: bocatoma y desagüe. Los parámetros analizados en ambos sectores son los mismos que se analizaron en los afluentes, usando la misma metodología (Capítulo 8).

6.- Ingreso de nutrientes por los Centros de Cultivos.

En el Lago Rupanco existen 6 centros de cultivos. En ellos se analizaron todos los nutrientes anteriormente mencionados y además se realizaron análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en primavera, verano, otoño e invierno.

La metodología empleada para el análisis de DBO_5 fue la siguiente; se midió el consumo de oxígeno incubando durante 5 días en estufa a 20 °C de temperatura.

Para el DQO se usó el método de digestión de dicromato de potasio y ácido sulfúrico.

También se realizaron análisis de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) en los alimentos de los peces de los Centros de Cultivo. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Puerto Montt y se realizaron mediante el método de Macro-Kjeldahl. Mayor información se encuentra en el respectivo capítulo (Capítulo 9).

7.- Ingreso de nutrientes por los sedimentos.

Para coleccionar sedimentos bajo las balsas se utilizaron parrillas con cuatro tubos colectores. Cada parrilla tiene una altura de 0.8 metros. Cada tubo colector tiene 1 metro de altura y 11 centímetros de diámetro, sellados en el fondo.

La metodología aplicada en este ítem se explica en forma extensa en el capítulo correspondiente (Capítulo 9) del presente informe.

8.- Ingreso de nutrientes en las bahías.

En las bahías también se analizaron los parámetros anteriormente mencionados para los afluentes y se aplicó la misma metodología.

Ademas fueron analizados los siguientes componentes biológicos:

* **Clorofila:** filtrando 3 litros de agua a través de un filtro de fibra de vidrio se determinó la cantidad de clorofila por extracción con acetona y se leyó en un espectofotómetro.

* **Fitoplancton:** Se tomaron muestras de agua para análisis cuantitativo y cualitativo del fitoplancton en seis diferentes meses del período de muestreo (Marzo, Abril, Mayo, Diciembre de 1994 y Enero, Febrero de 1995). Las muestras se obtuvieron con una botella Van Dorn a las profundidades de 1, 15 y 50 m en cada una de las tres bahías analizadas.

* **Zooplancton:** en cada una de las tres bahías estudiadas se tomaron muestras de agua en los meses de Junio, Agosto, Noviembre de 1994 y Febrero de 1995 para analizar cualitativa y cuantitativamente el zooplancton. Estas muestras fueron obtenidas mediante un arrastre vertical entre los 30 y 0 m de profundidad usando una red Ruttner (cónica) de trama de malla de 55 micrones, para cálculos cualitativos y cuantitativos.

9.- Balance.

La metodología aplicada para los balances hídricos, másico y la carga de los afluentes será explicada en sus respectivos capítulos (Capítulos 13, 14 y 15).

CAPITULO 3

ANTECEDENTES DEL LAGO Y CUENCA HIDROGRAFICA

El Lago Rupanco pertenece al distrito de los lagos Araucanos en el Sur de Chile y su ubicación geográfica corresponde a $40^{\circ}50'S$ y $72^{\circ}26'W$. Este lago forma parte de la hoya hidrográfica del Río Bueno y se encuentra a una altitud de 118 m s.n.m.

El lago ocupa un valle terciario remodelado por la acción glacial y delimitado frontalmente por depósitos de morrenas que constituyen actualmente su rivera oeste. El valle del lago Rupanco está limitado hacia el este por el valle del Río Negro que corre en dirección norte sur. Actualmente el río afluente más importante en el sector este del lago es el río Gaviotas. Se puede asumir que el glaciar del Rupanco fue formado por una serie de brazos originados en el volcán Casablanca y en el glaciar del Río Negro. Su edad geológica aproximada es de 11.000 años que corresponde al período de retracción de los glaciares.

El mapa batimétrico muestra isóbatas de gran profundidad en un perfil muy pronunciado alcanzando una profundidad máxima de 274 m. El Lago presenta una forma subcircular con dos pequeñas islas y una gran península llamada localmente "el Isiote" la cual separa el cuerpo principal del lago de una bahía angosta y de moderada profundidad. La hoya de drenaje del lago es relativamente pequeña y alcanza a 999 km^2 , lo cual corresponde a más de cuatro veces el área del lago (235 km^2). Los principales afluentes al lago son los ríos Gaviota, Bonito y Puleufú. El lago posee sólo un efluente que corresponde al río Rahue. Considerando las características hidrológicas del lago, se ha estimado un tiempo teórico de renovación de 8.5 años, valor recalculado y que rectifica el valor de 12 años entregado en Campos (1992).

De acuerdo a sus características físicas y químicas, el lago Rupanco ha sido definido como un lago de tipo oligotrófico monomítico temperado, presentando un período de circulación en invierno, aproximadamente a los 10°C y un período de estratificación en

verano. Campos (1992) realizó un estudio del lago abarcando un período de un año. Según sus resultados las capas superficiales comienzan a calentarse a comienzos de primavera y las temperaturas máximas registradas han sido de alrededor de los 19°C. El epilimnion de verano tiene una capa aproximada de 20 m de profundidad aumentando en el mes de Mayo donde alcanza a 45 m. Se han registrado termoclinas entre Diciembre y Abril a profundidades de 18 a 26 m.

La transparencia medida con el disco Secchi varió en este mismo estudio entre 11 y 20 m de profundidad con los valores máximos registrados en los meses de invierno.

Entre los factores químicos, el oxígeno disuelto mostró un patrón de distribución vertical bastante homogéneo y las concentraciones registradas fueron relativamente altas.

Las concentraciones de dióxido de carbono fueron más altas en las capas más profundas del lago y las máximas se registraron en meses de otoño y verano.

Los valores de alcalinidad (bicarbonato) mostraron concentraciones homogéneas durante todo el año.

El pH registrado fue cercano a la normalidad durante todo el año con una tendencia a valores menores a profundidades mayores de 100 m.

La dureza del agua indica valores muy bajos y por lo tanto aguas muy blandas.

La conductividad a través de la concentración de electrolitos disueltos fue mayor a comienzos de otoño y mediados de primavera aumentando en las capas más profundas durante primavera y verano.

De acuerdo a los resultados de Campos (1992) el lago es pobre en nutrientes. Las concentraciones de nitrógeno mostraron una distribución vertical con aumento hacia las capas más profundas, especialmente a fines de verano y comienzos de invierno. Las concentraciones de fósforo fueron bajas durante todo el año, tanto el ortofosfato como el fosfato total, fue más alto en las capas más profundas. El ciclo de estos nutrientes está relacionado con las máximas productividades primarias registradas en invierno.

El fitoplancton muestra sus máximas abundancias en verano con la dominancia de especies del grupo de las Cyanoficeae (**Microcystis**) y Chrysophyceae (**Paulschulzia**). En primavera se produce un aumento que coincide con el final del período de circulación donde predominaron especies del grupo de las diatomeas (**Melosira**).

El zooplancton estuvo dominado por copepodos calanoideos con la especie **Boeckella gracilipes**, seguido por el cladocero **Eubosmina hagmanni** y el copepodo **Mesocyclops longisetus**. Entre las especies de Rotíferos dominó **Callothecha pelagica**. El zooplancton mostró un máximo en su abundancia durante la primavera.

Tabla 1: Parámetros morfométricos del Lago Rupanco.-

Latitud	= 40°50' S
Longitud	= 72°26' W
Altitud	= 118 m
Longitud máxima (l_m)	= 39.7 km
Ancho máximo (b_m)	= 9.1 km
Ancho medio (b)	= 5.9 km
Línea de costa (L)	= 125.2 km
Área superficial (A_o)	= 235 km ²
Desarrollo línea de costa (D_L)	= 2.31
Profundidad máxima (Z_m)	= 274 m
Profundidad media (Z)	= 163 m
Profundidad relativa (Z_r)	= 1.59
Profundidad criptodepresión (Z_c)	= 156 m
Relación entre profundidad media a máxima (Z: Z_m)	= 0.59
Volumen (V)	= 38 km ³
Zonas bajas (30 m profundidad)	= 19.5 km ²
Área de drenaje (A_d)	= 994 km ²
A_d / A_o	= 4.42

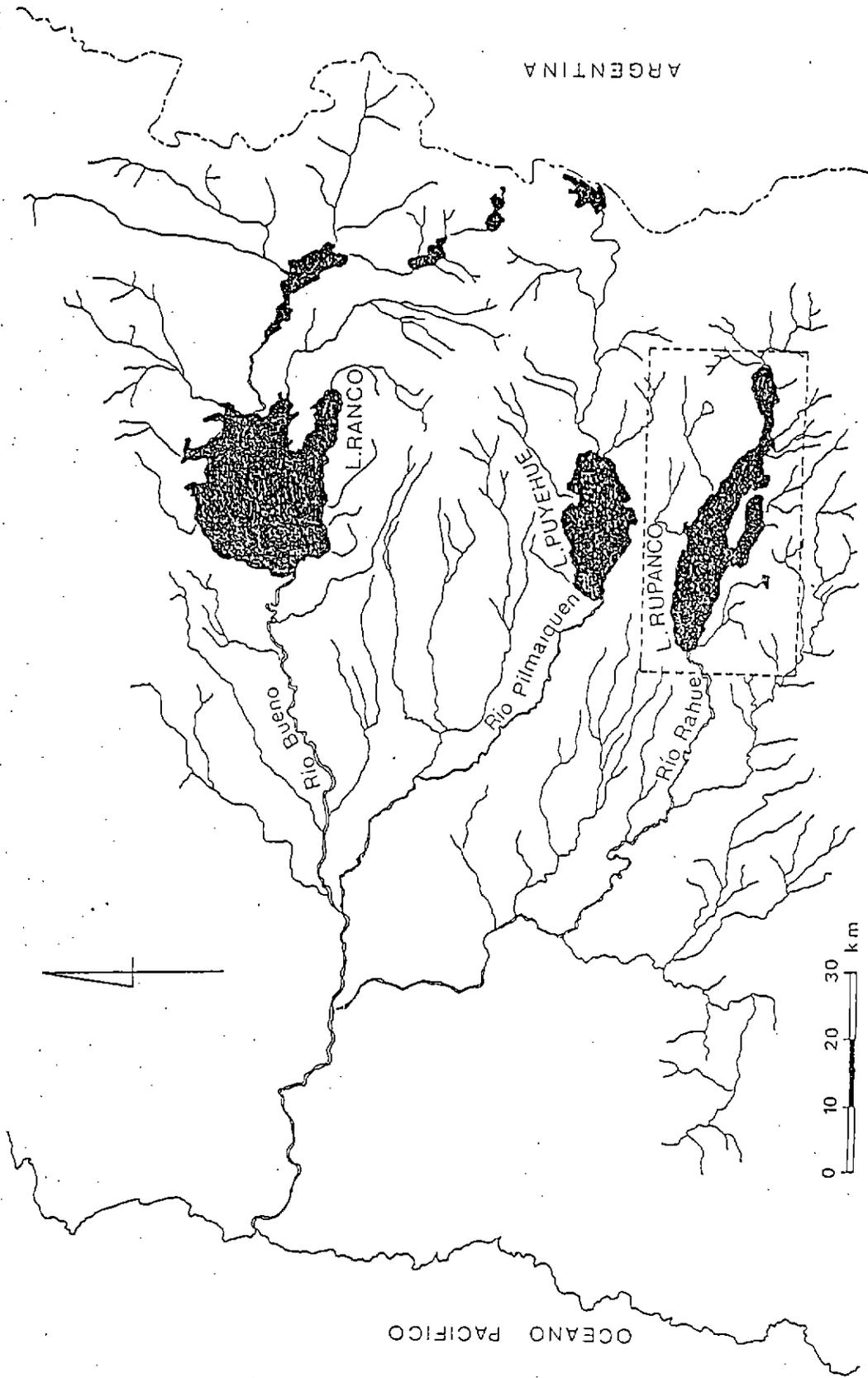


Figura 1: Ubicación del Lago Rupanco en su hoya hidrográfica.

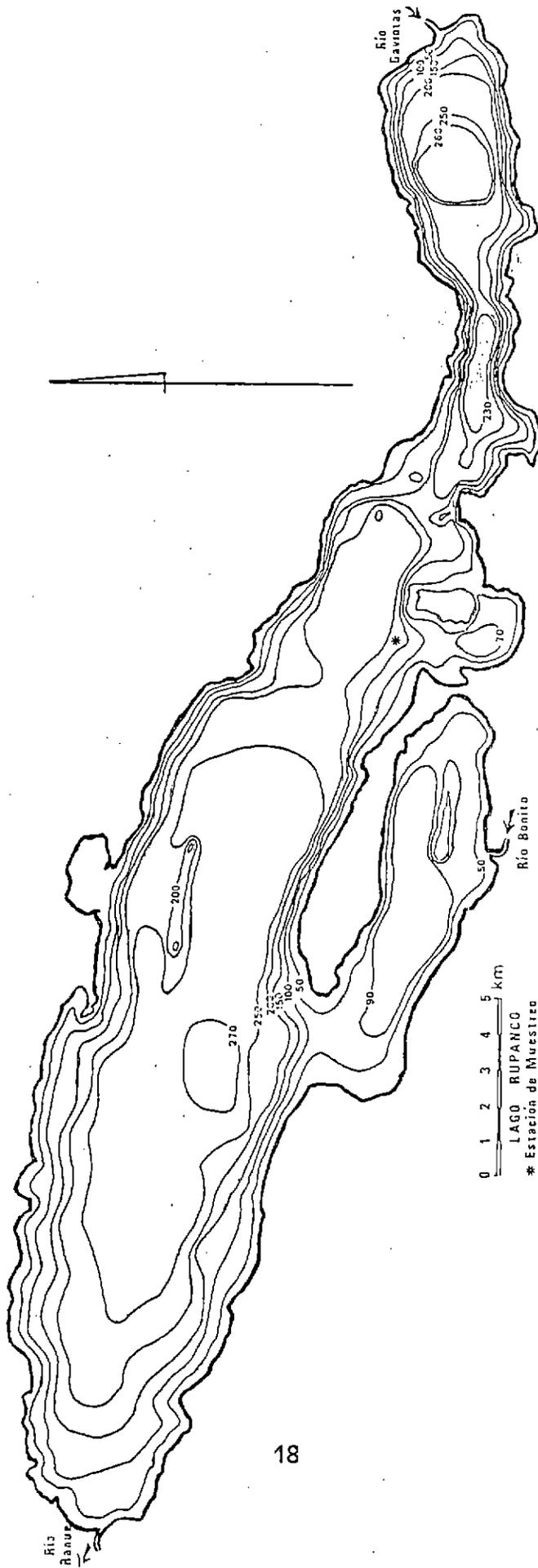


Figura 2: Mapa batimétrico del Lago Rupanco.

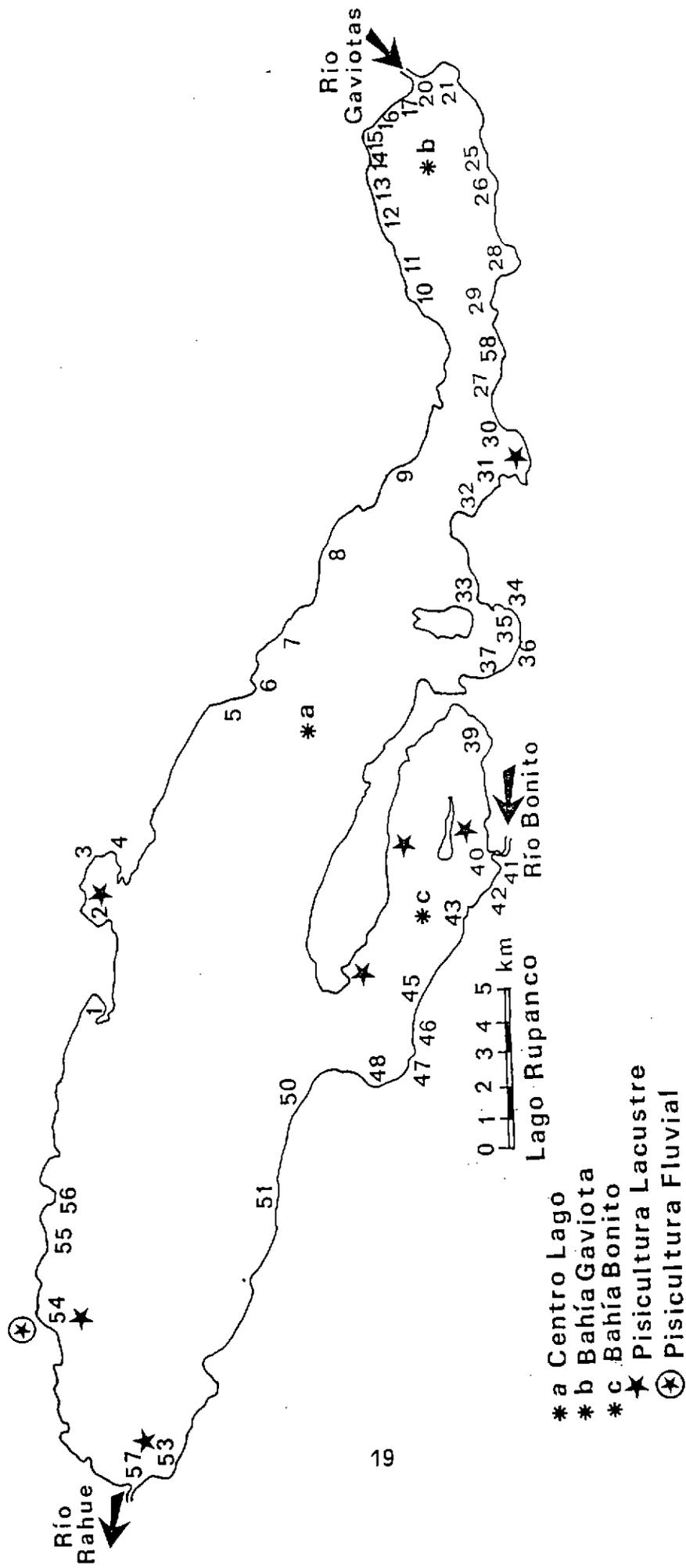
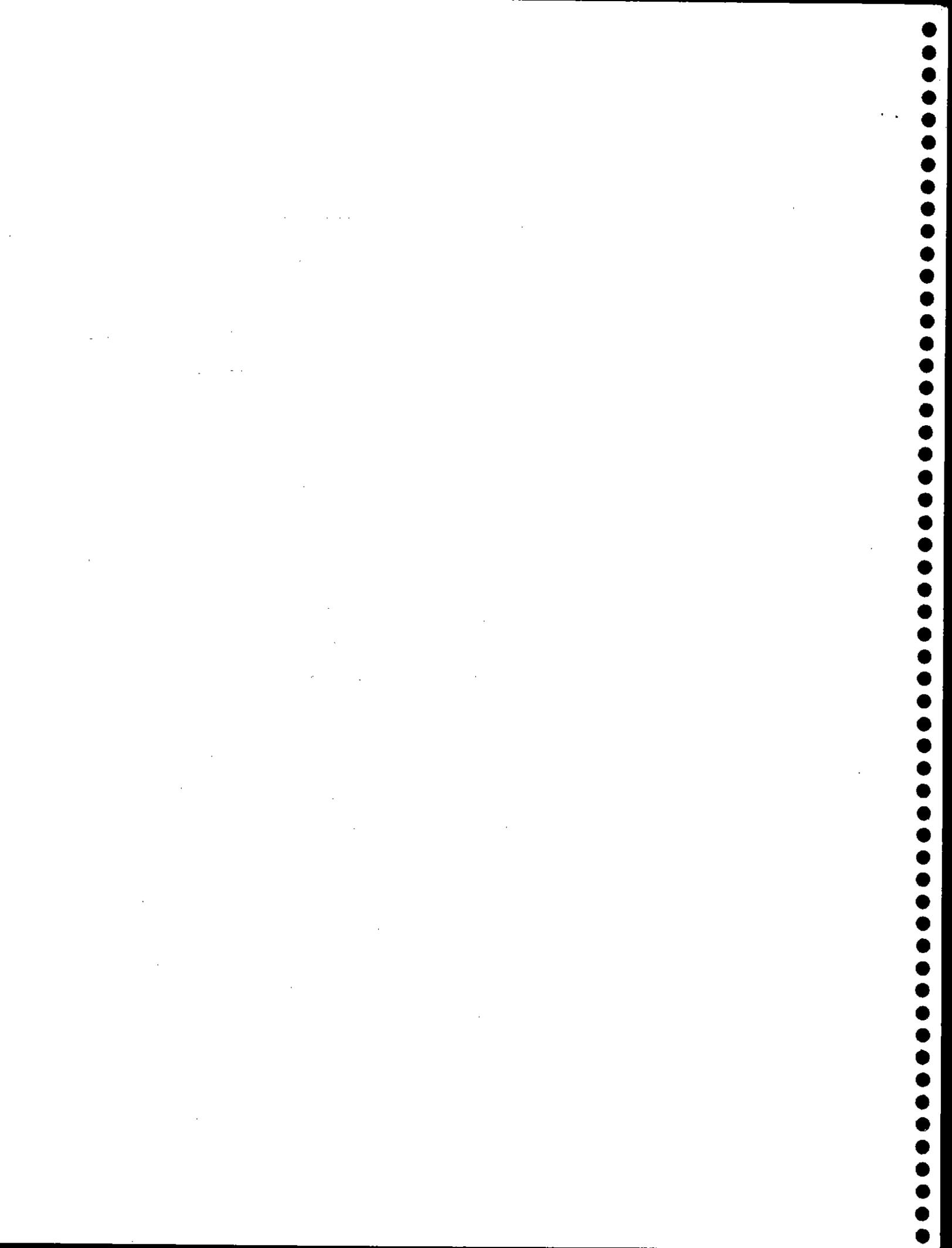


Figura 3: Ubicación de las estaciones de muestreo en el Lago Rupanco.



CAPITULO 4

INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO DE LA HOYA HIDROGRAFICA

El Centro Universitario Internacional de Investigación y formación en Ciencias Ambientales, más conocido por su sigla EULA ha tenido como responsabilidad la generación de la cartografía base de la cuenca hidrográfica a escala 1:50.000, la definición de los límites de las subcuencas de los afluentes muestreados en el presente proyecto y la determinación del uso actual del suelo a escala 1:50.000. La metodología seguida está descrita en Capítulo II sobre Materiales y Métodos.

* Carta base.

La elaboración de la carta base permitió obtener las características de la cuenca del lago Rupanco. Se determinó que la Cuenca del lago tiene 994 km² y el área del lago 235 km² (Tabla 2). De acuerdo a la clasificación de Strhaler (1957), en ríos de ordenes creciente a medida que estos se van uniendo, se determinó que la hoya hidrográfica de lago Rupanco tiene 829 km de ríos de los cuales el 52.3% corresponden a los de primer orden, es decir a los ríos originales. El 30.9% corresponden a los ríos de segundo orden, el 14% a los ríos de cuarto orden y 2.8% a los ríos de quinto orden (Tabla 3).

En la carta base se elaboró el área de las subcuencas de los ríos muestreados en el presente proyecto, la cual abarca a 624.7 km² que corresponden a un 63% de toda la cuenca del lago. El río con la mayor subcuenca corresponde al Caviotas con 166,9 km² que corresponde a un 26.7% de todas las subcuencas. El segundo río con la mayor subcuenca fué el Río Puleufú con 73.2 km² y un 11,7% de todas las subcuencas. Muy parecido al anterior fué el río Bonito con 70 km² y 11.2% de las subcuencas. Los otros dos ríos con una mayor subcuenca son río Negro con 45.4 km², un 7.3% de todas las subcuencas y río Pescadero Grande con 41.1 km² y un 6.6%.

Las curvas de nivel y sus proyecciones (Fig. 4 y 5) muestran que el lago presenta un

sector oriental cordillerano y uno occidental plano. La mayor cantidad de los ríos son de tipo cordillerano o precordilleranos (alrededor de 30). A su vez en el sector cordillerano está el río con la mayor subcuenca (río Gaviotas).

La información base utilizada y el modelo tridimensional del terreno que caracteriza el relieve de la cuenca se muestra en la figura 4 y 5. Como resultado de la primera etapa de elaboración se muestra la figura 6 la cual representa una parte de la imagen satelital Landsat MSS clasificada y corregida geométricamente.

*** Carta del uso del suelo.**

La carta del uso del suelo escala 1:100.000 generada en la primera etapa se muestra en la figura 7. En esta carta se diferencian con colores los diferentes usos del suelo: Plomo = Lava; Verde = bosque cerrado, café = pradera, verde claro = bosque abierto, rojo = matorral, amarillo = cultivo, morado = agua.

La carta preliminar de uso del suelo escala 1: 50.000 generada en la segunda etapa corresponde a la Figura 8. En esta figura el uso del suelo corresponde en seis tonalidades de amarillo, que equivale a seis tipos diferentes de cultivo. El color verde en diferente tonalidad para representar bosque nativo abierto y cerrado. Color café para pradera, rojo para matorrales, plomo para lava y morado para agua.

La carta final de uso del suelo realizada en la tercera etapa está en la figura 9. Esta carta diferencia por colores los siguientes usos: Plomo = Lava; Verde = Bosque nativo; Morado claro = bosque introducido; Café = Matorral y Quila; Amarillo = Pradera; Morado = Agua.

A partir de la carta final (Fig. 9) y sobreponiendo los límites de las subcuencas se obtiene una carta precisa del uso del suelo en cada subcuenca. Esto se puede observar en la Figura 10, donde están los límites de las subcuenca con líneas rojas, los ríos con líneas moradas, con puntos amarillos las estaciones de muestreo, con puntos café las estaciones en el lago.

En la Figura 11 está representado el uso del suelo en cada subcuenca. Los colores son los mismos de la Figura 9. La figura muestra claramente que la lava cubre los sectores cordilleranos superiores de la hoya. El bosque nativo cubre todo el sector cordillerano y precordillerano de la cuenca. Las praderas dominan en todo el sector bajo, que abarca desde una línea imaginaria del ^U inicio de la península (Islote). Sin embargo, la pradera en pequeños retazos, también se encuentran en el sector precordillerano. Los matorrales y Quilas se distribuyen en pequeños retazos en la parte baja de la cuenca.

Los cálculos del uso del suelo en cada subcuenca están expuestos en la Tabla 5 en km². De acuerdo a los valores de la Tabla, el 53.8% del suelo de esta cuenca está cubierta de bosque nativo. El 20.5% de praderas, es decir con alteración del hombre. El 2.8% de matorral y Quila. El 22% de lava o ceniza volcánica, demostrando la gran importancia de la acción volcánica en la zona. Un 0.86% está cubierto por agua, es decir pequeñas lagunas.

*** Carga de nutrientes.**

El aporte de nutrientes de los diferentes usos del suelo es analizado en el Capítulo 6.

Tabla N° 2: Area total de la cuenca y Lago Rupanco.-

	Superficie (Km ²)
Cuenca	994
Lago Rupanco	235

Tabla N° 3: Longitud de drenes por orden.-

Orden de Dren - N° de ríos	Longitud (Km) - Promedio Km
1 ^{er} - 249	434 - 1.7
2 ^o - 66	256 - 3.9
3 ^{er} - 13	116 - 8.9
4 ^o - 2	23 - 11.5

Tabla N° 4: Area de cada microcuenca en Km².-

N° Estación	Nombre del afluente	Total (km ²)
1	Arroyo Pescadero	7.9
2	Río Pescadero Grande	41.1 (*)
3	Sin nombre	4.1
4	Arroyo El Encanto	18.9
5	Río Puleufú	73.2 (*)
6	Arroyo Moro	3.6
7	Arroyo Huillínco	6.8
8	Río Calzoncillo	11.7
9	Arroyo Arrayán	6.0
10	Arroyo Coihueco	11.0
11	Sin nombre	1.8
12	Arroyo El Judío	11.7
13	Sin nombre	1.7
14	Arroyo Los Baños	5.1
15	Arroyo Salto	0.7
16	Sin nombre	1.2
17	Sin nombre	8.0
20	Río Gaviotas	166.9
21	Arroyo Molinos	5.0
25	Sin nombre	1.1
28	Sin nombre	4.6
29	Río Blanco	18.7
30	Río El Salto	7.3
31	Río Nalcas	25.4
32	Río El Callao	13.6
33	Arroyo Calle-Calle	2.6
34	Sin nombre	0.3

CONTINUACION Tabla N° 4.

N°	Nombre	Total
35	Sin nombre	0.3
36	Sin nombre	0.0
37	Sin nombre	0.5
39	Arroyo Salto Islote	1.7
40	Río Bonito	70.0
41	Arroyo Las Truchas	2.6
42	Arroyo Vesperina	0.9
43	Arroyo Piedras Negras	3.6
45	Sin nombre	0.4
46	Sin nombre	2.3
47	Arroyo El Chacay	6.1
48	Sin nombre	0.8
50	Sin nombre	2.2
51	Arroyo Pellinada	2.4
53	Río Negro	45.4
54	Arroyo Huillín	7.4
55	Arroyo El Parrón	4.8
56	Arroyo Chalupa	1.3
58	Sin nombre	11.8
TOTAL:		624.7

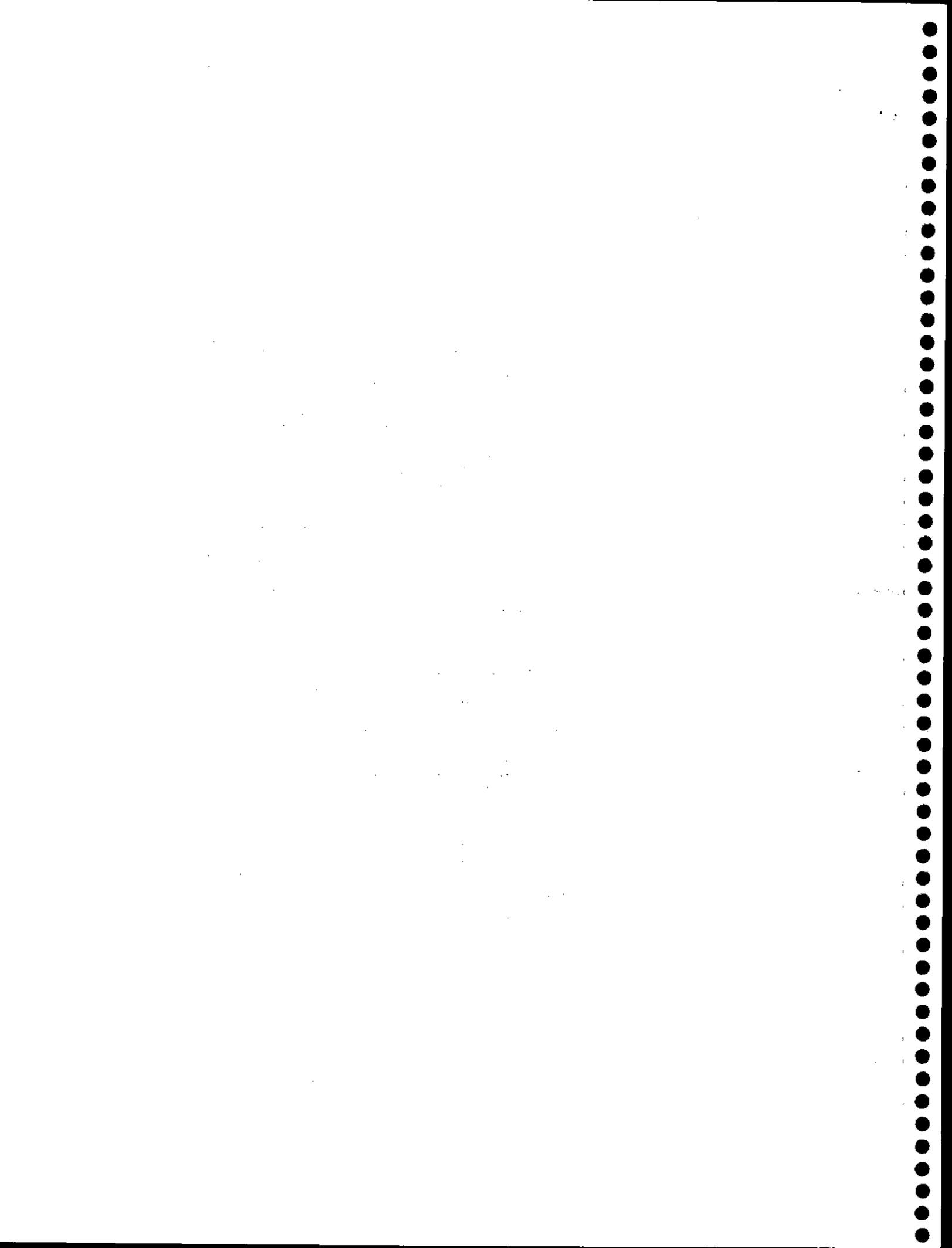
(*): Límites aproximados por falta de información topográfica de base a esta escala.

Tabla N° 5: Uso del suelo por microcuencas en Km².

USO DEL SUELO POR SUBCUENCA A ESCALA 1:50.000								
SUBCUENCAS		USO DEL SUELO						
N°	Nombre	Pino	Bosque Nativo	Pradera	Matorral y Quila	Lava	Agua	Total
1	Arroyo Pescadero	0.0	0.4	7.5	0.0	0.0	0.0	7.9
2	R. Pescadero Grande	0.0	15.2	24.3	1.4	0.0	0.2	41.1
3	Sin nombre	0.0	0.3	3.8	0.0	0.0	0.0	4.1
4	A. El Encanto	0.0	6.0	12.6	0.3	0.0	0.0	18.9
5	R. Puleufú	0.0	39.0	1.6	2.1	27.7	2.8	73.2
6	A. Moro	0.0	0.2	0.1	3.3	0.0	0.0	3.6
7	A. Huillinco	0.0	4.3	0.0	2.5	0.0	0.0	6.8
8	R. Calzoncillo	0.0	11.5	0.0	0.2	0.0	0.0	11.7
9	A. Arrayán	0.0	5.5	0.5	0.0	0.0	0.0	6.0
10	A. Coihueco	0.0	10.6	0.2	0.0	0.2	0.0	11.0
11	Sin nombre	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
12	A. El Judío	0.0	9.9	0.0	0.0	1.6	0.1	11.7
13	Sin nombre	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
14	A. Los Baños	0.0	4.3	0.0	0.0	0.8	0.0	5.1
15	A. Salto	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
16	Sin nombre	0.0	1.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2
17	Sin nombre	0.0	5.9	0.0	0.0	2.1	0.0	8.0
20	R. Gaviotas	0.0	98.0	4.4	0.0	64.1	0.4	166.9
21	A. Molinos	0.0	3.0	0.2	0.0	1.8	0.0	5.0
25	Sin nombre	0.0	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1
28	Sin nombre	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
29	R. Blanco	0.0	8.0	0.3	0.0	10.4	0.0	18.7
30	R. El Salto	0.0	7.0	0.3	0.0	0.0	0.0	7.3
31	Río Nalcas	0.0	13.3	0.7	0.0	11.4	0.0	25.4
32	R. El Callao	0.0	11.3	0.9	0.5	0.9	0.0	13.6
33	A. Calle-Calle	0.0	0.9	1.2	0.5	0.0	0.0	2.6
34	Sin nombre	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3

CONTINUACION Tabla N° 5.-

USO DEL SUELO POR SUBCUENCA A ESCALA 1:50.000.-								
SUBCUENCAS		USO DEL SUELO						
N°	Nombre	Pino	Bosque Nativo	Pradera	Matorral y Quila	Lava	Agua	Total
35	Sin nombre	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3
36	Sin nombre	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3
37	Sin nombre	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.5
39	A.Salto Islote	0.0	0.7	0.6	0.4	0.0	0.0	1.7
40	R.Bonito	0.0	52.7	5.5	0.7	11.1	0.0	70.0
41	A.Las Truchas	0.0	1.7	0.9	0.0	0.0	0.0	2.6
42	A.Vesperina	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.9
43	A.Piedras Negras	0.0	0.7	2.7	0.2	0.0	0.0	3.6
45	Sin nombre	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
46	Sin nombre	0.0	1.7	0.6	0.0	0.0	0.0	2.3
47	A. El Chacay	0.0	0.2	5.7	0.2	0.0	0.0	6.1
48	Sin nombre	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.8
50	Sin nombre	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	2.2
51	A. Pellinada	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4
53	R. Negro	0.0	3.7	35.4	4.4	0.0	1.9	45.4
54	Arroyo Huillín	0.0	1.7	5.7	0.0	0.0	0.0	7.4
55	A. El Parrón	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	4.8
56	A. Chalupa	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3
58	Sin nombre	0.0	6.4	0.0	0.0	5.4	0.0	11.8
TOTAL:		0.0	335.9	128.3	17.4	137.7	5.4	624.7



CURVAS DE NIVEL

CUENCA LAGO RUPANCO

ESCALA 1:50.000



Centro EULA-CHILE
Univ. de Concepción

Figura 4: Modelo de las curvas de nivel de la cuenca del Lago Rupanco.



MODELO DIGITAL DE TERRENO
CUENCA LAGO RUPANCO



Centro EULA-CHILE
Univ. de Concepción

Figura 5: Modelo tridimensional del terreno de la cuenca del Lago Rupanco.



IMAGEN LANDSAT MSS
CLASIFICADA



Centro EULA-CHILE
Univ. de Concepción

Figura 6: Imagen satelital Landsat MSS clasificada y corregida geométricamente del Lago Rupanco.



USO DEL SUELO

CUENCA LAGO RUPANCO ESCALA 1:100000



Centro EULA-CHILE
Univ. de Concepcion

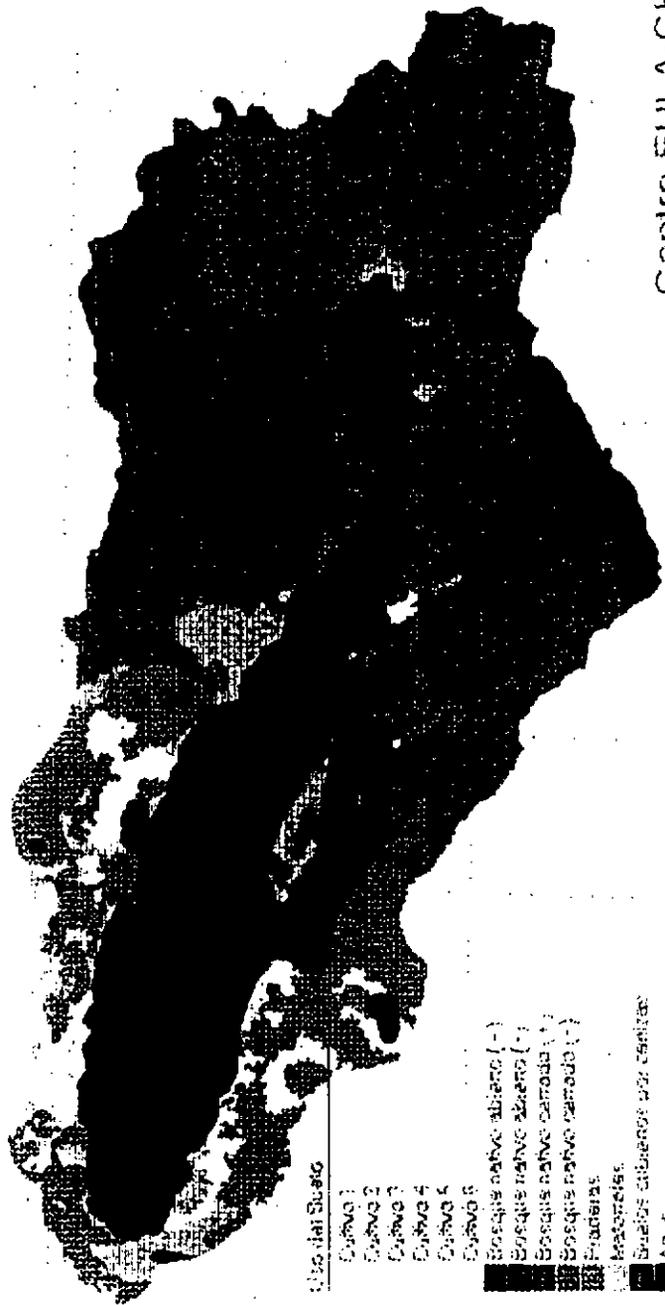
Figura 7: Carta preliminar del uso del suelo. Escala 1:100 000.



USO DEL SUELO

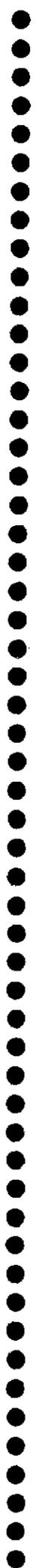
CUENCA LAGO RUPANGO

Escala 1:50.000 (Preliminar)



Centro EULA-CHILE
Univ. de Concepción

Figura 8: Carta preliminar del uso del suelo. Escala 1:50 000.



USO DEL SUELO

CUENCA LAGO RIPIANCO

Escala 1:50.000 (Final)

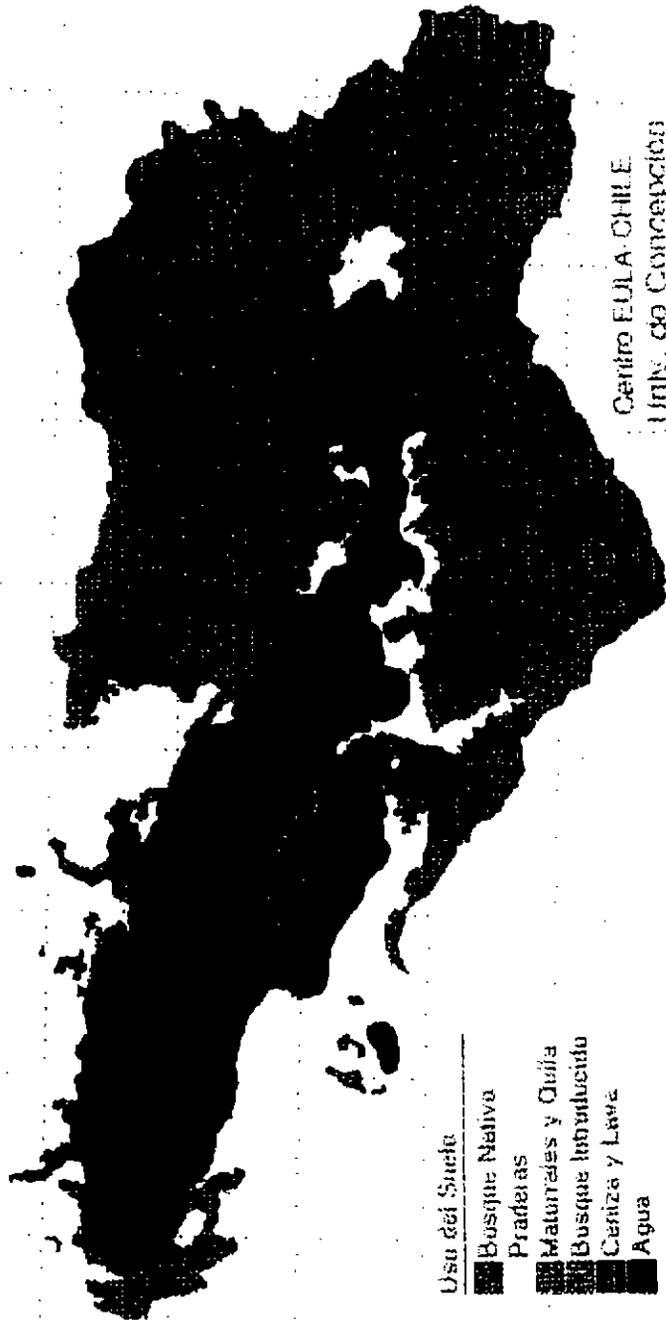
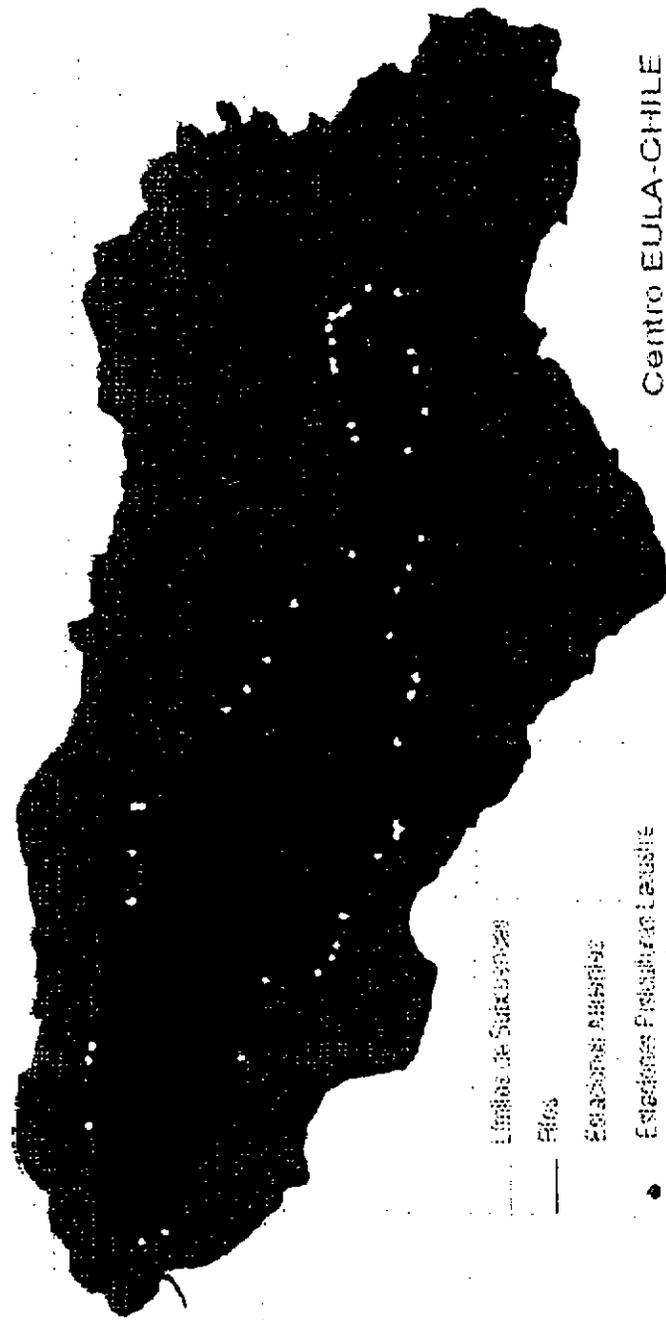


Figura 9: Carta final del uso del suelo. Escala 1:50 000.



ESTACIONES DE MUESTREO

CUENCA LAGO RUPANCO



Límites de Subcuencas

Ríos

Estaciones Muestreo

Estaciones Pesqueras Teusie

Estaciones Pisciculturas Fisches

Estaciones Lago

Centro EULA-CHILE

Univ. de Concepción

Figura 10: Carta con los límites de las subcuencas del Lago Rupanco.



USO DEL SUELO

CUENCA LAGO RUPANCO

Escala 1:50.000 (Final)



Figura 11: Carta del uso del suelo en cada microcuenca del Lago Rupanco.



CAPITULO 5

EXPORTACION DE NUTRIENTES EN MICROCUENCAS CON DIVERSOS USOS DEL SUELO

Este estudio fué diseñado para determinar las concentraciones y las cargas de nutrientes (fósforo y nitrógeno) en las fases de solución y en suspensión, en microcuencas sometidas a distintos usos del suelo, situadas en la cuenca del lago Rupanco. En este informe final, se presenta la información relacionada con la metodología empleada y los resultados de la exportación mensual y anual de fósforo y nitrógeno durante el período abril 1994-marzo 1995.

Area de estudio

Los sitios de estudio se localizaron en tres zonas alrededor del lago Rupanco y están caracterizados por diferentes condiciones de uso del suelo, sustrato geológico y tipo de suelo (Fig. 12). Cuatro pequeñas cuencas fueron localizadas en la parte norte del lago Rupanco, que representan fundamentalmente condiciones de uso del suelo dedicado a la ganadería y agricultura limitada con una fuerte densidad de población rural (D, E y F), con excepción de una pequeña microcuenca situada en la parte alta que posee cobertura de bosque nativo (C). Dos pequeñas cuencas se localizaron en la parte sur del lago Rupanco: una, con cobertura de bosque nativo relativamente no alterado (A), y otra dedicada a la ganadería con un área importante de matorrales-renovales y una pequeña laguna en su interior (B).

La selección de los sitios se realizó con información de fotos de satélite proporcionadas por el Centro EULA-Chile de la Universidad de Concepción. Con esta información preliminar se detectaron las zonas con un relativo uso homogéneo del suelo. Luego, con verificación de terreno se seleccionaron los sitios definitivos considerando criterios de accesibilidad, zonas de aforo relativamente estables y resguardo adecuado de los instrumentos.

En general, los suelos de las cuencas en estudio son derivados de cenizas volcánicas denominados Trumaos (Typic Dystrandeps). El sustrato geológico corresponde a rocas volcánicas en las cuencas de montaña y sedimentos glaciales y fluvio-glaciales en las zonas planas (SERNAGEOMIN, 1982).

El uso del suelo de las microcuencas en estudio se encuentra en la Tabla 6. Las cuencas de los esteros Frutillar y Taique representan cuencas de montaña con vegetación de bosque nativo prácticamente en el 100% de sus superficies. De acuerdo con Sempe (1981) un bosque típico de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y tepa (*Laureliopsis philippiana*) se encuentra en los sectores de menor altura, y un bosque de tepa (*Laureliopsis philippiana*) y tinea (*Weinmannia trichosperma*) a mayor altura.

Mediciones experimentales.

Se instalaron registradores de nivel de agua, limnógrafos, en los puntos de cierre de tres microcuencas: Frutillar, Negro y Encanto 2 (Fig. 12). Los limnógrafos se programaron para que almacenaran información del nivel de agua del cauce cada una hora. Para calibrar los limnógrafos, y así obtener información continuada de los caudales de las microcuencas, se realizaron aforos aproximadamente una vez al mes. En estos aforos se midió la sección del cauce y la velocidad de la corriente cada un metro de la sección. Con estos aforos se pudieron establecer las curvas de descarga para cada microcuenca, que relacionan el caudal instantáneo (m^3/seg) con el nivel de agua registrado por el limnógrafo (Figura 13), lo que permitió determinar los caudales en base horaria para todo el período de estudio. Los cálculos de caudales se realizaron de acuerdo con los procedimientos de la World Meteorological Organization (WMO, 1980).

Con la información de los limnógrafos de los tres cauces y los aforos realizados en las demás microcuencas, se establecieron relaciones que permitieron realizar estimaciones de los caudales en base horaria de las tres microcuencas que no tuvieron instrumentación.

Simultáneamente con la realización de aforos, se tomaron muestras de agua para su

análisis químico. Los análisis se realizaron usualmente dentro de 36 horas después del muestreo en el Laboratorio de Química del Agua del Instituto de Zoología, utilizándose para ello métodos estándares (Capítulo 2).

Las cargas mensuales de nitrógeno y fósforo exportados por cada microcuenca fueron calculadas combinando la descarga total de agua para el periodo mensual con la concentración de nitrógeno y fósforo medido en el punto medio del período. La exportación mensual de nitrógeno y fósforo para cada microcuenca fué entonces obtenida dividiendo el nitrógeno y fósforo exportado (mg/mes) por el área de la cuenca respectiva (m^2). Entonces, estos resultados fueron sumados para el período de doce meses, para obtener las cargas anuales (mg/m^2 año).

Un análisis de varianza y el test LSD de comparaciones múltiples fueron usados para determinar diferencias significativas en las cargas mensuales y anual de nitrógeno y fósforo exportadas por las microcuencas con distinto uso del suelo.

Exportación de P y N de las microcuencas.

La exportación de Nitrógeno total y Fósforo total fue analizada en las seis microcuencas, representativas de los diferentes usos del suelo.

- **Microcuenca del río Frutillar.** En esta microcuenca predomina el bosque nativo (98.4%) (Tabla 6). El nitrógeno total presentó su mayor carga en Mayo y disminuye en primavera verano. Esta tendencia se observa en el nitrato. El nitrito no mostró diferencias estacionales. El nitrógeno orgánico y amonio fué variable con bajos valores al inicio del verano. La exportación de fósforo total fué mayor en invierno que en verano (Tabla 7).

- **Microcuenca del río (estero) Taique.** En esta microcuenca el bosque nativo cubre el suelo en un 100% (Tabla 6). La mayor exportación de nitrógeno total fué en Enero, siendo las menores en primavera. Este aumento de enero coincide con el aumento de nitrógeno orgánico. Nitrato presentó mayor exportación en Mayo. Nitrito y amonio no revelaron tendencias estacionales. Fósforo total aumentó en invierno (Tabla 8).

- **Microcuenca del río (Estero) Negro.** En esta microcuenca el suelo está cubierto predominantemente por praderas (54.8%) y matorral renoval (27.5%). La mayor exportación de nitrógeno total fue en Mayo, lo que coincide con los aumentos de nitrato. Nitrito, nitrógeno orgánico y amonio no mostraron tendencias estacionales. Fósforo total no mostró tendencia estacional (Tabla 9).

- **Microcuenca del río (estero) Trafún.** Esta microcuenca está cubierta principalmente de pradera (68%) y bosque nativo (31%), (Tabla 6). La mayor exportación de nitrógeno total fue en Mayo y en invierno, lo que corresponde a los aumentos de nitratos. Esta tendencia se observa en el nitrógeno orgánico y amonio. Nitrito no mostró variaciones estacionales. Fósforo total aumento su exportación en invierno (Tabla 10).

- **Microcuenca del río (estero) el Encanto 1.** El suelo de esta microcuenca está cubierto predominantemente de pradera (73%) y secundariamente de bosque nativo (17%). La exportación de nitrógeno total presentó sus mayores concentraciones en otoño e invierno. Estas concentraciones corresponden a los aumentos de Nitratos y parte de nitrógeno orgánico con amonio. Nitrito no mostró tendencia estacional. Fósforo total aumentó en invierno (Tabla 11).

- **Microcuenca del río (estero) Encanto 2.** Esta microcuenca presentó su suelos usados predominantemente en pradera (56.2%) y cultivos agrícolas (18.7%), con una pequeña área con bosque nativo (17.8%) (Tabla 6). Las mayores exportaciones de nitrógeno total se registraron en otoño e invierno, correspondiendo a los aumentos de nitratos, nitrógeno orgánico y amonio. Nitrito no mostró tendencia estacional.

Los datos de las cargas mensuales de nutrientes exportados por las microcuencas durante el período abril 1994-marzo 1995, se presentan en las Tablas 7, 8,9, 10, 11 y 12.

De la inspección de estos valores, se observa que las cargas anuales de N_{tot} en las cuencas con bosque nativo ($N_{tot} = 676 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) son significativamente menores que las cargas exportadas por las cuencas con praderas ganaderas ($N_{tot} = 1510 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, $p < 0.01$)

y que la cuenca con praderas y agricultura limitada ($N_{\text{tot}} = 1135 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, $p < 0.05$), y no difiere significativamente de la microcuenca con matorral-pradera ($N_{\text{tot}} = 805 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$).

Este comportamiento también se refleja en la exportación de $\text{NO}_3\text{-N}$, ya que las cargas son significativamente menores en las microcuencas con bosque nativo ($432 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) que en las cuencas con praderas ganaderas ($1171 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) y praderas-agricultura ($923 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$). Con respecto al $\text{NO}_2\text{-N}$, N_{org} , NH_4+ y $\text{PO}_4\text{-P}$ no existen diferencias significativas en las cargas exportadas por las microcuencas con distinto uso del suelo.

Los datos de las cargas anuales de P_{tot} muestran que las microcuencas con bosque nativo son significativamente menores ($64.8 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, $p < 0.05$) que las cargas desde praderas ganaderas ($118.2 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$), pero no difieren significativamente de las microcuencas con matorral-pradera ($66.0 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) y praderas-agricultura limitada ($93.5 \text{ mg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$).

Los valores de las cargas de N_{tot} exportadas en la fase de solución (Tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18), indican que las pérdidas de estos nutrientes están asociados principalmente a los sedimentos en suspensión. El N_{tot} exportado vía solución representa en promedio para las microcuencas de bosque nativo el 43.8% de la carga total anual, el 44.9% en las cuencas de praderas ganaderas y el 38.4% en la cuenca de pradera-agricultura limitada. En el caso del P_{tot} , las cargas anuales exportadas vía solución representan el 64.5% en las cuencas con bosque nativo, el 40.5% y 38.5% en las cuencas con praderas-ganaderas y praderas-agricultura, respectivamente.

En la Tabla 19 se presentan las cargas anuales de N_{tot} y P_{tot} exportadas por todas las subcuencas del Lago Rupanco. Las superficies con bosque nativo que representan el 53.8% del área total de la cuenca contribuyen con el 43.1% y 46.4% de la exportación de N_{tot} y P_{tot} respectivamente. Mientras que las superficies con praderas que representan solo el 25.0% del área total, contribuyen con el 36.6% y 32.2% de la exportación de N_{tot} y P_{tot} respectivamente.

Comparación con rangos de la literatura.

Los coeficientes de exportación de nutrientes medidos en este estudio (Tabla 20) son menores en cuencas con bosques nativos y praderas con renovales, que en cuencas dedicadas a praderas-ganaderas y praderas con agricultura limitada. Si se comparan con la literatura, los coeficientes de P_{tot} del bosque nativo son semejantes a los reportados por Dillon y Kichner (1975) para el caso de bosques del Hemisferio norte que tienen un sustrato geológico derivado de rocas volcánicas, y mayores si se comparan con bosques con un sustrato geológico de rocas plutónicas. Los valores relativamente altos encontrados en este estudio, en comparación con otros bosque no alterados, solo podrían ser explicados por el hecho de que las microcuencas investigadas poseen un sustrato geológico de materiales volcánicos piroclásticos (cenizas y lapilli) interestratificados con sedimentos fluviales, glaciales y/o lacustres sobre los cuales se han desarrollado los suelos (Moreno y Varela, 1985). Se ha reportado (Sadzawka y Carrasco, 1985) que los suelos volcánicos chilenos presentan cantidades elevadas de fósforo total, las que se encuentran sobre el nivel promedio general de los suelos.

También, los coeficientes de P_{tot} para las cuencas con praderas y agricultura limitada están dentro de los rangos más altos reportados por Vighi *et al.* (1991) y Kronvang (1990), y son mayores que los mostrados por Dillon y Kichner (1975), Kronvang *et al.* (1993) y Dorioz y Ferhi (1994) para tierras con usos semejantes.

Los coeficientes de N_{tot} exportados por las cuencas con praderas-ganaderas son semejantes a los reportados por Dorioz y Ferhi (1994) para cuencas con usos semejantes y superiores a los datos de Belamie (1986) y otros. Sin embargo, son muy inferiores a los coeficientes entregados por Kronvang *et al.* (1993) y Jansson *et al.* (1994) para tierras con agricultura intensiva. Esta situación refleja una cierta tendencia a la fertilización en las praderas ganaderas de la cuenca del Lago Rupanco, y el escaso impacto de la agricultura seguramente debido a su limitada extensión.

Este estudio también muestra la importancia del transporte de N y P asociado a los sedimentos en suspensión, ya que la mayor parte de los nutrientes son exportados por esta vía, especialmente en las cuencas dedicadas a praderas. Esto refleja la importancia que tiene la erosión de los suelos sobre el transporte de nutrientes. Esta situación quedó demostrada en una microcuenca de montaña (Estero Taique), que durante el período de muestreo estuvo sometida a explotación forestal, lo que se vió reflejado en un peak de sedimentos en suspensión y nutrientes asociados con altas precipitaciones y escurrimiento superficial, durante el mes de enero de 1995 (Tabla 8).

Tabla 6: Uso del suelo en las microcuencas en estudio. Valores expresados en porcentaje con respecto al área total.

Microcuencas	Área (km ²)	Bosque nativo	Pradera	Cultivo	Matorral Renoval	Lagos
A. Frutillar	8.29	98.4	0.0	0.0	1.6	0.0
B. Negro	12.07	0.0	54.8	2.0	27.5	15.7
C. Taique	1.58	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D. Encanto 1	9.11	17.0	72.5	6.9	3.6	0.0
E. Trafún	5.57	31.0	67.5	1.5	0.0	0.0
F. Encanto 2	17.50	23.3	56.2	18.7	1.8	0.0

Tabla 7: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Frutillar.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg.	NH4+	Ntot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.2	65.7	24	11	78.9	0.4	2.3
May.	0.3	158.8	23.4	4.5	178.1	1	4.3
Jun.	0.5	39.9	54.5	12.2	82.7	1.7	9.8
Jul.	0.1	36.3	20.9	8.8	48.5	2.1	7.4
Ago.	0.3	28.1	23.7	10.7	41.3	3	7.4
Sep.	0.5	23.1	17.1	11.6	29.1	1.2	6.3
Oct.	0.4	17.2	12	8.3	21.3	1.1	5.3
Nov.	0.1	21.1	10.7	3.5	28.4	0.6	6.4
Dic.	0	18.2	7.8	1.5	24.5	0.9	5
Ene. 1995	0.2	18.5	6.9	2.8	22.8	1.5	4.3
Feb.	0.4	19.2	32.9	1.6	50.9	1	2.6
Mar.	0.5	32	41.6	2.4	71.6	1.8	3.7
TOTAL	3.5	478.1	275.5	78.9	678.2	16.3	64.8

Tabla 8: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Taique.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg.	NH4+	Ntot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.1	41.1	13.3	3.6	50.9	0.3	2.1
May.	0.4	87.1	18.5	7	98.9	1.3	5
Jun.	0.5	46.6	24.2	10.9	60.4	1.7	14.4
Jul.	0.1	45.4	22.1	4.7	62.9	2.2	13.7
Ago.	0.2	30	25	7.1	48.3	2.6	11.1
Sep.	0.4	20.5	16.1	11.3	25.7	0.8	9.3
Oct.	0.3	16.7	32.5	4.5	45.1	1	7.6
Nov.	0.1	29.8	21.3	9.9	41.2	0.5	11
Dic.	0.1	31.8	5.2	2.8	34.3	1.1	11.3
Ene. 1995	0.2	19.4	104.2	6.7	117.1	1.2	13
Feb.	0.1	6.7	22.6	1.3	28.1	0.8	4.5
Mar.	0.1	10.3	52.1	2.2	60.3	0.8	4.5
TOTAL	2.6	385.4	357.1	72.1	673.1	14.3	104.5

Tabla 9: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Negro.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg.	NH4+	Ntot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.2	48.8	12.9	4.2	57.7	0.5	2.6
May.	0.3	180.4	17.1	2.6	195.2	0.5	2.2
Jun.	0.4	35.6	34.3	9.1	61.2	1	6.4
Jul.	0.4	54.2	30.4	7.1	77.9	0.8	7.8
Ago.	0.3	49.9	29.6	6.3	73.5	2.6	9.5
Sep.	0.4	34.6	9.7	6.7	38	0.7	5.9
Oct.	0.5	33	35.3	8	60.9	0.9	5.3
Nov.	0.3	25.2	11.9	5.2	32.2	0.6	5.2
Dic.	0.1	26.9	7.5	4	30.5	1.2	4.9
Ene. 1995	0.4	31.2	12.8	4.1	40.3	1.6	6.4
Feb.	0.3	18.4	36.8	2.4	53.1	0.9	5.7
Mar.	0.5	42.1	46.1	4.3	84.4	1.3	4.1
TOTAL	4.1	580.3	284.4	64	804.8	12.6	66

Tabla 10: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Trafún.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg.	NH4+	Ntot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.1	135.4	30.6	8.2	157.9	0.3	4.7
May.	0.4	324.5	34.7	8.1	351.5	1	9
Jun.	0.5	123	62.1	8.2	177.4	1.5	16.6
Jul.	0.1	123.7	61.8	6.6	179	2.1	22.9
Ago.	0.2	89.2	66.9	3	153.4	2.5	17.8
Sep.	0.3	59.8	30.5	7.2	83.4	0.9	10.2
Oct.	0.3	70.9	19.1	6.1	89.3	0.9	11.2
Nov.	0.1	36.7	3.9	2.9	37.9	0.5	6.7
Dic.	0.2	38.6	5.9	2.2	42.5	0.9	7.5
Ene. 1995	0.1	36.7	35.1	2.7	69.3	0.8	5.9
Feb.	0.1	22.9	30.8	1.8	52	0.4	2.7
Mar.	0.1	27.6	21.6	1.2	48.1	0.5	2.7
TOTAL	2.5	1089.1	403	58.2	1436.3	12.3	117.9

Tabla 11: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Encanto 1.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg	NH4+	Ntot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.2	151.1	5.3	15.1	141.5	0.4	4.2
May.	0.4	264.1	36.9	4.2	297.1	1.4	9.2
Jun.	0.7	201.6	113.2	11.2	304.3	2	21.5
Jul.	0.1	175.2	43.3	8.7	209.9	2.9	20.5
Ago.	0.2	122.6	46.4	6.7	162.4	3.3	16.2
Sep.	0.4	84.4	6.9	4	87.7	1.6	7.9
Oct.	0.3	84.5	17.1	4.1	97.9	1.5	9.3
Nov.	0.1	35.9	15.4	2.3	49.1	0.8	6.4
Dic.	0.1	35.4	5.7	2.2	39	1	7.2
Ene. 1995	0.2	48.3	43.2	2.6	89.1	1.5	8.8
Feb.	0.1	28.3	29.1	1	56.5	1	3.3
Mar.	0.2	21.7	29.4	2	49.3	1.9	4
TOTAL	3	1253.1	391.9	64.1	1583.9	19.3	118.5

Tabla 12: Exportación de nutrientes (mg/m2 mes) en el estero Encanto 2.

Mes	NO2-N	NO3-N	Norg	NH4+	N tot	PO4-P	Ptot
Abr. 1994	0.2	124.2	5.1	4.1	125.2	0.4	3.4
May.	0.3	221.2	31.7	4.3	248.9	1	7.6
Jun.	0.5	134.3	44.7	9.6	169.9	1.3	16.6
Jul.	0.1	127.3	50.8	9.8	168.4	2	17.1
Ago.	0.3	94.6	40.8	11.1	124.3	2.4	13.7
Sep.	0.3	52.7	22.1	9.4	65.7	1	7.2
Oct.	0.4	58.9	14.4	2.6	71.1	1	7.7
Nov.	0.2	23.8	2.4	2.8	23.6	0.5	5.2
Dic.	0.1	28.8	4.3	2	31.2	0.8	6.1
Ene. 1995	0.2	26.5	19.7	1.9	44.5	0.9	4.9
Feb.	0.1	15.4	16.5	1.2	30.8	0.6	1.8
Mar.	0.2	14.9	18.1	2.7	30.4	1	2.2
TOTAL	2.9	922.6	270.6	61.5	1134.6	12.9	93.5

Tabla 13: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Frutillar

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.2	36.3	4.2	5.7	35	0.4	1
May.	0.3	7.1	10.8	0	18.2	1	1.4
Jun.	0.5	15	19.5	4.7	30.3	1.7	8.2
Jul.	0.1	14	16.4	6.2	24.3	2.1	7
Ago.	0.3	10.5	17.7	8.9	19.6	3	6.6
Sep.	0.5	17.9	13	9.1	22.3	1.2	5
Oct.	0.4	14.1	8	3.1	19.4	1.1	4.3
Nov.	0.1	18.8	3.2	2.4	19.7	0.6	4.7
Dic.	0	13.3	2.6	0	15.9	0.9	3.6
Ene. 1995	0.2	8.9	3.9	2	11	1.5	3.3
Feb.	0.4	15.7	19.1	1.6	33.6	1	2.3
Mar.	0.5	24.6	37.4	1.9	60.6	1.8	3
TOTAL	3.5	196.2	155.8	45.6	309.9	16.3	50.4

Tabla 14: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Taique

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.1	31.6	6.4	0.7	37.4	0.3	0.7
May.	0.4	6.1	9.4	3.1	12.8	1.3	2.9
Jun.	0.5	9.8	13.1	4.7	18.7	1.7	9.5
Jul.	0.1	17.7	10.4	0	28.2	2.2	8.9
Ago.	0.2	18.6	4	0	22.8	2.6	6.8
Sep.	0.4	10.9	8.5	4.5	15.3	0.8	5.4
Oct.	0.3	13	6.8	0	20.1	1	4.7
Nov.	0.1	10.4	4.9	2.5	12.9	0.5	3.3
Dic.	0.1	15.3	3.5	2	16.9	1.1	3.4
Ene. 1995	0.2	15.3	21.9	4.1	33.3	1.2	2.2
Feb.	0.1	5.3	18.1	0.6	22.9	0.8	2.8
Mar.	0.1	5.5	36.5	1.7	40.4	0.8	2.8
TOTAL	2.6	159.5	143.5	23.9	281.7	14.3	53.4

Tabla 15: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Negro.

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.2	42.9	3.6	3.4	43.3	0.5	0.6
May.	0.3	12.6	8.6	0.9	20.6	0.5	0.8
Jun.	0.4	7.8	16.8	5.2	19.8	1	5.4
Jul.	0.4	22.8	17.3	4.8	35.7	0.8	6.8
Ago.	0.3	22.5	23.4	3.1	43.1	2.6	8.2
Sep.	0.4	31.5	5.7	3.5	34.1	0.7	5.2
Oct.	0.5	27.1	11.6	6.1	33.1	0.9	4.7
Nov.	0.3	22.7	6.7	3.3	26.4	0.6	3.6
Dic.	0.1	22.6	5	3	24.7	1.2	3.4
Ene. 1995	0.4	11.5	6.7	2.4	16.2	1.6	3.6
Feb.	0.3	16.6	27.9	2.2	42.6	0.9	3.4
Mar.	0.5	37.1	35	3.3	69.3	1.3	3.2
TOTAL	4.1	277.7	168.3	41.2	408.9	12.6	48.9

Tabla 16: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Trafún.

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.1	112.4	2.8	0.6	114.7	0.3	0.6
May.	0.4	16.2	11.5	1.1	27.1	1	1.4
Jun.	0.5	17.2	31	4	44.7	1.5	8.5
Jul.	0.1	28.5	29.1	3.5	54.2	2.1	7.1
Ago.	0.2	45.5	24.1	2	67.8	2.5	5.7
Sep.	0.3	52.6	8.2	5	56.1	0.9	4.2
Oct.	0.3	64.5	6.1	3.3	67.6	0.9	3.4
Nov.	0.1	26.4	1.6	1.2	26.9	0.5	2.1
Dic.	0.2	28.9	2.6	1.4	30.3	0.9	2.3
Ene. 1995	0.1	25.7	17.2	1.6	41.4	0.8	1.9
Feb.	0.1	20.2	19.4	1.4	38.3	0.4	2.3
Mar.	0.1	20.7	16.4	1.1	36.1	0.5	1.9
TOTAL	2.5	458.8	170	26.2	605.1	12.3	41.4

Tabla 17: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Encanto 1.

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.2	134.5	4	4.2	134.5	0.4	1.1
May.	0.4	37	14.8	0	52.2	1.4	2.5
Jun.	0.7	26.2	43.1	5.9	64.1	2	10.1
Jul.	0.1	36.8	25.1	4.5	57.5	2.9	10.5
Ago.	0.2	101.8	12.5	3.1	111.4	3.3	6.5
Sep.	0.4	76.8	3.2	2.5	77.9	1.6	5.5
Oct.	0.3	75.2	6	3.3	78.2	1.5	4.5
Nov.	0.1	28	4.6	1.4	31.3	0.8	2.8
Dic.	0.1	27.6	3.4	1.6	29.5	1	3.1
Ene. 1995	0.2	33.8	16.4	1.5	48.9	1.5	2
Feb.	0.1	23.8	7	0.8	30.1	1	2.6
Mar.	0.2	18.2	23.5	1.4	40.5	1.9	3.1
TOTAL	3	619.7	163.6	30.2	756.1	19.3	54.3

Tabla 18: Exportación de nutrientes en solución (mg/m2 mes) en el estero Encanto 2.

Mes	NO2-N	NO3-N	N org	NH4+	N tot	PO4-P	P tot
Abr. 1994	0.2	79.5	5.1	2.7	82.1	0.4	0.7
May.	0.3	11.1	9.5	1.5	19.4	1	1.7
Jun.	0.5	16.1	13.9	5.1	25.4	1.3	7.3
Jul.	0.1	28.1	10	4.8	33.4	2	6
Ago.	0.3	69.1	12.6	5.8	76.2	2.4	4.7
Sep.	0.3	36.4	7.1	4.9	38.9	1	3.7
Oct.	0.4	45.9	3.3	1.6	48	1	3.5
Nov.	0.2	17.1	1.6	1.2	17.7	0.5	1.8
Dic.	0.1	18.7	2	1.1	19.7	0.8	2
Ene. 1995	0.2	16.4	9.9	1.2	25.3	0.9	1.3
Feb.	0.1	13.7	12.2	1	25	0.6	1.5
Mar.	0.2	12.2	15	2.3	25.1	1	1.8
TOTAL	2.9	364.3	102.2	33.2	436.2	12.9	36

Tabla 19: Exportación de nutrientes (kg/año) para las distintas subcuencas.

N°	SUBCUENCA	Area (km2)	N total	P total
1	A. Pescadero	7.9	11597	911
2	R. Pescadero Grande	41.1	47863	3947
3	Sin nombre	4.1	5942	468
4	A. El Encanto	18.9	23349	1897
5	R. Puleufú	73.2	49473	4664
6	A. Moro	3.6	2960	243
7	A. Huillinco	6.8	4949	445
8	R. Calzoncillo	11.7	7982	761
9	A. Arrayán	6.0	4495	384
10	A. Coihueco	11.0	7646	726
11	Sin nombre	1.8	1224	117
12	A. El Judío	11.7	7820	748
13	Sin nombre	1.7	1156	111
14	A. Los Baños	5.1	3468	332
15	A. Salto	0.7	476	46
16	Sin nombre	1.2	816	79
17	Sin nombre	8.0	5440	521
20	R. Gaviotas	166.9	116872	11056
21	A. Molinos	5.0	3566	336
25	Sin nombre	1.1	748	72
28	Sin nombre	4.6	3128	299
29	R. Blanco	18.7	12965	1231
30	R. El Salto	7.3	5213	490
31	R. Nalcas	25.4	17853	1689
32	R. El Callao	13.6	10060	933
33	A. Calle-Calle	2.6	2829	234
34	Sin nombre	0.3	313	25
35	Sin nombre	0.3	313	25
36	Sin nombre	0.3	383	31
37	Sin nombre	0.5	615	48
39	A. Salto Islote	1.7	1706	143
40	R. Bonito	70.0	52256	4843
41	A. Las Truchas	2.6	2515	217
42	A. Vesperina	0.9	944	80
43	A. Piedras Negras	3.6	4715	378
45	Sin nombre	0.4	272	26
46	Sin nombre	2.3	2062	182
47	A. El Chacay	6.1	8905	699
48	Sin nombre	0.8	1208	94
50	Sin nombre	2.2	3322	260
51	A. Pellinada	2.4	3624	283
53	R. Negro	45.4	59534	4708
54	A. Huillin	7.4	9763	784
55	A. El Parrón	4.8	7248	566
56	A. Chalupa	1.3	1963	153
58	Sin nombre	11.8	8024	767
	TOTAL	624.7	529875	47072

Tabla 20: Comparación de nutrientes exportados en microcuencas citados en la literatura con los medidos en el presente estudio.

AUTOR	CARGAS (kg/ha año)		COMENTARIOS
	N tot	P tot	
Dillon y Kichner (1975)	---	0.05-0.72	Bosques (rocas ígneas-volcánicas)
	---	0.10-0.29	Bosques+praderas (rocas ígneas-sedimentarias)
	---	0.46	Agricultura intensiva.
Belamie (1986), CCE (1974) y Henin (1980)	5-7	0.1-0.5	Praderas
	30-60	2-3	Agricultura intensiva.
Vighi et al. (1991)	---	0.03-1.09	Agricultura intensiva.
		0.60-1.34	Bosques y agricultura limitada.
Kronvang (1990)	---	1.03-1.69	Agricultura intensiva.
Kronvang et al. (1993)	1.9-2.3	0.05	Tierras no agrícolas.
	26-35	0.17-0.24	Tierras agrícolas.
Jansson et al. (1994)	20-30	----	Tierras agrícolas.
Dorioz y Ferhi (1994)	14.6	0.6	Praderas dominantes y cultivos limitados.
Este estudio (1995)	6.8	0.65	Bosques nativos.
	8.1	0.66	Praderas y matorrales.
	15.1	1.18	Praderas y ganadería.
	11.3	0.94	Praderas y agricultura limitada.

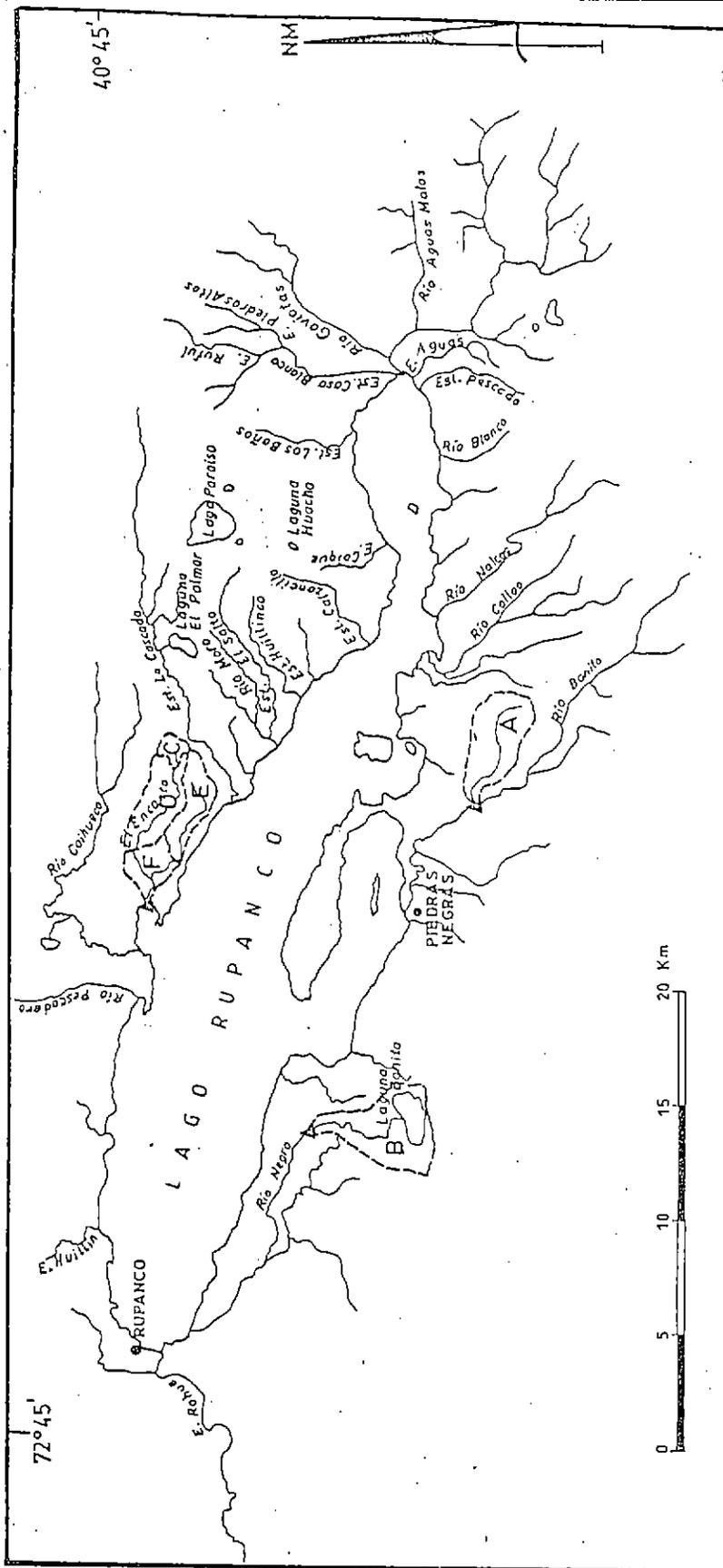


Figura 12: Ubicación de las microcuencas en estudio y de los limnigrafos.

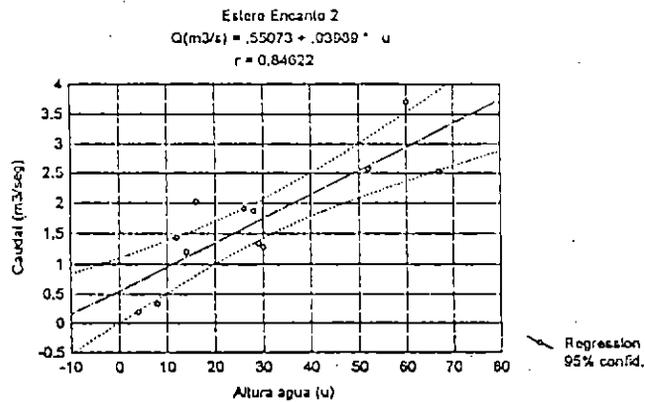
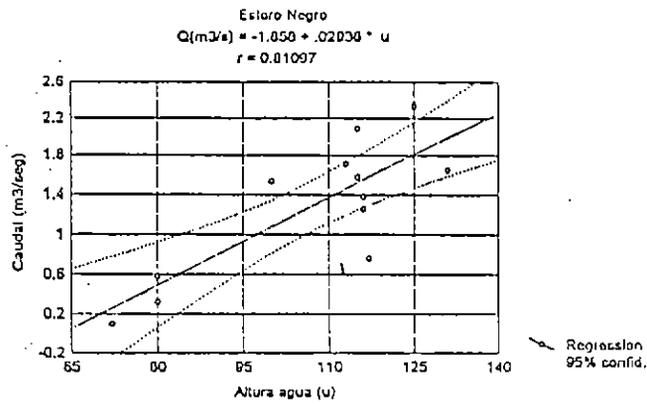
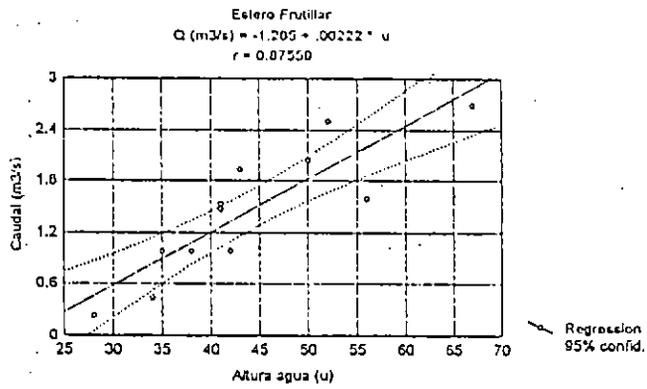
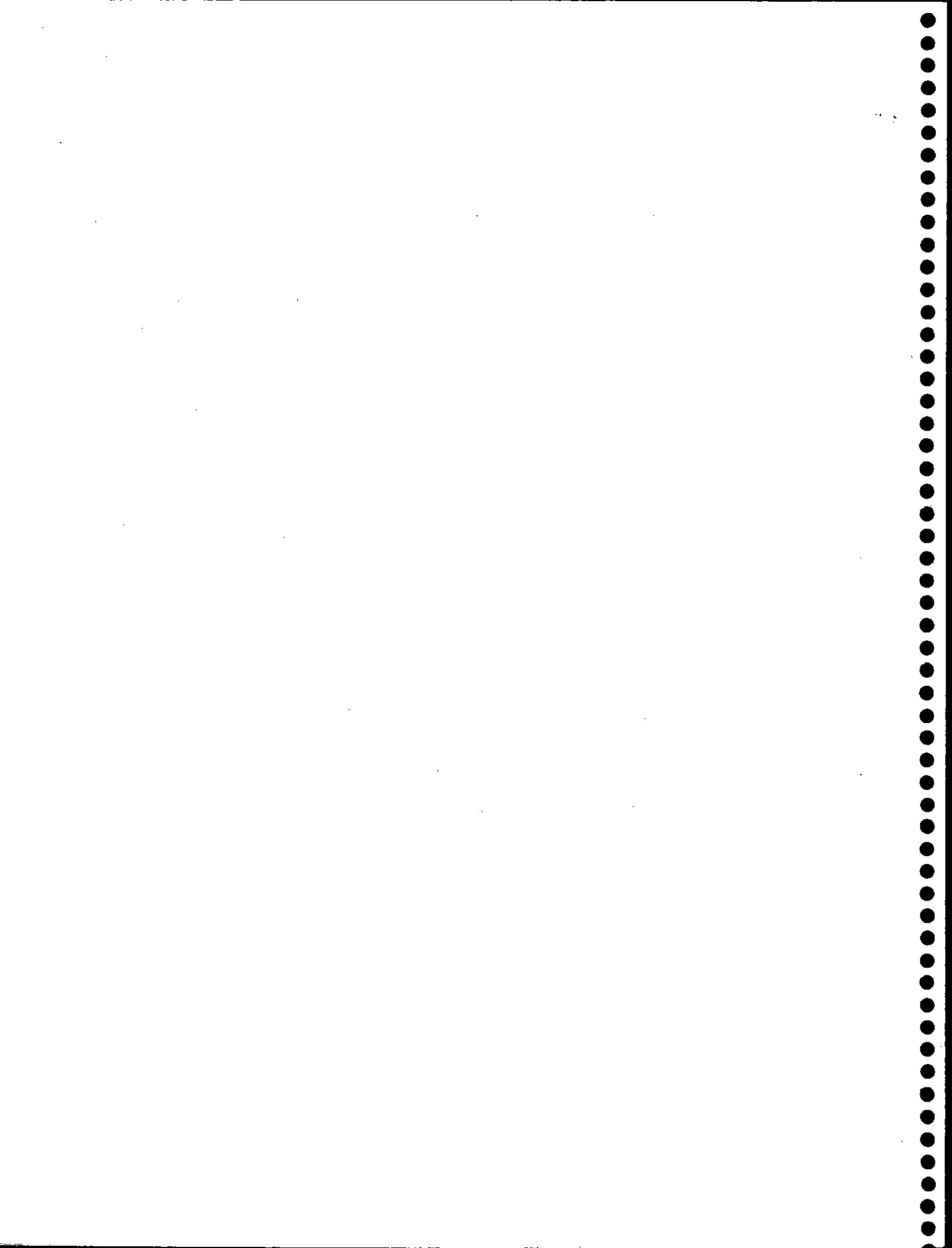


Figura 13: Relaciones entre la altura del nivel de agua y el caudal para las microcuencas en estudio.



Capítulo 6

INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO POR MEDIO DE SUS AFLUENTES

De la hoya de drenaje del algo Rupanco se investigaron 48 afluentes. De cada afluente se obtuvieron parámetros morfométricos, físicos y químicos, que han permitido calcular sus concentraciones de nutrientes. En este capítulo se entregan los antecedentes de cada uno de los afluentes estudiados y sus aportes de nitrógeno total y fósforo total. Estos cálculos serán la base para el Balance Másico del Capítulo 13. La carga de nutrientes de estos afluentes se aportan en el Capítulo 14 y 15 del Balance de Fósforo y Nitrógeno del lago.

La ausencia de valores en algunos meses corresponde a ríos que se secaron durante algunos meses del año.

* **Río Pescadero Chico. (N° 1)** (Tabla. 21, Fig. 14).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 7.9 Km², que está cubierta en un 95% de praderas artificiales y 5% de bosque nativo. Su longitud es de 7 km. Su ancho varía en 2.5 veces su mínimo. El caudal presentó amplio rango entre 5.8 a 2015,5 l/s.

Físicos. La temperatura mínima se presentó en invierno (Agosto) con 7.8°C y la máxima en verano con 14.7°C (Diciembre, Enero). Los valores de Color fueron altos y variables para este afluente, en cambio la Turbidez presentó valores bajos.

Químicos. El pH presentó valores cercanos a la neutralidad. Por su parte la Conductividad mostró valores bajos. Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total, todos ellos presentaron concentraciones altas. El Seston constituido principalmente por materia orgánica, también presentó valores altos.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 21: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO PESCADERO CHICO.

	RIO PESCADERO CHICO												Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.006	0.125	2.016	1.269	0.978	0.332	0.452	0.455	0.197	0.314	0.128	0.079	0.53	0.6	0.0	2.0
Ancho (m)	1.6	1.6	3	3	2.8	1.4	2.2	3	2	2	2	1.3	2.2	0.6	1.3	3.0
Temperatura (°C)	14.3	9.8	11.1	11.0	10.4	7.8	10.9	10.5	14.8	14.7	14.7	12.9	11.9	2.2	7.8	14.8
Color (unid.Pt/Co)	90.0	387.5	185.0	100.0	87.5	62.0	87.5	10.5	95.0	130.0	112.5	77.5	118.8	90.0	10.5	387.5
Turbidez (mg/l)	4.0	16.0	7.0	4.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5	4	5.4	3.3	3.0	16.0
pH	7.11	6.63	6.94	6.40	6.36	6.91	6.50	6.75	7.26	6.84	5.61	6.44	6.6	0.4	5.6	7.3
Conductividad (uS)	85.7	101.7	61.9	51.2	59.7	49.2	55.8	55.8	60.9	63.0	63.4	64.4	64.4	14.3	49.2	101.7
NO ₃ - N (ug/l)	1970.7	1343.1	253.4	414.2	446.8	343.8	368.3	370.5	320.2	153.2	338.1	450.8	564.4	511.1	153.2	1970.7
NO ₃ (ug/l)	8730.2	5950.1	1122.6	1835.0	1979.4	1536.6	1631.7	1641.4	1418.7	678.6	1497.7	1996.9	2501.6	2263.7	678.6	8730.2
NO ₂ - N (ug/l)	26.7	34.3	16.8	6.5	13.2	9.1	13.0	18.3	32.6	0.7	19.6	15.1	17.2	9.7	0.7	34.3
NO ₂ (ug/l)	87.6	112.6	55.2	21.3	43.4	29.9	42.5	60.1	107.0	2.3	64.3	49.4	56.3	31.7	2.3	112.6
NH ₃ - N (ug/l)	16.5	201.4	501.6	26.4	22.5	48.6	124.3	105.6	71.0	3.6	33.5	24.3	98.3	133.4	3.6	501.6
NH ₄ (ug/l)	105.7	2598.0	647.0	34.0	29.0	62.7	160.3	136.2	91.6	4.6	43.2	31.4	328.6	703.8	4.6	2598.0
N orgánico (ug/l)	132.4	291.8	729.5	183.8	100.3	128.9	253.6	222.6	158.0	44.8	318.9	67.0	219.3	174.4	44.8	729.5
N total (ug/l)	2024.1	1467.8	352.7	570.5	531.3	419.1	474.6	475.2	419.2	194.1	633.3	501.5	672.0	504.8	194.1	2024.1
P total (ug/l)	227.9	172.4	68.5	44.0	148.1	113.1	67.6	90.9	99.2	39.4	62.0	39.6	97.7	56.3	39.4	227.9
PO ₄ - P (ug/l)	62.1	143.6	30.0	11.8	17.3	64.4	29.7	36.1	36.3	23.7	34.9	36.7	43.9	33.5	11.8	143.6
Seston total (mg/l)	9.2	52.4	1.6	23.1	34.4	11.9	13.7	4.8	17.9	23.9	19.9	6.7	18.3	13.6	1.6	52.4
Seston orgánico (mg/l)	5.1	34.5	1.3	9.6	15.4	7.2	7.8	3.0	10.0	13.2	10.8	4.3	10.2	8.3	1.3	34.5
Seston inorgánico (mg/l)	4.1	17.9	0.3	13.5	19.0	4.7	5.9	1.8	8.0	10.7	9.1	2.4	8.1	5.9	0.3	19.0

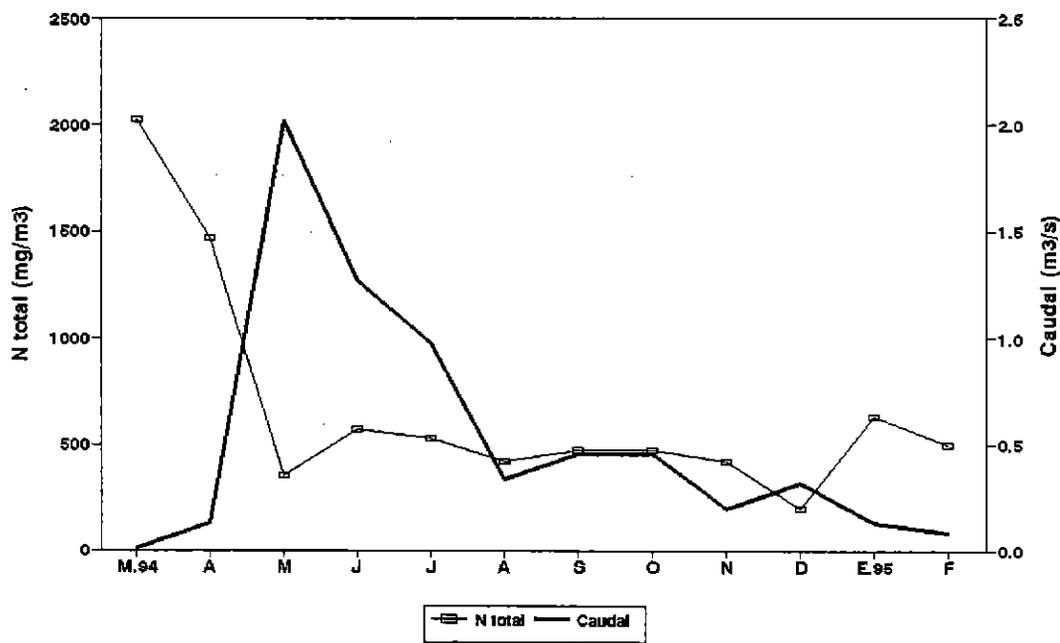
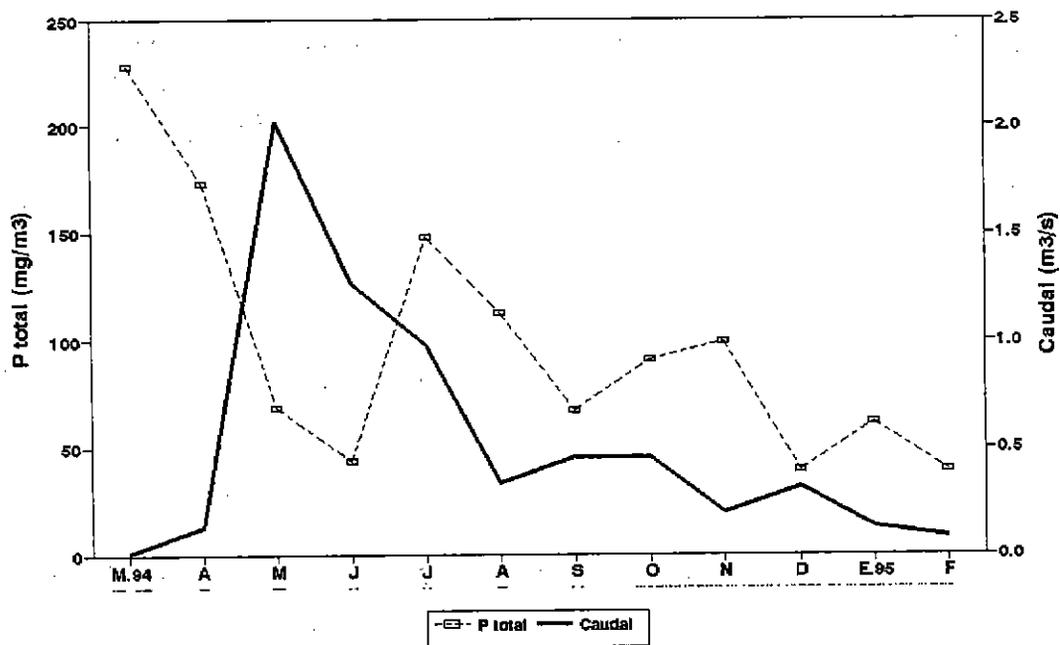


Figura 14: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Pescadero Chico.

*** Río Pescadero Grande (N° 2).** (Tabla 22; Fig.15).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 41.1 km², la cual está cubierta en un 59.1 % de pradera y 36.9% de bosque nativo. Su longitud es de 20 km. Su ancho varía 3 veces su mínimo hasta alcanzar su máximo valor. El Caudal presentó amplio rango entre 498,8 l/s en verano a 5523 l/s en otoño, con un aumento de 11 veces entre el mínimo al máximo.

Físico. La temperatura mínima se presentó en invierno con 6.8°C y la máxima a finales de verano con 17.5°C. El Color presentó su máximo valor en Marzo. La Turbidez presentó en general valores bajos.

Químico. Los valores de pH fueron cercanos a la neutralidad. La Conductividad presentó, en general, valores bajos. Los nutrientes Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total y Fósforo total presentaron concentraciones altas para el período de muestreo. En cambio, el Fósforo soluble, presentó concentraciones bajas. Fósforo total fue alto con un máximo de 93.5 ug/l, por su parte, el Seston constituido mayoritariamente por componente inorgánico, presentó valores bajos.

Biológico. Se realizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales altas.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 22: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO PESCADERO GRANDE.

RIO PESCADERO GRANDE	RIO PESCADERO GRANDE												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m3/s)	0.605	4.631	5.523	4.053	3.608	2.201	3.873	3.934	1.778	1.800	1.265	0.499	2.8	1.6	0.5	5.5
Ancho (m)	8.0	22.0	20.0	12.0	10.0	10.0	15.0	15.0	18.0	18.0	18.0	7.0	14.4	4.7	7.0	22.0
Temperatura (°C)	17.5	9.6	10.3	10.4	9.5	6.8	9.6	8.7	15.6	14.2	15.3	13.8	11.8	3.2	6.8	17.5
Color (unid.Pt/Co)	157.5	82.5	72.5	77.5	57.5	29.0	45.0	42.5	32.5	52.5	62.0	57.5	64.0	32.4	29.0	157.5
Turbidez (mg/l)	6.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.4	1.0	2.5	6.0
pH	6.7	6.3	6.8	6.5	6.5	6.8	6.7	6.6	7.0	6.8	7.1	6.5	6.7	0.2	6.3	7.1
Conductividad (uS)	88.0	37.6	45.3	51.4	49.2	49.8	53.4	46.5	59.2	53.1	73.3	88.3	57.9	15.8	37.6	88.3
NO3 - N (ug/l)	359.1	129.9	77.1	174.5	151.3	158.7	122.4	97.3	311.5	105.0	111.6	130.2	160.7	82.8	77.1	359.1
NO3 (ug/l)	1590.8	88.1	341.6	772.9	670.4	709.3	542.3	431.0	1379.9	465.3	494.4	576.8	671.9	404.7	88.1	1590.8
NO2 - N (ug/l)	8.8	3.3	2.6	3.5	2.7	2.6	4.2	4.7	5.4	0.6	10.4	14.4	5.3	3.8	0.6	14.4
NO2 (ug/l)	28.9	10.7	8.5	11.5	8.9	8.4	13.8	15.3	17.6	1.9	34.1	47.2	17.2	12.5	1.9	47.2
NH3 - N (ug/l)	25.0	67.7	116.1	36.0	10.9	34.1	71.0	76.7	39.3	81.9	55.4	72.7	57.2	28.1	10.9	116.1
NH4 (ug/l)	32.3	87.3	149.7	46.5	14.0	44.0	91.6	99.0	50.7	105.7	71.5	93.8	73.8	36.3	14.0	149.7
N organico (ug/l)	70.2	32.0	161.9	145.6	28.7	107.5	132.1	181.2	80.4	188.0	128.8	242.4	124.9	61.9	28.7	242.4
N total (ug/l)	405.8	146.8	91.9	277.1	168.7	224.1	167.2	184.2	346.6	188.0	179.3	293.2	222.7	86.7	91.9	405.8
P total (ug/l)	56.5	23.1	93.5	34.3	41.3	34.1	35.0	43.9	38.6	8.6	24.0	37.0	39.2	19.9	8.6	93.5
PO4 - P (ug/l)	23.2	4.4	3.3	8.1	7.7	23.4	13.4	11.0	22.2	3.2	16.9	24.3	13.4	7.9	3.2	24.3
Seston total (mg/l)	2.5	2.1	2.1	3.2	12.0	2.7	6.5	10.5	5.8	7.0	6.8	6.0	5.9	3.1	2.1	12.0
Seston organico (mg/l)	1.4	1.8	1.8	2.0	4.3	2.4	3.2	4.8	2.8	3.8	3.1	2.0	2.9	1.0	1.4	4.8
Seston inorganico (mg/	1.1	0.3	0.3	1.2	7.7	0.4	3.3	5.7	3.0	3.2	3.7	4.0	3.0	2.2	0.3	7.7

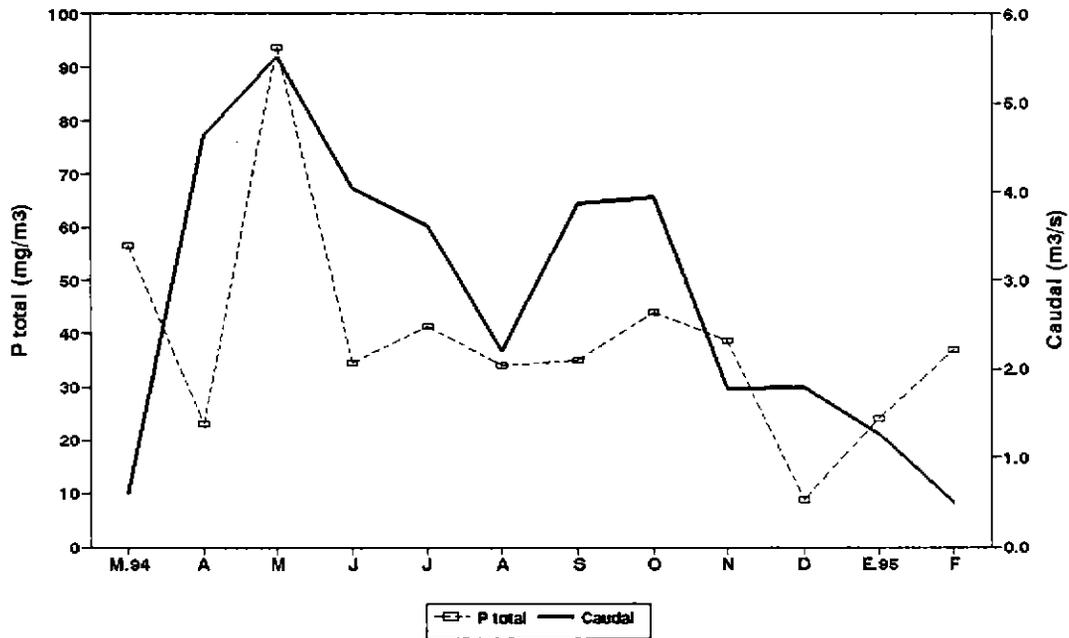
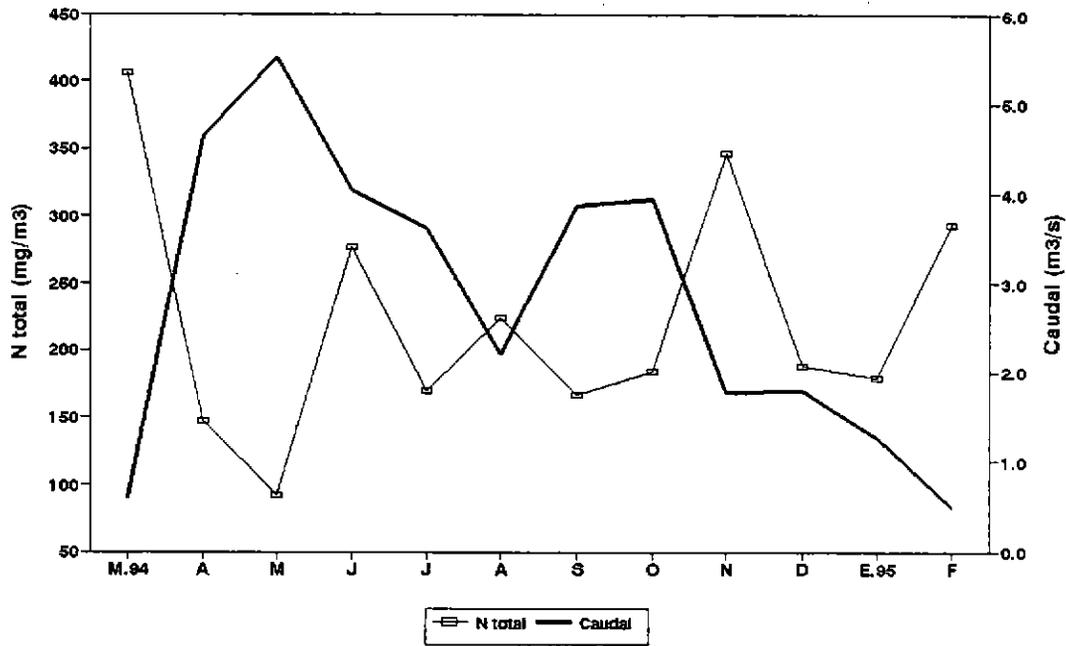


Figura 15: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Pescadero Grande.

*** Arroyo San Enrique (N° 3).** (Tabla 23; Fig.16).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 4.1 Km², que está cubierta en un 92.7% de praderas. Su longitud es de 3 km. Su ancho varía poco, aumenta más del doble desde su mínimo. El caudal presenta un amplio rango entre 31 a 260 l/s entre verano a primavera respectivamente.

Físico. La temperatura mínima fue de 7.9°C en invierno y la máxima de 13.5°C en primavera. Los valores de Color fueron extraordinariamente altos durante el período de muestreo. La Turbidez, en cambio, presentó valores bajos.

Químico. El pH, al igual que en los otros afluentes también se mantuvo cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron relativamente bajos. Los nutrientes Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total presentaron altas concentraciones; en cambio los Nitritos y el Fósforo soluble presentaron concentraciones bajas. Por su parte el Fósforo total presentó altas concentraciones con un rango muy amplio. El Seston presentó concentraciones variables y constituido principalmente de materia inorgánica.

Biológico. Se realizó un análisis bacteriológico en verano con una extraordinaria concentración de coliformes fecales.

Este afluente no fue muestreado durante el mes de Marzo de 1994 porque se encontraba seco.

Tabla 23: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluyente, ARROYO SAN ENRIQUE.

ARROYO SAN ENRIQUE	MAR.94												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB					
Caudal (m3/s)	0.128	0.040	0.184	0.233	0.165	0.260	0.096	0.070	0.168	0.069	0.031	0.1	0.1	0.03	0.26	
Ancho (m)	0.9	1.1	1.8	1.4	1.1	1.6	1.3	1.1	1.2	0.8	0.7	1.2	0.6	0.7	1.8	
Temperatura (°C)	9.8	11.2	11.3	10.6	7.9	11.1	10.5	13.5	13.2	13.0	12.9	11.4	5.2	7.9	13.5	
Color (unid. Pt/Co)	275.5	235.0	117.5	475.0	37.5	95.0	70.0	29.0	90.0	45.0	29.0	136.2	98.2	29.0	475.0	
Turbidez (mg/l)	10.0	9.0	5.0	22.5	2.5	4.0	4.0	2.5	4.0	3.0	2.5	6.3	97.4	2.5	22.5	
pH	6.5	6.9	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	6.9	6.6	7.1	6.8	98.0	6.5	7.1	
Conductividad (uS)	54.3	53.1	60.4	55.3	49.8	57.0	65.7	64.9	56.4	71.6	74.2	60.2	25.9	49.8	74.2	
NO3 - N (ug/l)	1775.8	1779.0	621.4	668.7	665.5	850.3	91.8	4.4	508.8	593.0	897.2	768.7	467.8	4.4	1779.0	
NO3 (ug/l)	7866.9	7881.1	2752.6	2962.3	2974.9	3766.8	406.8	19.5	2253.8	2627.0	3974.4	3407.8	2024.8	19.5	7881.1	
NO2 - N (ug/l)	0.4	2.7	1.5	3.2	0.9	1.3	1.2	1.1	0.9	0.7	0.8	1.3	2038.1	0.4	3.2	
NO2 (ug/l)	1.3	8.7	5.0	10.6	2.8	4.3	3.9	3.5	3.1	2.3	2.5	4.4	2122.1	1.3	10.6	
NH3 - N (ug/l)	27.9	46.4	8.0	16.7	6.1	6.1	17.7	7.6	10.5	7.0	4.7	14.4	9.1	4.7	46.4	
NH4 (ug/l)	36.0	59.8	10.3	21.5	7.8	7.9	22.8	9.8	13.5	9.1	6.1	18.6	13.0	6.1	59.8	
N organico (ug/l)	62.3	108.5	35.9	133.7	33.5	44.3	44.3	15.8	69.5	72.0	54.7	61.3	30.6	15.8	133.7	
N total (ug/l)	1802.5	1830.4	648.4	784.1	692.1	888.0	114.5	11.5	565.7	656.6	946.5	812.8	483.1	11.5	1830.4	
P total (ug/l)	7.4	270.6	34.1	278.5	25.1	32.6	27.8	24.4	23.7	20.8	29.0	70.4	476.8	7.4	278.5	
PO4 - P (ug/l)	0.9	2.2	4.3	5.5	16.2	7.0	8.0	10.6	20.1	12.8	16.3	9.4	486.2	0.9	20.1	
Seston total (mg/l)		2.4	9.3	131.2	11.9	20.5	19.0	9.4	17.0	13.2	8.0	24.2	65.7	2.4	131.2	
Seston organico (mg/l)		1.7	5.1	38.5	5.0	8.2	10.3	4.8	8.5	7.3	4.3	9.4	22.6	1.7	38.5	
Seston inorganico (mg/l)		0.7	4.2	92.7	6.9	12.3	8.7	4.6	8.5	5.9	3.7	14.8	27.0	0.7	92.7	

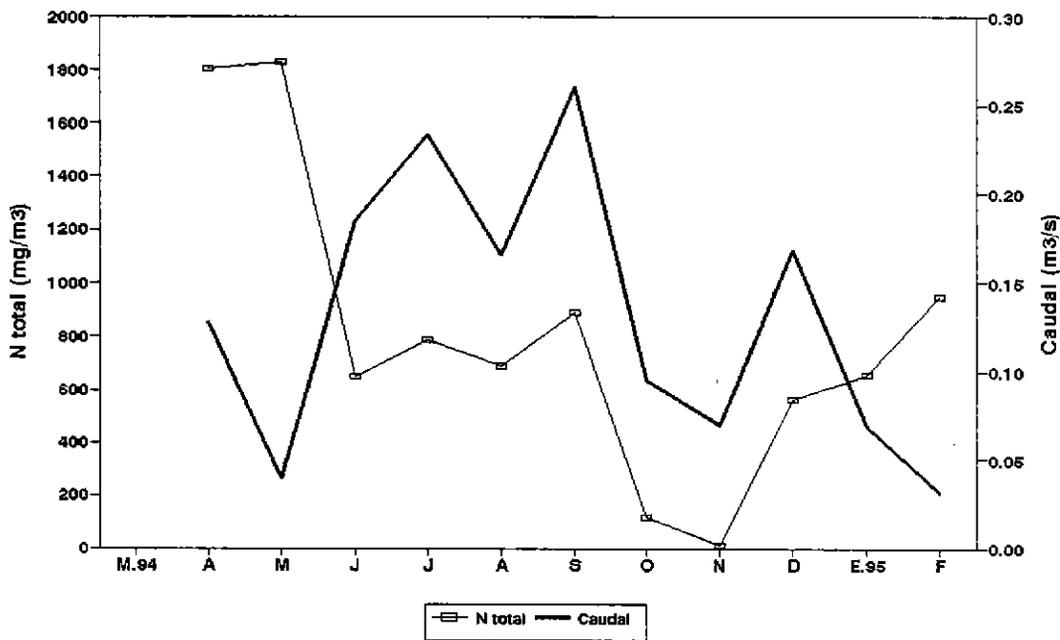
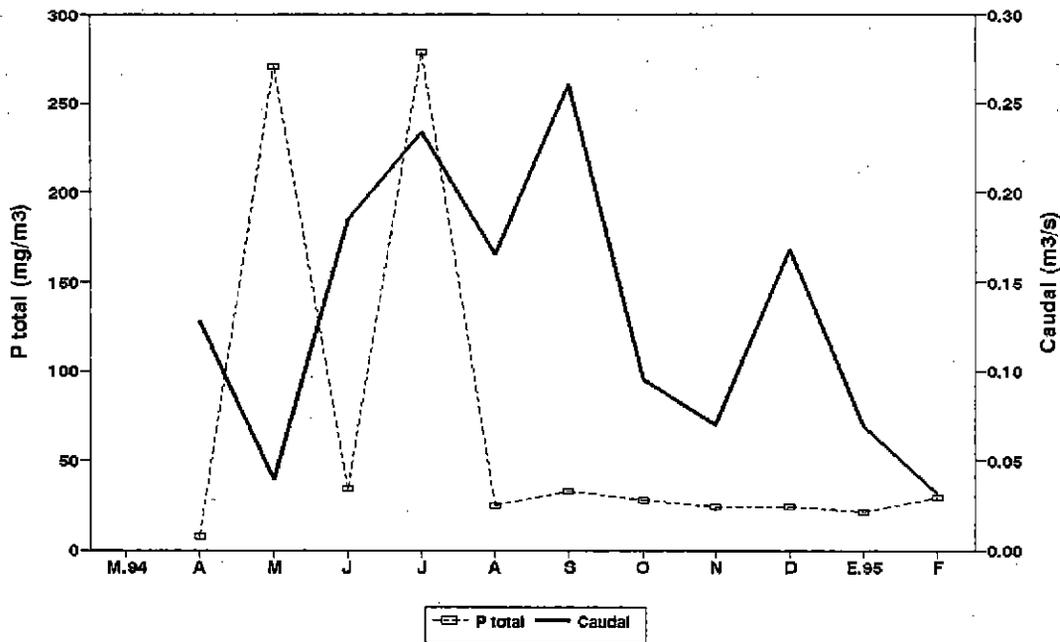


Figura 16: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) San Enrique.

*** Río (Arroyo) El Encanto (N° 4) (Tabla 24; Fig.17).**

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 18.9 km², la cual está cubierta en un 66.7% de praderas y un 31.7% de bosque nativo. Su longitud es de 9 km. Su ancho aumenta casi siete veces su mínimo. El caudal varía ampliamente de 300 a 3600 l/s, es decir aumenta hasta 13 veces en su máximo.

Físico. La temperatura mínima se presentó en invierno (7.3°C) y la máxima a finales del verano (16.7°C). Los valores de Color fueron muy alto. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH sigue manteniéndose cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con altas concentraciones; en cambio el Nitrito y el Fósforo soluble presentaron concentraciones bajas. Las concentraciones de Fósforo total fueron muy variables presentando un máximo en invierno (64.9 ug/l). El Sestón total, constituido principalmente por materia orgánica, presentó bajas concetraciones.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 24: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO EL ENCANTO.

RIO EL ENCANTO	MAR.94 ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE.9 FEB												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m ³ /s)	1.332	2.006	2.393	3.600	3.284	1.472	3.264	2.346	1.090	1.210	0.552	0.319	1.9	1.0	0.3	3.6
Ancho (m)	2.0	13.0	8.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.9	2.8	2.0	13.0
Temperatura (°C)	16.7	9.7	11.0	11.1	9.9	7.3	10.5	9.8	12.6	13.1	13.8	13.4	11.6	2.4	7.3	16.7
Color (Unid. Pt/Co)	45.0	275.5	290.0	122.5	150.0	25.0	95.0	87.5	45.0	87.5	37.5	29.0	107.5	86.7	25.0	290.0
Turbidez (mg/l)	3.0	10.0	11.0	5.0	6.0	2.5	4.0	4.0	3.0	4.0	2.5	2.5	4.8	2.8	2.5	11.0
pH	7.1	6.3	6.8	6.2	6.7	6.5	6.6	6.7	7.0	6.7	6.9	6.5	6.7	0.3	6.2	7.1
Conductividad (uS)	68.2	41.3	45.3	45.0	49.8	44.2	47.5	47.6	45.5	47.5	56.9	56.9	49.6	7.2	41.3	68.2
NO ₃ - N (ug/l)	173.2	612.4	929.7	239.7	197.6	260.7	219.7	217.5	139.9	155.4	167.4	105.0	284.8	230.7	105.0	929.7
NO ₃ (ug/l)	767.3	2712.8	4118.5	1061.7	875.4	1165.3	973.2	963.6	619.8	688.3	741.6	465.3	1262.7	1021.8	465.3	4118.5
NO ₂ - N (ug/l)	1.4	0.2	0.5	0.9	1.2	0.7	1.0	0.8	1.1	0.4	0.9	1.1	0.9	0.3	0.2	1.4
NO ₂ (ug/l)	4.7	0.7	1.6	3.0	4.0	2.3	3.2	2.8	3.6	1.3	3.1	3.7	2.8	1.1	0.7	4.7
NH ₃ - N (ug/l)	22.2	5.1	40.7	14.8	12.8	7.0	13.3	19.1	9.0	3.6	8.2	7.0	13.6	9.8	3.6	40.7
NH ₄ (ug/l)	28.6	6.6	52.5	19.0	16.5	9.1	17.2	24.6	11.6	4.6	10.6	9.1	17.5	12.6	4.6	52.5
N organico (ug/l)	33.6	56.9	170.8	50.2	38.3	26.3	49.4	54.6	59.8	10.3	109.0	96.7	63.0	41.8	10.3	170.8
N total (ug/l)	143.6	662.9	1048.5	271.7	220.5	278.6	252.9	248.4	189.2	161.4	266.8	193.8	328.2	252.2	143.6	1048.5
P total (ug/l)	16.6	9.3	45.7	17.9	67.9	21.2	32.4	32.6	17.2	17.5	14.3	17.0	25.8	16.0	9.3	67.9
PO ₄ - P (ug/l)	4.2	0.8	1.0	1.9	2.5	7.4	14.6	2.3	2.5	5.4	6.0	4.4	4.4	3.6	0.8	14.6
Seston total (mg/l)	2.5	34.5	2.3	5.0	42.7	12.0	23.8	27.5	17.6	11.3	11.0	3.3	16.1	12.8	2.3	42.7
Seston organico (mg/l)	1.6	15.7	2.0	3.3	12.8	6.2	9.9	14.2	6.8	5.7	5.9	2.1	7.2	4.7	1.6	15.7
Seston inorganico (mg/	0.9	18.8	0.3	1.7	29.9	5.8	14.0	13.3	10.8	5.6	5.1	1.2	8.9	8.5	0.3	29.9

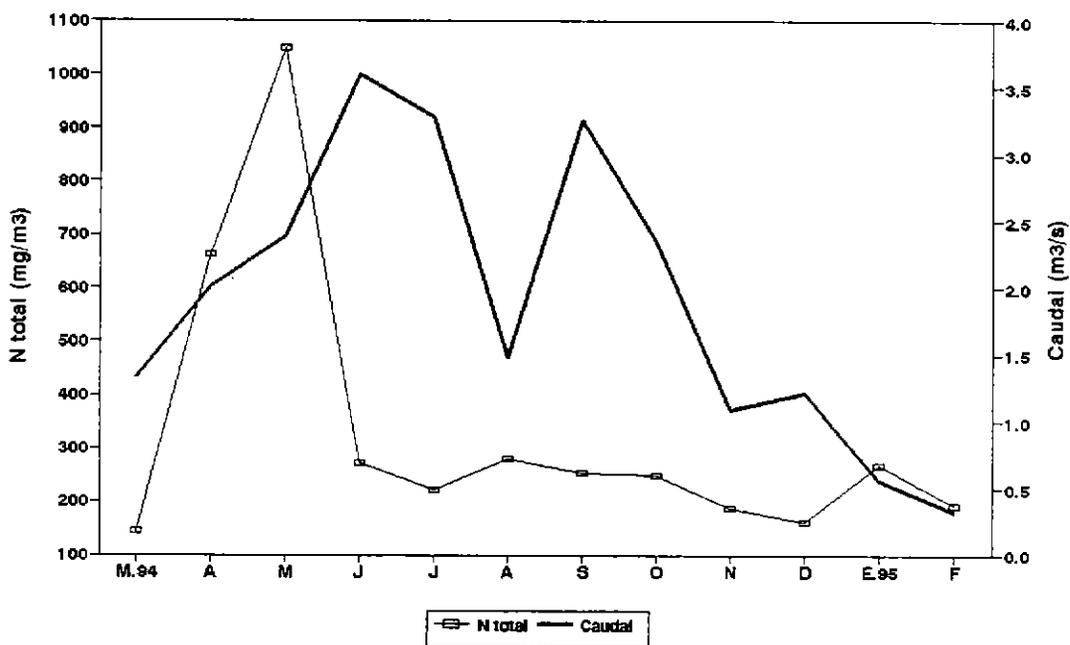
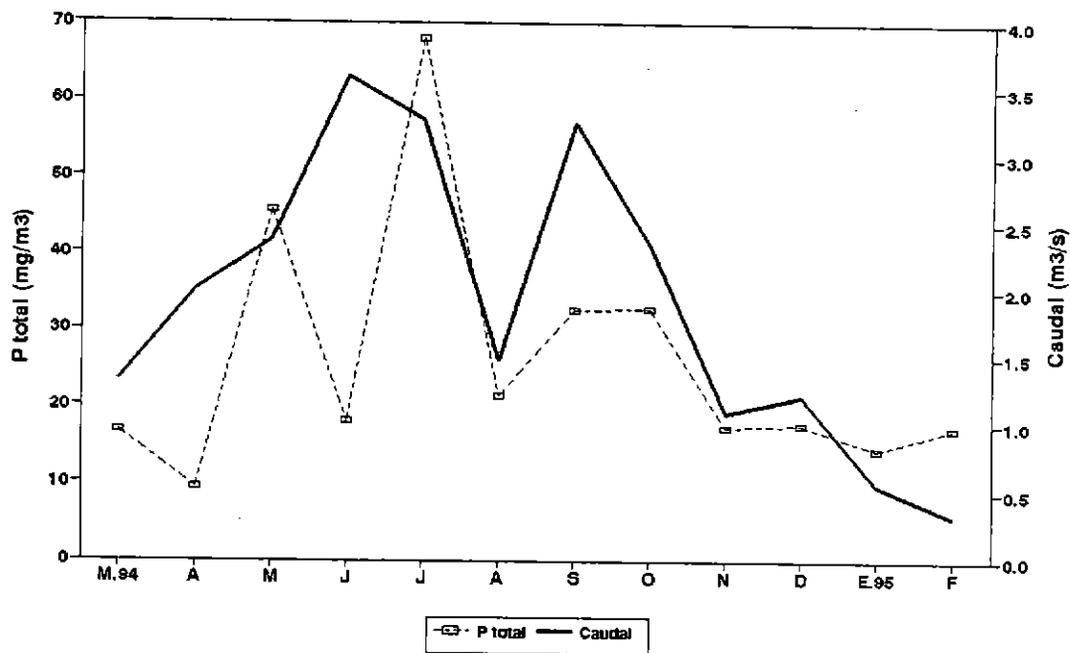


Figura 17: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) El Encanto.

*** Río Puleufú (N° 5)(Tabla 25; Fig.18).**

Morfometría. Está ubicado en el sector de la precordillera. Tiene una subcuenca de 73.2 km², cubierta en un 53.3% de bosque nativo y 37.8% de lava. Su longitud es de 20 km. Su ancho aumenta tres veces desde su mínimo. El caudal tiene un amplio rango y aumenta más de 7 veces de su mínimo en verano.

Físico. En Agosto se presentó la temperatura mínima (4.8°) sin lograr alcanzar una alta temperatura en verano (10.8°C). Los valores de Color fueron muy variables presentando un valor máximo en Abril (122.5). Los valores de Turbidez fueron, en general, bajos.

Químico. El pH se mantuvo cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Las concentraciones de Nitrato, Amonio y Nitrógeno total fueron variables. Los Nitritos, Nitrógeno orgánico, Fósforo soluble y Fósforo total presentaron concentraciones bajas. Las concentraciones de Seston fueron bajas predominando la materia inorgánica.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 25: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO PULEUFU.

RIO PULEUFU	RIO PULEUFU												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR,94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE,9	FEB				
Caudal (m3/l)	3.979	13.784	29.416	12.075	30.483	7.138	11.624	10.338	5.385	9.708	5.836	4.610	12.0	8.6	4.0	30.5
Ancho (m)	14.0	30.0	35.0	30.0	20.0	20.0	15.0	15.0	10.0	18.0	15.0	15.0	19.8	7.4	10.0	35.0
Temperatura (°C)	10.5	10.8	8.9	8.5	8.0	4.8	7.9	7.3	9.5	9.8	10.4	9.2	8.8	1.6	4.8	10.8
Color (unid. Pt/Co)	5.0	122.5	20.0	25.0	37.5	14.0	25.0	14.0	5.0	7.0	5.0	7.0	23.9	31.3	5.0	122.5
Turbidez (mg/l)	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.5	5.0
pH	7.8	7.0	7.0	6.3	6.4	6.9	6.8	6.5	7.2	6.7	7.1	6.7	6.9	0.4	6.3	7.8
Conductividad (uS)	45.1	30.9	39.8	32.2	34.3	34.3	35.6	33.7	38.7	35.4	31.7	47.6	36.6	5.1	30.9	47.6
NO3 - N (ug/l)	109.1	259.8	22.6	20.9	32.5	16.7	15.3	15.3	10.9	5.5	6.6	5.5	43.4	70.6	5.5	259.8
NO3 (ug/l)	483.3	1150.9	100.2	92.8	144.0	74.8	67.9	67.9	48.5	24.2	29.1	24.2	192.3	312.6	24.2	1150.9
NO2 - N (ug/l)	0.8	0.5	0.0	0.5	0.8	0.4	1.2	0.3	0.6	0.2	0.6	0.4	0.5	0.3	0.0	1.2
NO2 (ug/l)	2.7	1.6	0.0	1.7	2.6	1.3	3.9	1.0	1.8	0.7	1.9	1.4	1.7	1.0	0.0	3.9
NH3 - N (ug/l)	22.8	22.2	9.4	4.1	5.1	5.1	4.7	6.1	7.6	0.0	3.6	0.0	7.6	7.1	0.0	22.8
NH4 (ug/l)	29.0	28.6	12.1	5.3	6.6	6.6	6.1	7.9	9.8	0.0	4.6	0.0	9.7	9.1	0.0	29.0
N organico (ug/l)	41.0	33.8	131.7	16.8	14.4	14.4	10.7	23.6	18.4	22.6	15.2	5.3	29.0	32.4	5.3	131.7
N total (ug/l)	121.9	265.5	142.2	32.9	41.1	25.0	21.1	31.3	20.1	28.3	17.7	11.2	63.2	73.1	11.2	265.5
P total (ug/l)	20.6	2.9	5.3	19.4	21.7	19.0	16.1	16.7	24.1	10.2	13.3	16.5	15.5	6.2	2.9	24.1
PO4 - P (ug/l)	8.3	2.7	2.4	2.3	3.0	13.4	7.6	6.8	11.0	4.2	6.8	12.4	6.7	3.8	2.3	13.4
Seston total (mg/l)	1.3	30.2	12.5	6.8	6.4	2.0	1.8	4.6	1.5	1.6	2.1	1.1	6.0	8.0	1.1	30.2
Seston organico (mg/l)	0.8	7.7	4.5	3.2	1.8	1.5	1.6	3.1	1.4	1.3	1.5	0.2	2.4	2.0	0.2	7.7
Seston inorganico (mg/	0.6	22.5	8.0	3.5	4.6	0.5	0.2	1.5	0.2	0.3	0.5	0.9	3.6	6.1	0.2	22.5

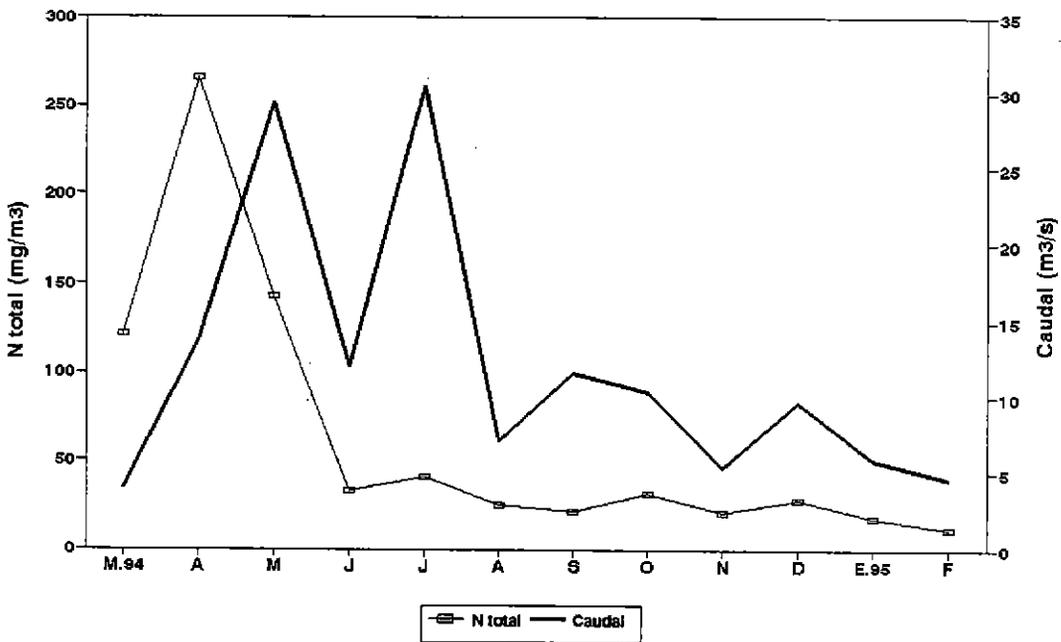
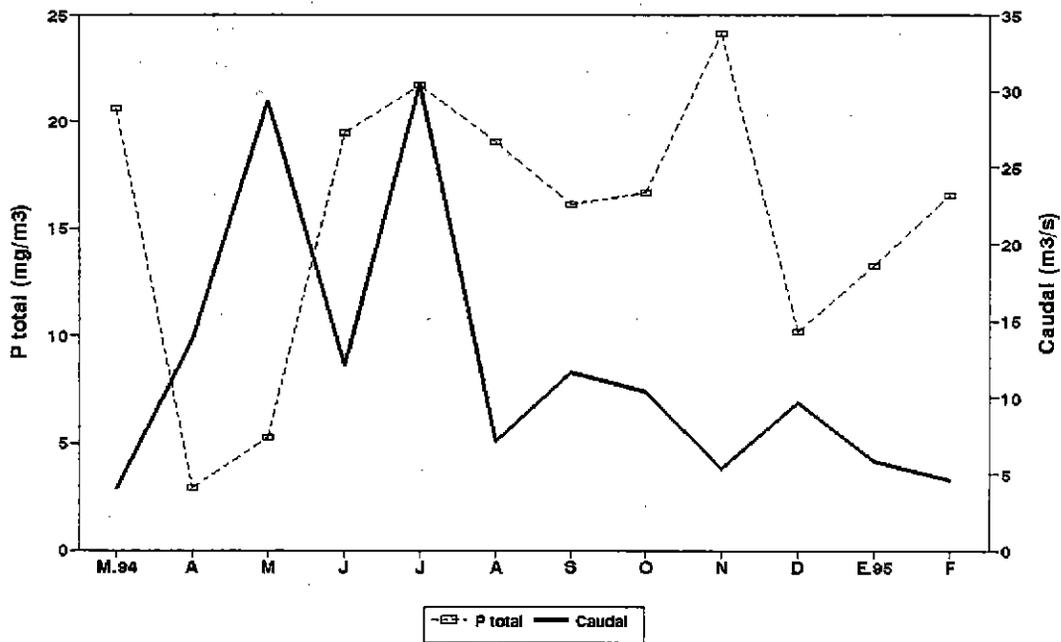


Figura 18: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Puleufú.

* **Río (Arroyo) Moro (N° 6)**(Tabla 26; Fig.19).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 3.6 Km², cubierta en un 90% de matorral y quilla. Tiene una longitud de 3 km. Su ancho aumenta 5 veces de su mínimo. El caudal muestra una gran variabilidad, aumentando de su mínimo en Marzo, 66.7 veces a su máximo en Agosto.

Físico. La temperatura mínima de invierno (7.6°C) sube hasta 16.5°C a finales de verano. Los valores de color son muy altos con un máximo extraordinario de 475 en Abril. La Turbidez fue baja.

Químico. El pH es cercano a la neutralidad con excepción de Marzo (7.9°C). Conductividad presentó valores bajos. Las concentraciones de Nitrato y Amonio fueron variables presentando sus máximos en Abril (3791.9 y 74.5 ug/l respectivamente). Fósforo total y Nitrógeno orgánico presentaron concentraciones altas. Nitrito, Fósforo soluble y Nitrógeno total presentaron concentraciones bajas, en el caso del nitrógeno total éste presentó su máxima concentración en Abril. El Seston con predominio de materia orgánica presentó concentraciones bajas.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 26: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO MORO.

RIO MORO

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB	Promedio	D.E.	Minim	Maximo
Caudal (m ³ /s)	0.025	1.175	1.504	1.078	0.702	2.025	0.617	0.404	0.970	0.325	0.304	0.096	0.8	0.6	0.03	2.0
Ancho (m)	1.6	4.0	6.0	4.0	3.0	8.0	3.0	7.0	5.0	3.6	3.0	2.0	4.2	1.9	1.6	8.0
Temperatura (°C)	16.5	10.3	9.7	9.9	9.6	9.8	7.6	8.8	10.0	12.3	11.3	13.5	10.8	2.3	7.6	16.5
Color (unid. Pt/Co)	20.0	475.0	70.0	112.5	257.5	45.0	52.5	32.5	175.0	72.5	29.0	17.5	113.3	128.7	17.5	475.0
Turbidez (mg/l)	2.5	45.0	4.0	5.0	10.0	3.0	3.0	2.5	7.0	4.0	2.5	2.5	7.6	11.5	2.5	45.0
pH	7.9	7.2	7.0	6.4	6.5	6.1	7.1	6.7	7.4	6.6	6.4	6.6	6.8	0.5	6.1	7.9
Conductividad (uS)	73.0	40.0	40.9	39.1	48.7	36.8	41.1	50.6	33.4	43.1	55.3	54.1	46.3	10.4	33.4	73.0
NO3 - N (ug/l)	57.9	856.0	506.6	127.1	149.2	134.5	92.9	44.8	64.5	73.3	101.8	19.7	185.7	235.7	19.7	856.0
NO3 (ug/l)	256.5	3791.9	2244.2	563.3	661.1	601.2	411.6	198.6	285.7	324.7	450.8	87.3	823.1	1043.8	87.3	3791.9
NO2 - N (ug/l)	0.0	3.0	0.2	1.0	0.8	0.6	1.3	0.9	1.8	1.2	0.8	1.1	1.1	0.7	0.0	3.0
NO2 (ug/l)	0.0	9.9	0.6	3.4	2.7	2.0	4.3	3.1	5.8	3.9	2.5	3.5	3.5	2.4	0.0	9.9
NH3 - N (ug/l)	3.7	57.8	6.5	10.9	9.9	16.7	11.9	6.1	19.1	3.6	0.0	7.0	12.8	14.5	0.0	57.8
NH4 (ug/l)	4.8	74.5	8.4	14.0	12.8	21.5	15.4	7.9	24.6	4.6	0.0	9.1	16.5	18.8	0.0	74.5
N organico (ug/l)	73.9	60.5	97.9	59.7	74.1	88.4	26.2	54.6	129.5	81.9	32.5	15.2	66.2	30.9	15.2	129.5
N total (ug/l)	127.0	845.0	596.2	173.9	211.3	201.9	105.0	92.5	171.2	151.8	135.0	26.9	236.5	227.5	26.9	845.0
P total (ug/l)	11.1	118.3	31.0	34.6	72.1	17.6	166.2	16.1	50.3	24.3	16.1	13.4	47.6	46.6	11.1	166.2
PO4 - P (ug/l)	4.6	3.6	0.9	2.1	3.5	9.0	50.0	1.5	2.5	4.8	4.0	4.8	7.6	12.9	0.9	50.0
Seston total (mg/l)	1.2	201.2	17.1	8.0	29.6	2.3	7.0	6.7	40.3	10.1	6.1	3.4	27.7	53.5	1.2	201.2
Seston organico (mg/l)	0.9	79.1	9.0	4.6	13.0	1.2	4.1	3.2	20.0	5.2	3.7	1.8	12.2	20.9	0.9	79.1
Seston inorganico (mg/l)	0.2	122.1	8.1	3.4	16.6	1.0	2.9	3.4	20.3	4.9	2.3	1.6	15.6	32.7	0.2	122.1

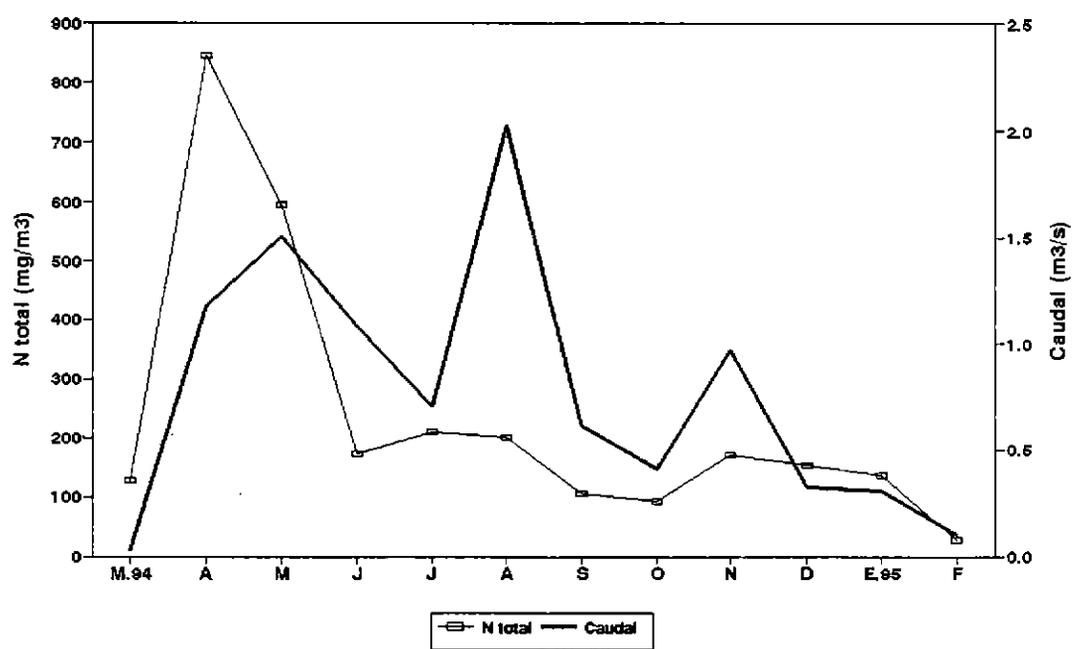
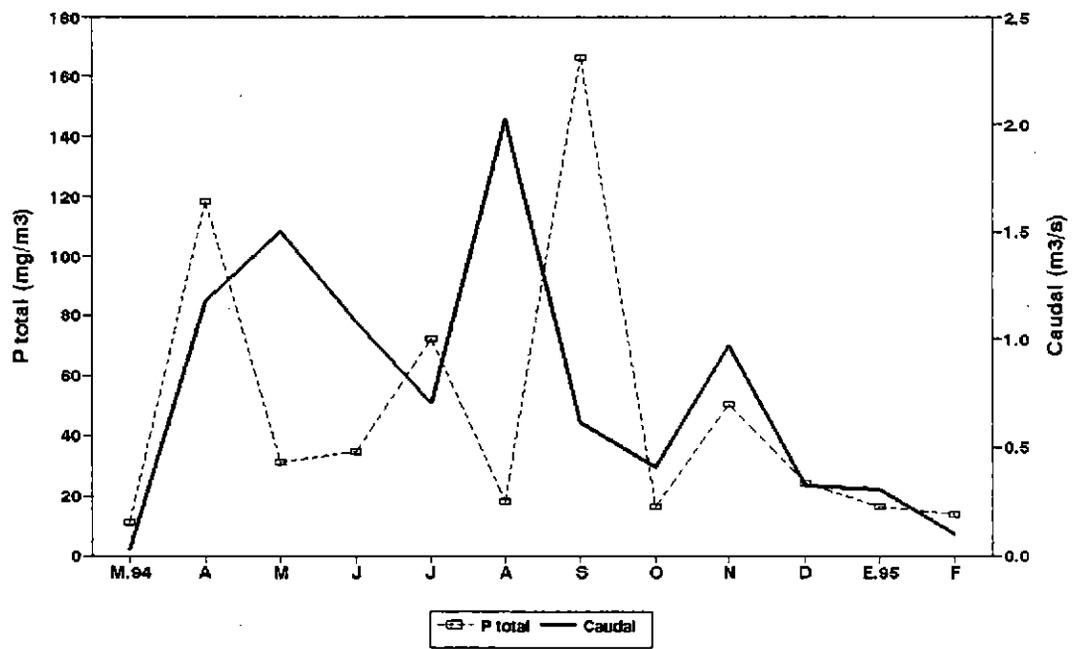


Figura 19: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Moro.

* **Río Huillinco (N° 7)**(Tabla 27; Fig.20).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 6.8 Km², que está cubierta en un 63.3% de bosque nativo y 36.8% de matorral y quila. Su longitud es de 3 km. Su ancho varía poco sólo alrededor de tres veces de su mínimo. Su Caudal varia ampliamente aumentado desde su mínimo en 22 veces hasta su máximo en invierno.

Físico. La temperatura mínima (6.6°C) se obtuvo en primavera y la máxima a finales del verano (13.4°C). El color presentó valores altos. En cambio, los valores de turbidez fueron bajos.

Químico. El pH mantuvo su cercanía a la neutralidad. La conductividad presentó valores bajos. Nitrato y Amonio se presentaron en bajas concentraciones con excepción del mes de Abril. Nitrito, Nitrógeno total, Nitrógeno orgánico, Fósforo soluble y Fósforo total, todos ellos presentaron concentraciones bajas, al igual que el Seston.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 27: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO HUILLINCO.

RIO HUILLINCO	MAR.94 ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE.9 FEB												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m3/s)	0.209	2.295	2.605	4.507	2.705	4.083	2.839	1.368	4.118	0.877	0.580	0.287	2.2	1.5	0.2	4.5
Ancho (m)	3.7	8.0	8.6	9.0	10.0	6.0	6.0	6.0	4.0	8.0	7.0	3.0	6.6	2.1	3.0	10.0
Temperatura (°C)	13.4	10.0	10.2	8.8	8.5	8.5	6.6	7.6	11.1	11.1	11.8	12.1	10.0	1.9	6.6	13.4
Color (unid.Pt/Co)	14.0	335.0	25.0	150.0	170.0	5.0	37.5	7.0	205.0	29.0	5.0	20.0	83.5	102.3	5.0	335.0
Turbidez (mg/l)	2.5	13.0	2.5	6.0	7.0	2.5	2.5	2.5	7.5	2.5	2.5	2.5	4.5	3.2	2.5	13.0
pH	7.7	6.9	7.0	6.6	6.2	6.1	6.9	7.4	7.2	6.3	6.9	6.3	6.8	0.5	6.1	7.7
Conductividad (uS)	54.1	30.3	44.2	34.5	27.6	31.1	35.2	40.3	42.6	99.5	44.2	39.5	43.6	18.3	27.6	99.5
NO3 - N (ug/l)	57.9	426.5	32.2	71.4	75.6	37.8	28.4	35.0	131.2	26.3	28.4	7.7	79.9	109.1	7.7	426.5
NO3 (ug/l)	256.5	1889.3	142.8	316.4	335.0	168.8	126.0	155.0	581.1	116.3	126.0	33.9	353.9	483.2	33.9	1889.3
NO2 - N (ug/l)	0.8	1.3	0.8	0.8	0.5	0.8	1.6	0.6	1.3	0.5	0.7	0.7	0.9	0.3	0.5	1.6
NO2 (ug/l)	2.6	4.2	2.7	2.7	1.8	2.6	5.2	2.1	4.3	1.7	2.4	2.4	2.9	1.0	1.7	5.2
NH3 - N (ug/l)	3.7	43.6	27.9	7.0	7.0	5.1	6.1	6.1	11.9	4.7	0.0	4.7	10.7	11.9	0.0	43.6
NH4 (ug/l)	4.8	56.2	36.0	9.1	9.1	6.6	7.9	7.9	15.4	6.1	0.0	6.1	13.8	15.4	0.0	56.2
N organico (ug/l)	22.7	49.8	44.5	71.7	28.7	16.8	15.8	13.3	67.5	49.8	7.8	15.2	33.6	21.2	7.8	71.7
N total (ug/l)	76.6	421.4	41.6	134.8	95.8	48.8	38.0	41.0	184.6	70.4	37.0	17.5	100.6	106.9	17.5	421.4
P total (ug/l)	10.1	9.5	15.5	41.5	49.5	14.3	23.6	16.5	71.9	19.6	14.3	15.4	25.1	18.4	9.5	71.9
PO4 - P (ug/l)	3.6	1.0	6.5	2.4	2.4	8.4	12.8	3.9	2.7	5.6	6.0	8.4	5.3	3.2	1.0	12.8
Seston total (mg/l)	1.7	37.8	16.4	18.3	28.1	0.8	3.0	2.2	50.5	5.3	2.9	3.8	14.2	15.8	0.8	50.5
Seston organico (mg/l)	1.1	16.4	8.3	7.1	12.0	0.6	2.8	1.7	21.7	3.4	2.0	2.0	6.6	6.5	0.6	21.7
Seston inorganico (mg/	0.6	21.4	8.1	11.2	16.1	0.2	0.2	0.5	28.9	1.9	0.9	1.8	7.6	9.4	0.2	28.9

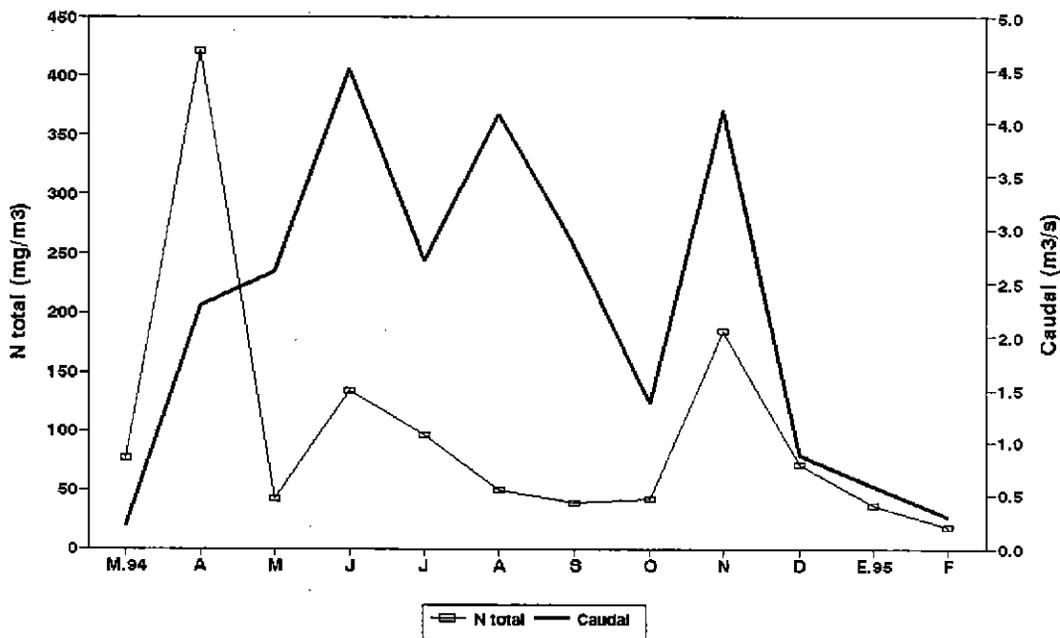
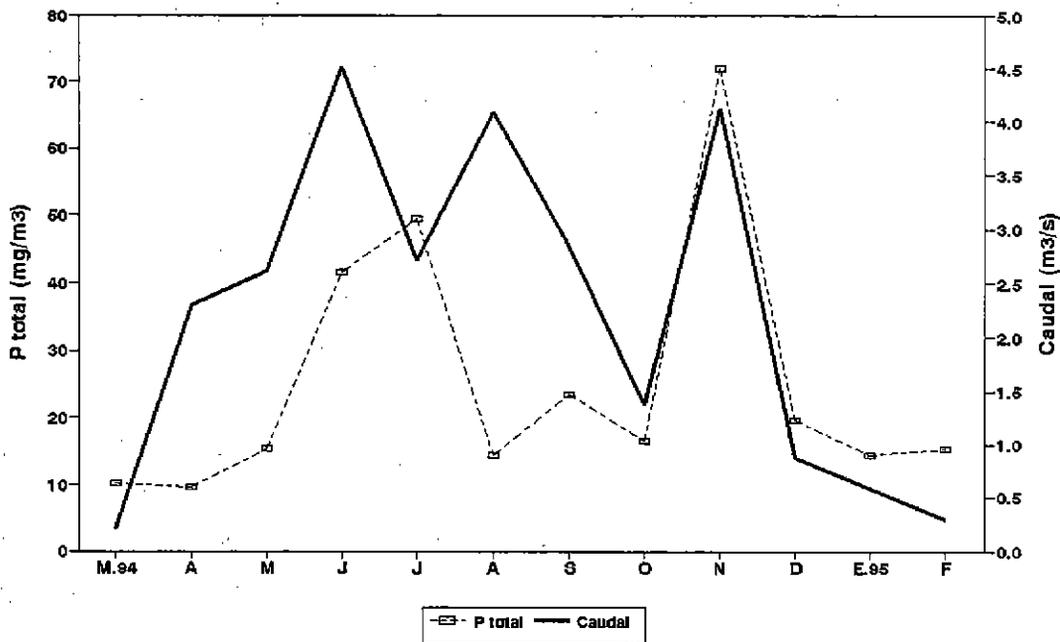


Figura 20: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Huillinco.

* **Río Calzoncillo (N° 8)**(Tabla 28; Fig.21).

Morfometría. Está ubicado en el sector de la precordillera. Tiene una subcuenca de 11.7 Km², la cual está cubierta en un 98.3% de bosque nativo. Su longitud es de 4 km. Su ancho varía poco, no más de dos veces de su ancho mínimo. El caudal presentó un amplio rango, aumentando 42 veces de su caudal mínimo.

Físico. La temperatura fue baja con un mínimo de 5.5°C en invierno y una máxima de 13.6°C a finales del verano. El color presentó valores altos, con un extraordinario máximo en Abril. Los valores de turbidez fueron bajos.

Químico. El pH fue neutro. Los valores de Conductividad estuvieron bajos. El Nitrato presentó bajas concentraciones a excepción del mes de Abril. Nitrito con bajas concentraciones. Las concentraciones de Amonio fueron variables siendo algunas muy altas como la de Abril. Nitrógeno orgánico con concentraciones variables. Nitrógeno total con bajas concentraciones a excepción del mes de Abril. Fósforo soluble variable con un máximo alto en verano. Fósforo total con concentraciones relativamente variables. Seston total bajo.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 28: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO CALZONCILLO.

RIO CALZONCILLO	RIO CALZONCILLO												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.110	1.345	0.690	1.230	4.212	2.216	1.670	3.670	3.714	1.993	2.543	2.173	2.1	1.2	0.1	4.2
Ancho (m)	5.0	4.0	3.0	4.0	6.0	8.0	4.5	6.0	6.4	7.0	6.0	8.0	5.7	1.5	3.0	8.0
Temperatura (°C)	13.6	11.0	9.5	8.9	6.0	5.5	9.4	7.4	10.1	12.3	10.8	9.8	9.5	2.3	5.5	13.6
Color (unid.Pt/Co)	14.0	300.0	25.0	25.0	29.0	20.0	20.0	42.5	77.5	20.0	0.0	17.5	49.2	77.8	0.0	300.0
Turbidez (mg/l)	2.5	11.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	4.0	2.5	2.0	2.5	3.3	2.5	2.0	11.5
pH	7.5	7.1	7.1	6.7	6.4	6.6	6.8	7.2	7.4	7.0	6.9	6.7	6.9	0.3	6.4	7.5
Conductividad (uS)	54.1	40.0	36.5	57.5	40.9	49.5	53.5	42.6	46.0	57.5	56.4	53.6	49.0	7.2	36.5	57.5
NO ₃ - N (ug/l)	51.5	400.8	29.0	53.5	98.8	37.8	38.3	41.6	41.6	29.5	19.7	35.0	73.1	100.6	19.7	400.8
NO ₃ (ug/l)	228.1	1775.3	128.6	237.2	437.5	168.8	169.5	184.1	184.1	130.9	87.3	155.1	323.9	445.6	87.3	1775.3
NO ₂ - N (ug/l)	0.6	1.4	0.0	0.5	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	0.3	1.0	0.4	0.6	0.4	0.0	1.4
NO ₂ (ug/l)	1.9	4.6	0.0	1.5	1.3	1.6	2.2	2.8	3.3	0.8	3.3	1.4	2.1	1.2	0.0	4.6
NH ₃ - N (ug/l)	2.3	42.1	10.8	16.7	8.0	7.0	10.5	7.6	22.0	0.0	4.7	4.7	11.4	10.9	0.0	42.1
NH ₄ (ug/l)	2.9	54.3	13.9	21.5	10.3	9.1	13.5	9.8	28.4	0.0	6.1	6.1	14.7	14.1	0.0	54.3
N organico (ug/l)	84.9	40.9	108.5	62.1	33.5	23.9	23.6	119.2	41.7	17.7	84.3	37.4	56.5	33.2	17.7	119.2
N total (ug/l)	134.1	388.9	123.6	94.6	122.3	53.1	49.0	151.8	55.8	47.5	98.9	66.8	115.5	89.5	47.5	388.9
P total (ug/l)	75.7	17.5	58.9	36.2	26.7	30.9	35.1	32.1	52.8	37.2	33.2	50.4	40.6	15.3	17.5	75.7
PO ₄ - P (ug/l)	29.3	9.9	1.2	15.3	9.1	31.0	29.1	19.0	25.3	18.7	34.5	44.9	22.3	11.9	1.2	44.9
Seston total (mg/l)	1.6	31.2	27.2	2.7	12.6	4.9	2.1	6.6	12.8	2.6	1.9	2.5	9.1	9.8	1.6	31.2
Seston organico (mg/l)	0.9	15.4	13.5	2.1	5.5	2.8	2.0	3.7	8.2	2.5	1.6	1.8	5.0	4.7	0.9	15.4
Seston inorganico (mg/	0.7	15.8	13.7	0.7	7.2	2.1	0.1	2.9	4.6	0.1	0.3	0.7	4.1	5.2	0.1	15.8

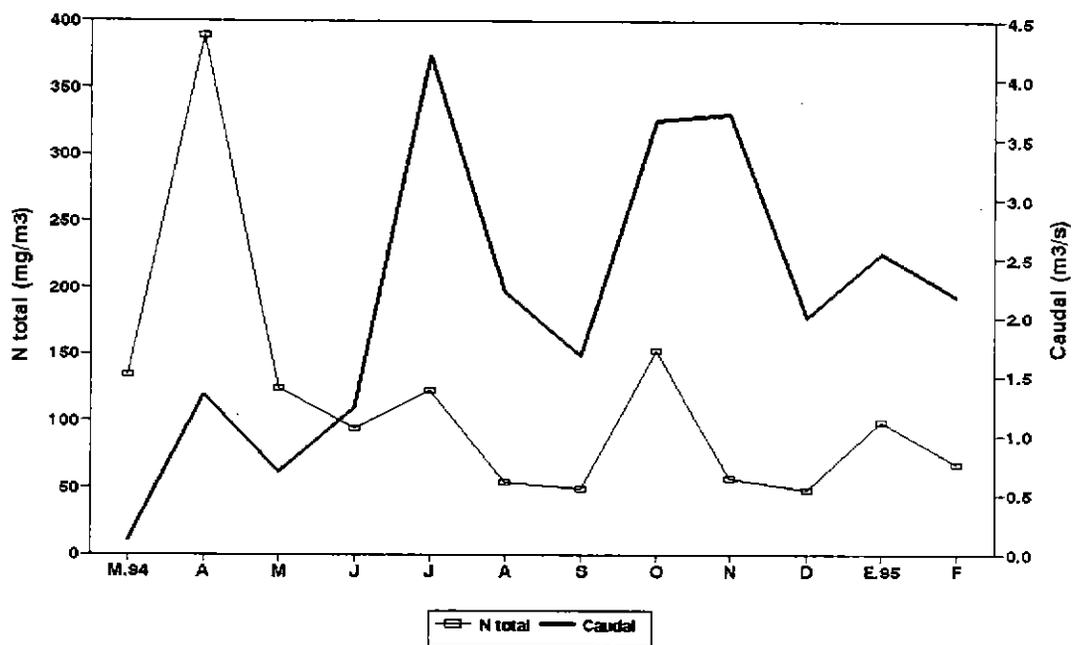
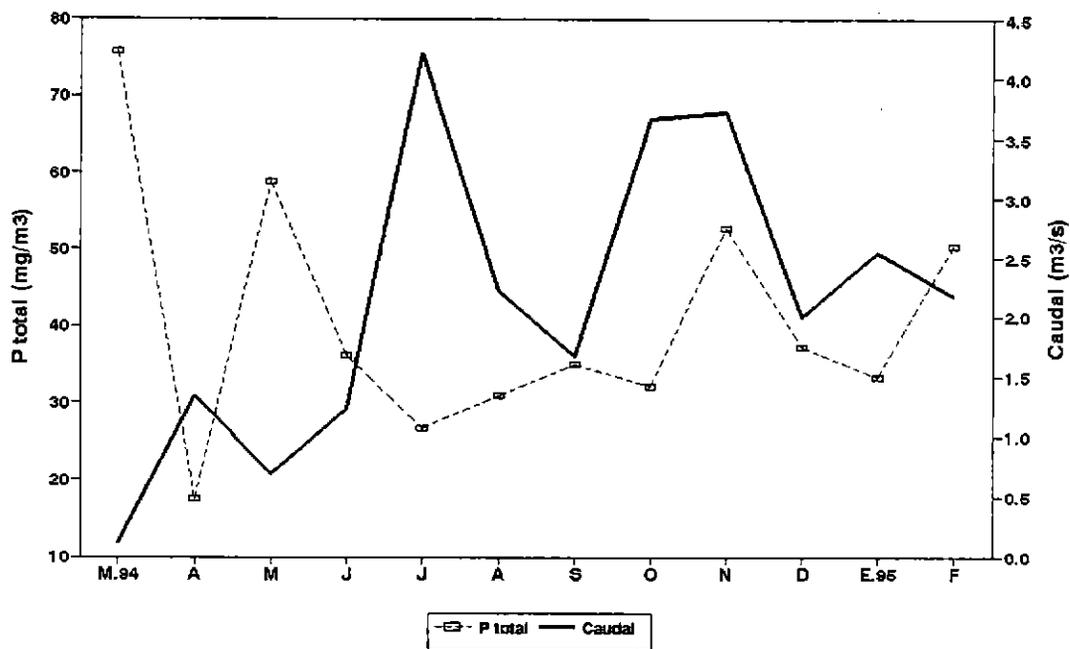


Figura 21: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Calzoncillo.

*** Río Arrayán (N° 9)(Tabla 29; Fig.22).**

Morfometría. Está ubicado en el sector de la precordillera. Tiene una subcuenca de 6 Km² cubierta en un 92% de bosque nativo. Su longitud es de 5 km. Su ancho varia 2.5 veces de su mínimo. El caudal aumenta 13 veces desde su mínimo en verano.

Físico. La temperatura es baja, con un mínimo en invierno (6°C) y un máximo a inicios del verano (11.8°C). El Color presentó valores altos con un fuerte aumento en abril. Turbidez baja.

Químico. pH alrededor de la neutralidad. Conductividad baja. Las concentraciones de Nitrato fueron variables, siendo la mayoría bajas a excepción de Abril. Nitrito con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones muy variables entre muy bajas a muy altas con un máximo de 74.8 en Octubre. Nitrógeno orgánico variable con algunos valores altos en Octubre. Nitrógeno total variable y concentraciones bajas. Fósforo soluble alto. Fósforo total en general presentó valores bajos. Sestón con bajas concentraciones.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 29: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO ARRAYAN.

RIO ARRAYAN	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB	Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	0.303	1.726	5.509	1.048	1.113	0.823	0.800	1.610	0.971	0.660	0.676	0.417				
Caudal (m ³ /s)	6.0	7.2	6.0	5.0	4.5	2.8	4.2	6.0	5.4	5.0	4.0	3.4	5.0	1.2	2.8	7.2
Ancho (m)	10.5	9.7	9.9	8.7	6.2	6.0	9.0	7.0	9.5	11.8	9.8	9.3	9.0	1.7	6.0	11.8
Temperatura (°C)	5.0	135.0	29.0	14.0	7.0	2.5	14.0	14.0	20.0	5.0	5.0	2.5	21.1	35.2	2.5	135.0
Turbidez (mg/l)	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.5	5.0
pH	7.2	7.0	6.5	6.5	6.6	6.4	6.8	7.3	7.3	7.2	7.3	6.7	6.9	0.3	6.4	7.3
Conductividad (uS)	52.0	33.9	38.9	60.9	38.7	48.3	53.5	46.0	43.7	38.7	56.4	58.5	47.5	8.5	33.9	60.9
NO ₃ - N (ug/l)	22.6	288.7	61.1	27.3	19.9	9.4	9.9	6.6	18.6	9.8	7.7	10.9	41.0	76.0	6.6	288.7
NO ₃ (ug/l)	100.1	1278.7	270.6	120.7	88.1	41.9	43.7	29.1	82.4	43.6	33.9	48.5	181.8	336.8	29.1	1278.7
NO ₂ - N (ug/l)	0.8	0.6	0.2	0.4	0.2	0.6	0.4	0.5	0.7	0.2	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.8
NO ₂ (ug/l)	2.6	2.0	0.7	1.4	0.6	2.0	1.4	1.6	2.2	0.7	1.6	0.8	1.5	0.6	0.6	2.6
NH ₃ - N (ug/l)	2.3	22.2	5.1	11.9	4.1	3.2	4.7	58.0	7.6	0.0	3.6	3.6	10.5	15.4	0.0	58.0
NH ₄ (ug/l)	2.9	28.6	6.6	15.3	5.3	4.1	6.1	74.8	9.8	0.0	4.6	4.6	13.6	19.8	0.0	74.8
N organico (ug/l)	41.0	33.8	17.8	40.6	14.4	9.6	10.7	111.4	18.4	15.2	62.1	12.7	32.3	28.4	9.6	111.4
N total (ug/l)	61.5	265.5	72.5	53.0	29.2	15.5	14.9	43.7	27.9	25.3	65.6	19.3	57.8	65.5	14.9	265.5
P total (ug/l)	36.9	28.3	12.4	36.0	35.6	33.6	28.6	29.6	32.8	10.3	32.6	42.7	30.0	9.2	10.3	42.7
PO ₄ - P (ug/l)	23.3	9.6	8.5	14.9	10.0	33.4	28.5	22.2	24.9	4.6	37.3	49.1	22.2	12.9	4.6	49.1
Seston total (mg/l)	2.9	27.7	2.2	1.9	4.2	4.0	1.8	3.0	3.9	1.8	2.7	0.9	4.7	7.0	0.9	27.7
Seston organico (mg/l)	1.3	13.8	1.7	1.5	2.7	1.9	1.1	1.4	3.3	1.7	1.8	0.5	2.7	3.4	0.5	13.8
Seston inorganico (mg/l)	1.5	13.9	0.6	0.4	1.5	2.1	0.7	1.6	0.5	0.2	0.9	0.4	2.0	3.6	0.2	13.9

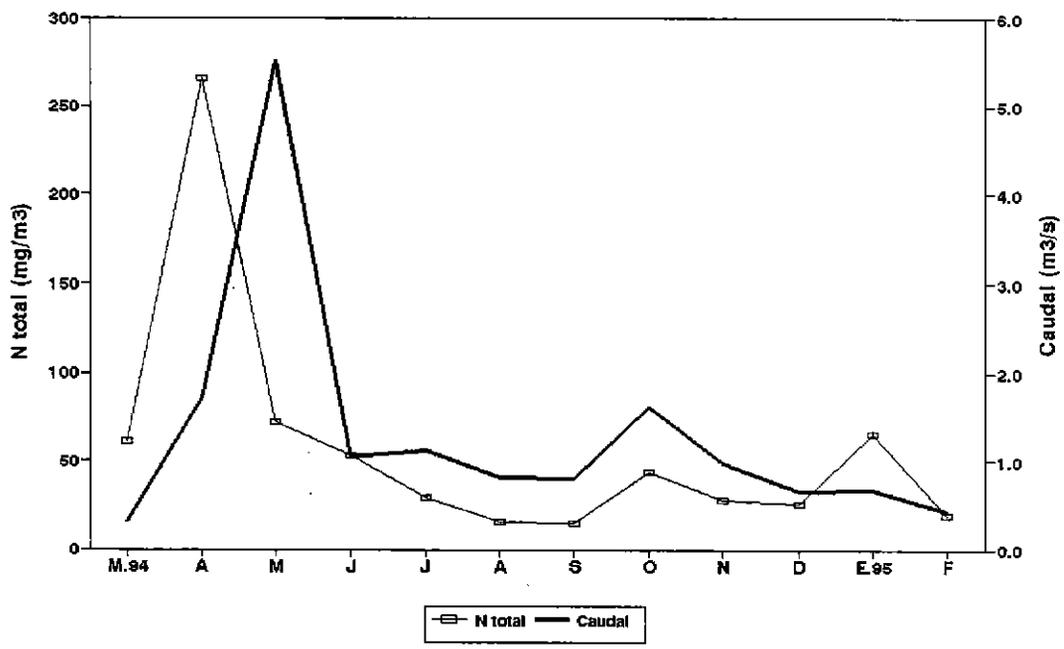
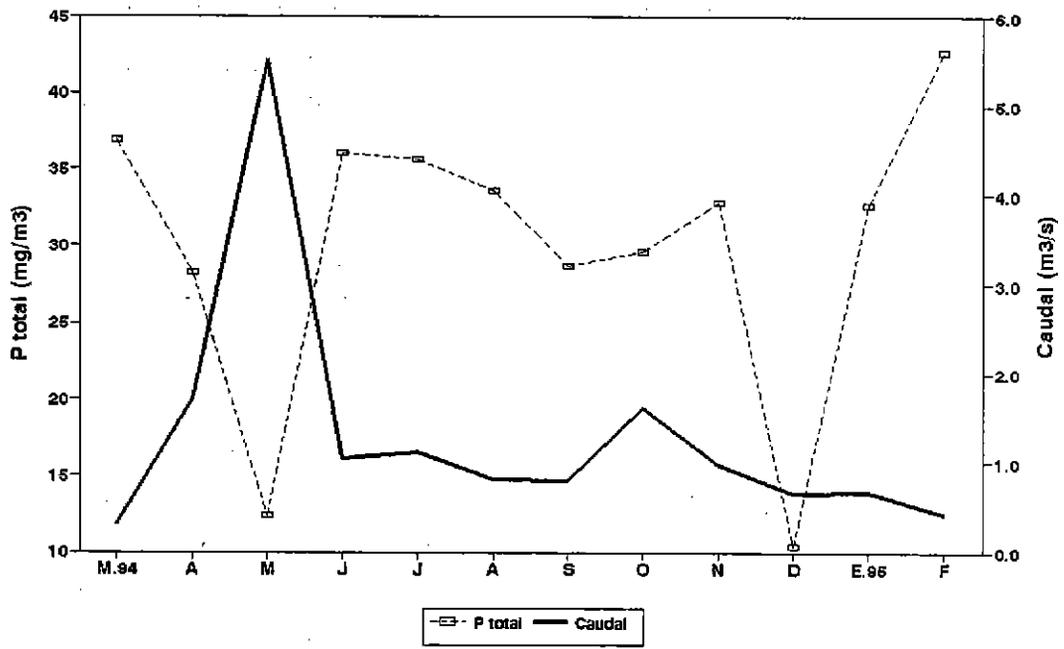


Figura 22: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Arrayán.

* **Río Coihueco (N° 10)**(Tabla 30; Fig.23).

Morfometría. Está ubicado en el sector de la cordillera. Tiene una subcuenca de 11 km², la cual se encuentra cubierta en un 96.4% de bosque nativo. Posee una longitud de 3 km. Su ancho aumentó cuatro veces desde su mínimo. El caudal presentó un amplio rango, aumentando en 31 veces desde invierno a verano.

Físico. La temperatura fue baja con un mínimo de invierno (5.9°C) a un máximo de verano (13.6°C). Su Color es variable con valores mínimos, a excepción del mes de Abril donde presentó un valor extraordinariamente alto. Turbidez baja.

Químico. pH alrededor de la neutralidad. Conductividad baja. Los Nitratos presentaron bajas concentraciones a excepción del mes de Abril. Nitrito, Nitrógeno orgánico, Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones bajas. Amonio con concentraciones muy irregulares desde cero a 37.8 ug/l en Abril. Nitrógeno total bajo, siendo el máximo en Abril. Seston total presentó bajas concentración.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 30: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO COIHUECO.

RIO COIHUECO	RIO COIHUECO												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m3/s)	0.423	5.910	12.413	2.930	4.377	1.454	1.838	3.653	0.709	1.594	0.727	0.499	3.0	3.3	0.4	12.4
Ancho (m)	2.5	10.0	8.0	9.0	9.0	6.0	7.1	6.0	7.0	7.0	5.0	3.0	6.6	2.2	2.5	10.0
Temperatura (°C)	12.0	9.8	8.7	8.5	5.9	5.9	8.4	6.5	13.0	11.9	13.6	12.8	9.8	2.7	5.9	13.6
Color (unid. Pt/Co)	5.0	140.0	20.0	7.0	2.5	5.0	7.0	20.0	5.0	2.5	17.5	17.5	20.8	36.6	2.5	140.0
Turbidez (mg/l)	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.5	5.0
pH	7.2	6.9	6.7	6.5	6.6	6.4	6.5	7.4	6.9	7.0	7.4	6.2	6.8	0.4	6.2	7.4
Conductividad (uS)	42.0	24.2	30.4	39.9	42.0	40.3	43.0	28.8	38.7	43.1	45.9	49.8	39.0	7.2	24.2	49.8
NO3 - N (ug/l)	54.7	384.8	64.3	30.4	19.9	24.1	19.7	10.9	18.6	14.2	21.9	26.3	57.5	99.9	10.9	384.8
NO3 (ug/l)	242.3	1704.7	284.8	134.7	88.1	107.7	87.2	48.5	82.4	63.0	96.9	116.3	254.7	442.4	48.5	1704.7
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4	0.1	0.2	0.7
NO2 (ug/l)	1.7	1.7	0.9	0.8	0.8	1.1	1.7	2.2	1.7	0.8	1.5	1.2	1.3	0.4	0.8	2.2
NH3 - N (ug/l)	5.1	29.3	3.7	8.0	5.1	4.1	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	32.4	8.2	10.6	0.0	32.4
NH4 (ug/l)	6.6	37.8	4.8	10.3	6.6	5.3	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	41.8	10.6	13.7	0.0	41.8
N organico (ug/l)	22.7	33.8	12.5	31.1	21.5	19.2	8.1	75.3	28.8	30.0	47.3	81.9	34.3	22.1	8.1	81.9
N total (ug/l)	71.3	381.3	72.3	51.4	35.1	38.3	28.3	86.9	34.4	44.5	69.6	66.7	81.7	92.1	28.3	381.3
P total (ug/l)	22.0	27.0	6.1	19.3	24.3	20.1	15.1	14.6	21.2	16.8	18.4	22.6	19.0	5.2	6.1	27.0
PO4 - P (ug/l)	10.0	1.5	2.2	5.2	5.9	17.0	8.6	4.4	4.6	11.4	15.3	19.7	8.8	5.7	1.5	19.7
Seston total (ng/l)	1.6	43.8	6.1	1.4	1.5	0.4	1.3	2.3	1.7	1.8	1.6	0.3	5.3	11.7	0.3	43.8
Seston organico (mg/l)	0.9	18.7	3.0	1.1	0.9	0.3	1.2	1.4	1.3	1.5	1.4	0.3	2.7	4.9	0.3	18.7
Seston inorganico (mg/l)	0.7	25.1	3.1	0.3	0.6	0.1	0.1	1.0	0.4	0.3	0.2	0.0	2.6	6.8	0.0	25.1

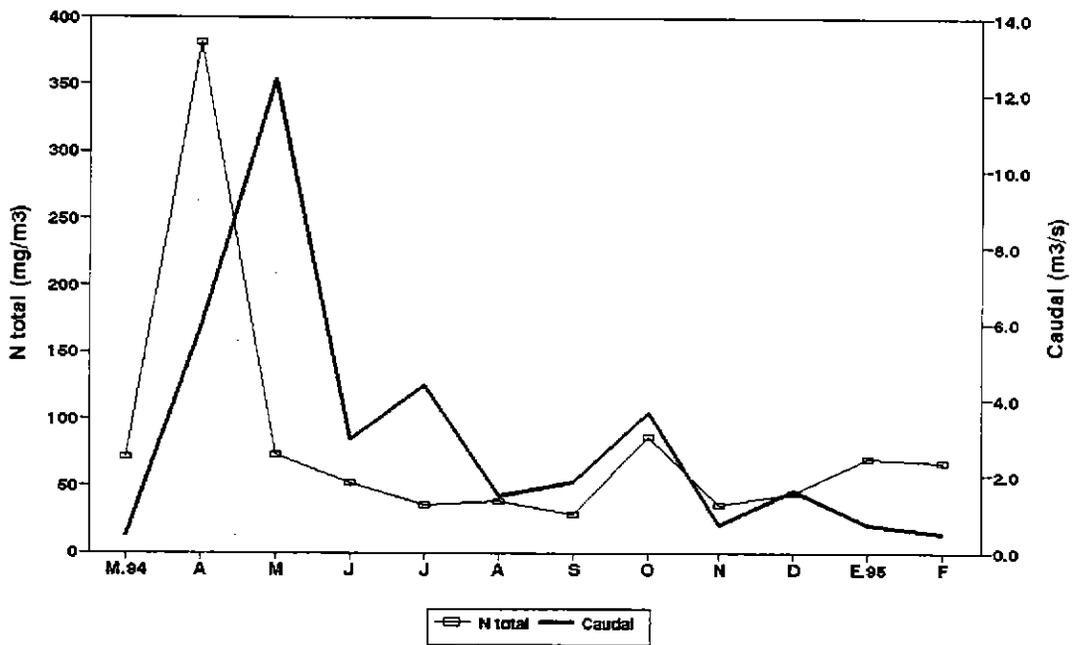
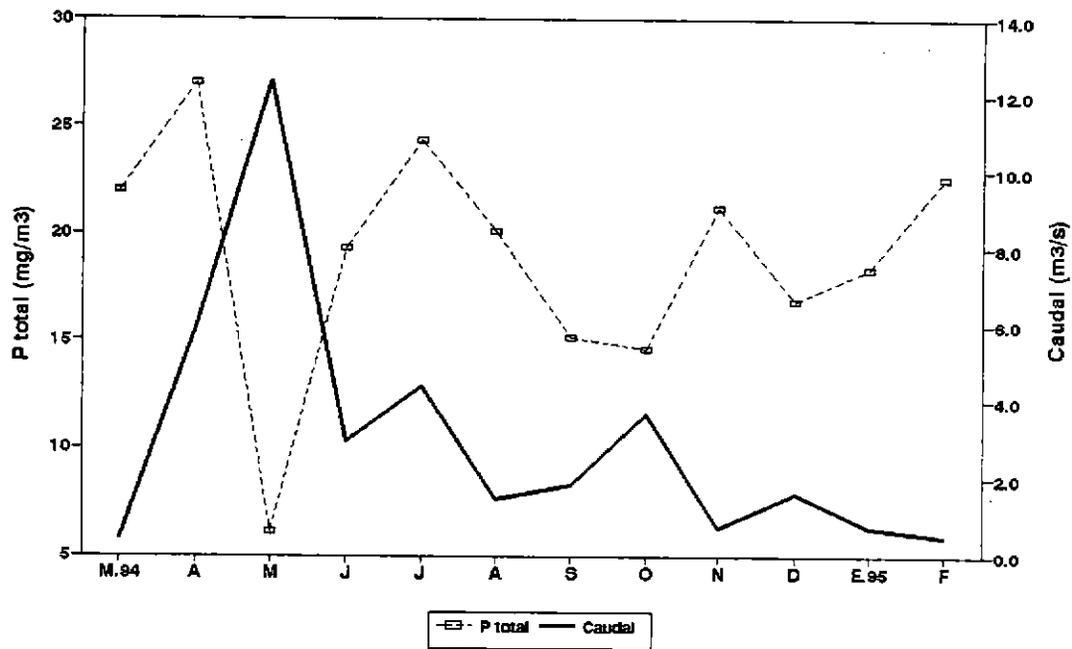


Figura 23: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Coihueco.

* **Río Santa Cruz (N° 11)**(Tabla 31; Fig.24).

Morfometría. Está ubicado en el sector de la cordillera. Tiene una subcuena de 1.8 km² cubierta en un 100% de bosque nativo. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumentó sólo 2.2 veces de su mínimo. El caudal mínimo de verano aumenta 123 veces al máximo de otoño.

Físico. Las temperaturas son bajas con mínima (8.1°C) en invierno y altas (12.5°) en verano. Color muy variable y con valores extraordinariamente altos en Abril (475). Turbidez baja con excepción del mes de abril.

Químico. El pH sigue manteniéndose cercano a la neutralidad. La Conductividad continúa siendo baja. Nitrato con concentraciones bajas con excepción de abril. Nitrito con muy bajas concentraciones. Amonio con concentraciones variables y máximo en junio. Nitrógeno con valores en general altos y extaordinario en el mes de abril (174.4 ug/l). Nitrógeno total bajo con excepción de abril. Fósforo soluble con valores relativamente altos. Fósforo total con valores altos especialmente en abril (112.8 ug/l). Seston bajo con excepción de abril, constituido principalmente de materia orgánica.

Este afluente se muestreo durante todo el período de duración del estudio.

Tabla 31: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO SANTA CRUZ.

RIO SANTA CRUZ

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB	Promedio	D.E.	Minim	Maximo
Caudal (m3/s)	0.119	0.925	1.246	0.558	0.935	0.518	0.505	0.536	0.231	0.270	0.275	0.123	0.5	0.3	0.1	1.2
Ancho (m)	1.5	3.3	1.5	2.2	2.4	1.8	3.0	2.8	2.0	1.5	2.0	2.0	2.2	0.6	1.5	3.3
Temperatura (°C)	11.5	10.3	10.3	9.8	8.1	8.3	10.2	9.3	12.3	11.7	12.5	12.5	10.6	1.5	8.1	12.5
Color (unid. Pt/Co)	20.0	475.0	475.0	17.5	52.5	20.0	14.0	29.0	5.0	2.5	20.0	20.0	95.9	170.0	2.5	475.0
Turbidez (mg/l)	2.5	24.0	22.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	6.0	7.7	2.5	24.0
pH	7.3	7.0	6.3	6.6	7.0	6.5	6.5	7.3	7.1	7.3	7.2	6.3	6.9	0.4	6.3	7.3
Conductividad (uS)	57.5	40.0	55.3	68.1	57.5	57.5	65.1	51.8	57.5	54.2	68.0	61.2	57.8	7.3	40.0	68.1
NO3 - N (ug/l)	163.6	929.7	128.4	149.2	66.2	91.4	98.4	97.3	17.5	81.0	91.9	111.6	168.8	232.3	17.5	929.7
NO3 (ug/l)	724.7	4118.5	568.8	661.1	293.1	408.5	435.8	431.0	77.6	358.7	407.1	494.4	748.3	1028.8	77.6	4118.5
NO2 - N (ug/l)	0.8	1.7	1.1	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.4	0.6	0.4	0.2	1.7
NO2 (ug/l)	2.5	5.6	3.7	0.9	0.7	1.2	1.6	1.7	1.6	0.7	1.6	1.4	1.9	1.4	0.7	5.6
NH3 - N (ug/l)	3.7	2.3	26.4	11.9	5.1	6.1	7.6	10.5	4.7	0.0	7.0	5.9	7.6	6.5	0.0	26.4
NH4 (ug/l)	4.8	2.9	34.1	15.3	6.6	7.8	9.8	13.5	6.1	0.0	9.1	7.6	9.8	8.4	0.0	34.1
N organico (ug/l)	81.2	174.4	58.7	38.3	19.2	26.3	13.3	248.4	26.2	17.7	20.1	67.0	65.9	69.9	13.3	248.4
N total (ug/l)	213.6	1102.8	154.1	172.5	79.0	110.3	102.3	332.7	38.1	98.9	103.5	171.5	223.3	275.1	38.1	1102.8
P total (ug/l)	50.7	112.8	98.6	33.0	30.6	30.9	33.5	35.9	37.9	31.4	29.4	30.9	46.3	27.3	29.4	112.8
PO4 - P (ug/l)	18.0	7.7	7.2	14.2	12.6	27.2	28.3	21.8	20.0	15.0	29.7	31.5	19.4	8.1	7.2	31.5
Seston total (mg/l)	5.4	90.2	88.1	1.0	4.5	0.4	2.1	7.8	3.3	5.2	2.9	10.9	18.5	31.7	0.4	90.2
Seston organico (mg/l)	3.3	43.1	37.6	0.8	2.8	0.3	2.1	3.9	2.8	2.7	2.6	3.9	8.8	14.2	0.3	43.1
Seston inorganico (mg/l)	2.1	47.2	50.5	0.2	1.7	0.1	0.0	4.0	0.5	2.5	0.3	7.0	9.7	17.6	0.0	50.5

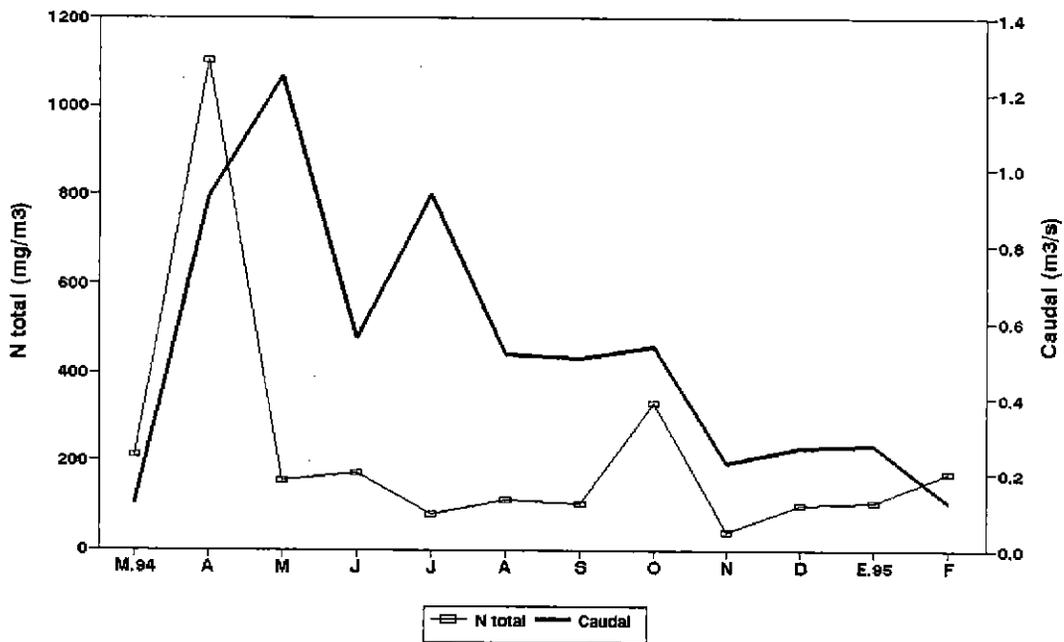
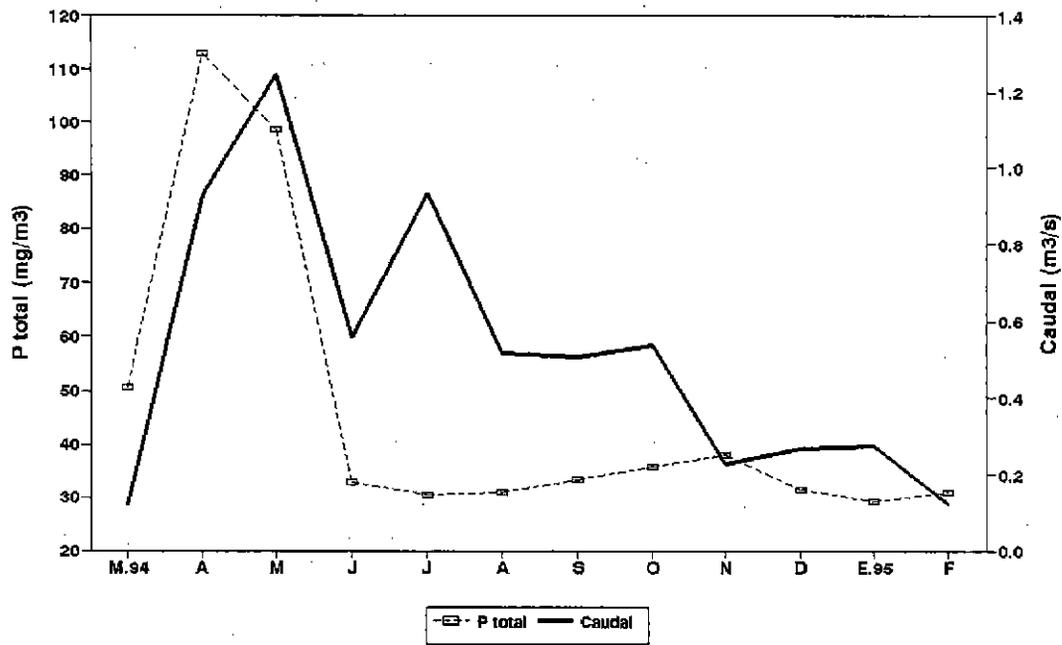


Figura 24: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Santa Cruz.

* **Río El Judío (N° 12)**(Tabla 32; Fig.25).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 11.7 km² la cual está cubierta en un 84.6% de bosque nativo. Su longitud es de 7 km. Su ancho aumenta desde su mínimo sólo en un poco más de dos veces. El caudal aumenta en nueve veces de su mínimo a finales de verano, a su máximo a principios de la primavera.

Físico. La temperatura fue baja con un mínimo de invierno (6.5°C) y su máximo en primavera (11.1°C). Su color es bajo con la excepción de los valores presentados en el mes de abril. Turbidez mantiene valores bajos.

Químico. El pH no presentó mayor variación manteniéndose siempre con valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad con valores bajos. Nitrato con bajas concentraciones con excepción del mes de abril. Nitrito con mínimas concentraciones. Amonio con concentraciones variables generalmente bajas con excepción de abril (47.0 ug/l). Nitrógeno orgánico con concentraciones altas. Nitrógeno total con concentraciones bajas. Fósforo soluble relativamente alto en relación al fósforo total que fue bajo. Seston total en baja concentración.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 32: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO EL JUDIO.

RIO EL JUDIO	MAR.94 ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE.9 FEB												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.992	2.591	7.611	5.572	5.733	2.251	4.078	9.226	2.162	2.276	1.640	1.544	3.8	2.5	1.0	9.2
Ancho (m)	5.0	7.0	8.0	12.0	8.0	6.4	8.0	10.0	7.0	8.0	7.0	6.0	7.7	1.8	5.0	12.0
Temperatura (°C)	10.2	9.7	8.8	8.4	7.0	6.5	8.6	7.5	11.1	10.0	11.0	10.5	9.1	1.5	6.5	11.1
Color (unid.Pt/Co)	2.0	95.0	29.0	5.0	5.0	5.0	5.0	29.0	5.0	5.0	14.0	5.0	17.0	25.2	2.0	95.0
Turbidez (mg/l)	0.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	0.8	0.0	4.0
pH	7.0	7.0	6.2	6.5	6.8	6.4	6.3	7.4	6.7	7.1	6.8	5.9	6.7	0.4	5.9	7.4
Conductividad (mg/l)	34.3	27.9	33.8	42.6	36.5	34.5	39.5	43.7	34.3	37.6	37.0	37.4	36.6	4.0	27.9	43.7
NO3 - N (ug/l)	32.2	253.4	77.1	22.0	31.5	13.6	14.2	13.1	9.9	10.9	3.3	8.8	40.8	66.8	3.3	253.4
NO3 (ug/l)	142.6	1122.6	341.6	97.4	139.4	60.7	63.0	56.2	43.7	46.5	14.5	38.8	180.9	295.9	14.5	1122.6
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.8	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.0	0.8
NO2 (ug/l)	1.5	2.6	0.0	0.7	0.6	1.1	1.2	1.3	0.9	1.5	0.9	1.3	1.1	0.6	0.0	2.6
NH3 - N (ug/l)	0.0	36.4	2.3	9.0	5.1	5.1	0.0	10.5	6.1	0.0	7.0	4.7	7.2	9.4	0.0	36.4
NH4 (ug/l)	0.0	47.0	2.9	11.6	6.6	6.6	0.0	13.5	7.9	0.0	9.1	6.1	9.3	12.2	0.0	47.0
N organico (ug/l)	22.7	46.3	8.9	40.6	23.9	23.9	8.1	26.2	13.3	22.6	57.2	15.2	25.7	14.5	8.1	57.2
N total (ug/l)	55.4	253.5	83.1	51.3	49.0	31.3	22.7	26.2	15.5	34.0	51.7	18.2	57.7	61.9	15.5	253.5
P total (ug/l)	23.0	5.9	10.1	23.5	25.1	22.8	19.5	21.5	25.3	22.9	23.0	25.9	20.7	6.0	5.9	25.9
PO4 - P (ug/l)	12.1	3.6	5.5	8.9	6.7	19.4	15.8	10.2	6.6	16.7	21.3	22.5	12.4	6.2	3.6	22.5
Seston total (mg/l)	3.1	18.5	6.1	0.8	2.5	0.9	1.4	5.9	2.3	1.7	1.5	0.1	3.7	4.8	0.1	18.5
Seston organico (mg/l)	1.5	8.8	2.0	0.5	1.4	0.5	1.2	2.2	1.1	1.5	1.2	0.1	1.8	2.2	0.1	8.8
Seston inorganico (mg/l)	1.6	9.7	4.1	0.3	1.1	0.5	0.2	3.7	1.2	0.1	0.3	0.0	1.9	2.7	0.0	9.7

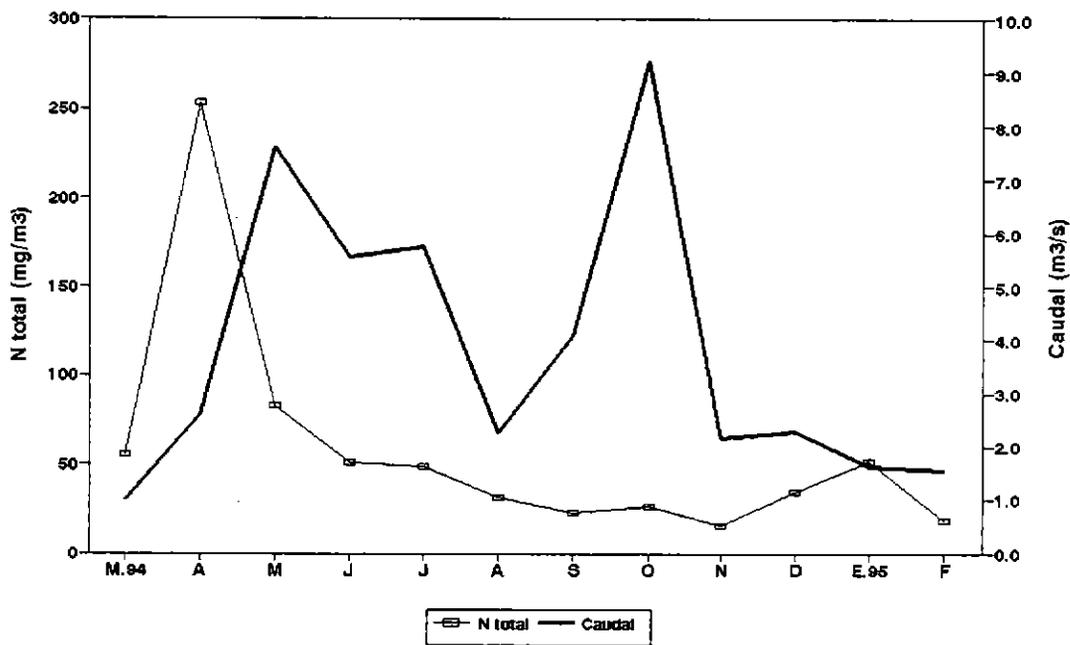
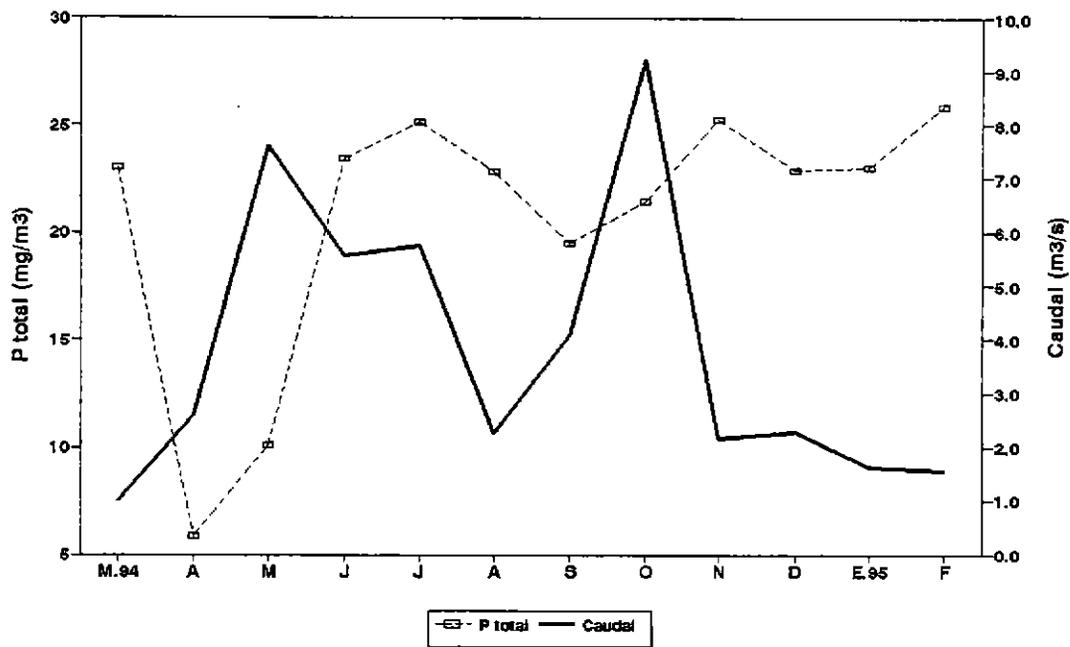


Figura 25: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río El Judío.

* **Río N°13 (Sin nombre en carta)**(Tabla 33; Fig.26).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 1.7 km² la cual está cubierta en un 100% de bosque nativo. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumenta tres veces de su mínimo. El caudal aumenta 18 veces desde su mínimo en verano hasta su máximo en otoño.

Físico. La temperatura fue baja presentando un mínimo en invierno (5.5°C) y un máximo en verano (14.2°C). Los valores de Color fueron altos con un máximo en Abril. La Turbidez fue baja.

Químico. El pH fue cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos a excepción del mes de abril. Nitrato y Nitrito con concentraciones bajas con excepción del mes de abril. Amonio con concentraciones irregulares de mínimo a altas especialmente en abril. Nitrógeno orgánico relativamente alto. Nitrógeno total bajo con un máximo en abril. Las concentraciones de Fósforo soluble y Fósforo total se presentaron relativamente altas. El Seston fue bajo.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 33: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO SIN NOMBRE (13).

RIO SIN NOMBRE (13)	RIO SIN NOMBRE (13)												Promedio	D.E.	Minim	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.9	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.409	0.757	1.631	0.529	0.713	0.394	0.578	0.981	0.237	0.494	0.161	0.085	0.6	0.4	0.1	1.6
Ancho (m)	1.1	3.0	2.5	2.0	1.8	1.8	2.4	3.0	2.4	1.0	2.3	2.0	2.1	0.6	1.0	3.0
Temperatura (°C)	12.7	10.2	9.2	8.5	5.5	5.6	8.4	7.8	13.2	12.4	14.2	13.5	10.1	2.9	5.5	14.2
Color (unid. Pt-Co)	2.0	70.0	5.0	14.0	5.0	5.0	14.0	29.0	5.0	2.5	14.0	14.0	15.0	18.1	2.0	70.0
Turbidez (mg/l)	0.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	0.8	0.0	4.0
pH	7.1	7.1	6.1	6.4	6.8	6.4	6.3	7.5	7.0	7.1	7.2	6.1	6.8	0.5	6.1	7.5
Conductividad (uS)	46.4	139.4	36.7	46.5	43.1	40.3	45.3	36.8	44.2	39.8	49.8	50.4	51.6	26.8	36.7	139.4
NO3 - N (ug/l)	22.6	237.4	64.3	15.7	17.8	4.1	9.9	6.6	6.6	13.1	1.1	5.5	33.7	63.5	1.1	237.4
NO3 (ug/l)	100.1	1051.6	284.8	69.5	78.8	18.4	43.7	29.1	29.1	58.2	4.9	24.2	149.4	281.1	4.9	1051.6
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.5	0.3	0.2	0.0	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.5
NO2 (ug/l)	1.6	1.6	0.9	0.6	0.0	1.0	1.0	1.6	1.2	0.7	0.8	1.3	1.0	0.4	0.0	1.6
NH3 - N (ug/l)	0.0	13.6	5.1	13.8	4.1	2.2	4.7	9.0	7.6	4.7	3.6	0.0	5.7	4.4	0.0	13.8
NH4 (ug/l)	0.0	17.6	6.6	17.8	5.3	2.8	6.1	11.6	9.8	6.1	4.6	0.0	7.4	5.6	0.0	17.8
N organico (ug/l)	26.3	33.8	17.8	43.0	28.7	4.8	26.2	26.2	18.4	15.2	47.3	15.2	25.2	11.6	4.8	47.3
N total (ug/l)	49.4	254.0	75.8	41.1	41.2	6.4	30.2	21.6	15.6	22.5	44.0	21.1	51.9	63.5	6.4	254.0
P total (ug/l)	44.6	9.8	11.5	27.8	31.4	26.7	22.7	21.0	24.5	26.1	19.9	24.4	24.2	8.6	9.8	44.6
PO4 - P (ug/l)	14.5	4.8	6.9	10.7	10.3	22.0	18.8	12.6	6.4	18.3	18.9	24.7	14.1	6.2	4.8	24.7
Seston total (mg/l)	1.2	15.8	1.4	0.5	3.0	2.0	2.2	8.0	1.7	1.9	2.2	0.7	3.4	4.2	0.5	15.8
Seston organico (mg/l)	0.6	7.1	1.2	0.4	1.9	1.3	1.6	4.4	1.6	1.8	1.8	0.5	2.0	1.8	0.4	7.1
Seston inorganico (mg/l)	0.6	8.6	0.2	0.1	1.1	0.7	0.6	3.6	0.2	0.2	0.4	0.2	1.4	2.4	0.1	8.6

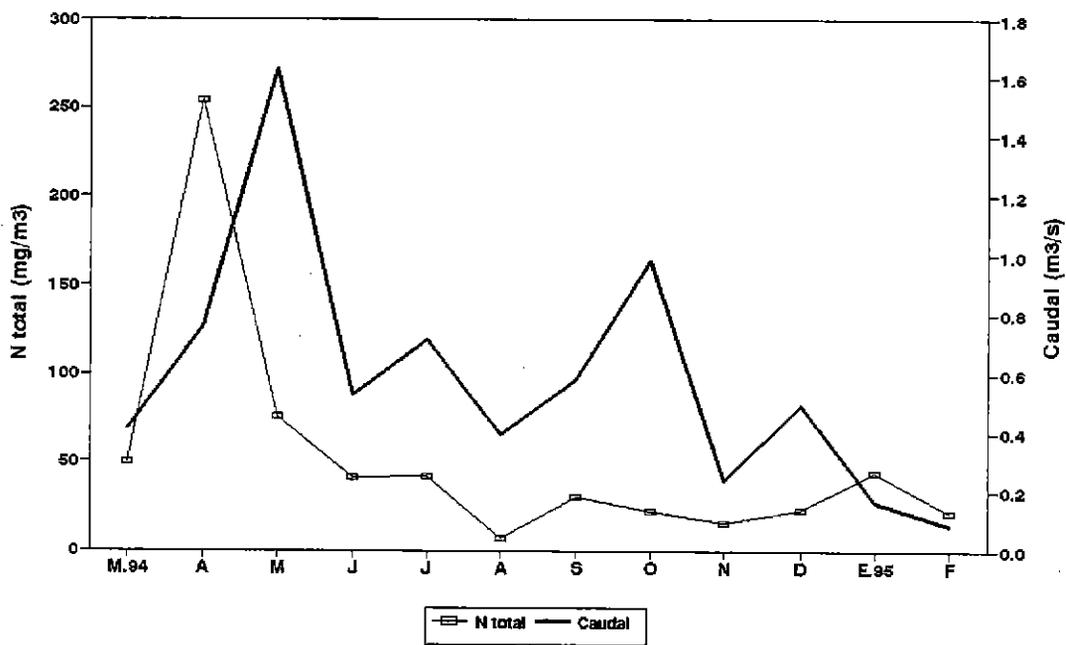
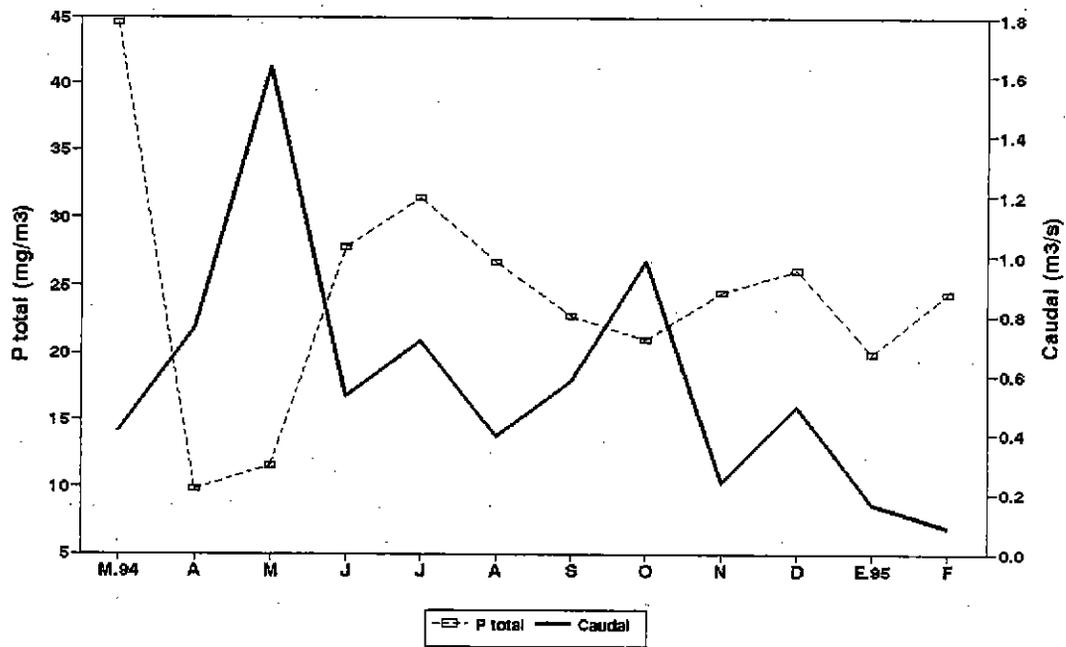


Figura 26: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río N° 13.

*** Río Los Baños (N° 14)(Tabla 34; Fig.27).**

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 5.1 km² la cual está cubierta en un 84.3% de bosque nativo. Tiene una longitud de 5 km. Su ancho aumentó más de dos veces desde su mínimo. El caudal aumentó 6 veces desde su mínimo a finales de verano.

Físico. La temperatura fué baja con un mínimo de invierno (6.0°C) y un máximo en verano (11.7°C). Los valores de Color fueron muy variables con un extraordinario máximo en el mes de abril. Turbidez muy baja.

Químico. pH cercano a la neutralidad. La Conductividad presentó valores bajos. Nitrato y Nitrito presentaron bajas concentraciones. Las concentraciones de Amonio fueron muy irregulares. Nitrógeno orgánico y Fósforo total con concentraciones altas. Nitrógeno total bajo con un máximo en Abril. Fósforo soluble relativamente alto. El Seston presentó concentraciones bajas.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 34: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO LOS BANOS.

RIO LOS BANOS

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minim.	Maximo
Caudal (m ³ /s)	0.772	1.350	5.043	1.621	1.492	2.020	1.614	2.093	1.231	1.360	1.416	0.761	1.7	1.0	0.8	5.0
Ancho (m)	6.5	7.0	7.0	7.0	6.5	3.4	8.1	6.6	5.0	6.0	6.2	5.5	6.2	1.1	3.4	8.1
Temperatura (°C)	10.5	9.4	8.8	7.9	6.4	6.0	8.3	7.4	11.3	10.6	11.7	10.8	9.1	1.8	6.0	11.7
Color (unid. Pt-Co)	2.0	167.5	5.0	5.0	14.0	5.0	5.0	17.5	0.0	5.0	14.0	7.0	20.6	42.8	0.0	167.5
Turbidez (mg/l)	0.0	7.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.6	1.4	0.0	7.0
pH	7.1	7.0	6.4	6.8	7.0	6.8	6.8	7.4	7.3	7.2	6.7	6.0	6.9	0.4	6.0	7.4
Conductividad (uS)	38.7	47.3	29.9	43.0	38.7	42.6	47.1	42.6	45.3	53.1	42.0	46.6	43.1	5.3	29.9	53.1
NO ₃ - N (ug/l)	19.5	285.4	57.9	17.8	4.1	5.2	16.4	3.3	85.3	8.8	2.2	5.5	42.6	74.1	2.2	285.4
NO ₃ (ug/l)	86.4	1264.5	256.4	78.8	18.2	23.1	72.7	14.6	377.7	38.8	9.7	24.2	188.8	328.4	9.7	1264.5
NO ₂ - N (ug/l)	0.6	0.7	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.7
NO ₂ (ug/l)	1.9	2.2	0.6	1.3	0.6	1.2	1.0	1.8	2.0	1.1	0.9	0.9	1.3	0.5	0.6	2.2
NH ₃ - N (ug/l)	0.0	17.9	2.3	17.7	9.0	2.2	6.1	7.6	4.7	0.0	0.0	4.7	6.0	5.7	0.0	17.9
NH ₄ (ug/l)	0.0	23.1	2.9	22.8	11.6	2.8	7.9	9.8	6.1	0.0	0.0	6.1	7.8	7.4	0.0	23.1
N orgánico (ug/l)	26.3	19.6	16.0	57.3	43.0	7.2	10.7	23.6	13.3	17.7	79.4	12.7	27.2	20.1	7.2	79.4
N total (ug/l)	46.4	282.6	71.2	52.7	35.8	9.9	19.5	17.6	93.0	26.7	81.9	12.4	62.5	68.7	9.9	282.6
P total (ug/l)	43.0	48.2	14.7	34.9	36.7	35.0	30.5	29.8	37.2	36.7	39.4	39.7	35.5	7.6	14.7	48.2
PO ₄ - P (ug/l)	26.6	6.3	9.3	15.1	14.1	27.2	30.7	22.0	19.8	20.9	41.7	44.5	23.2	10.8	6.3	44.5
Seston total (mg/l)	2.3	12.1	2.3	1.2	2.1	1.1	1.4	3.3	1.3	1.5	1.2	6.4	3.0	3.0	1.1	12.1
Seston organico (mg/l)	1.2	3.1	1.1	0.4	0.9	0.7	1.3	1.8	1.3	1.4	1.1	1.3	1.3	0.6	0.4	3.1
Seston inorganico (mg/l)	1.1	9.0	1.1	0.9	1.2	0.5	0.1	1.6	0.0	0.2	0.1	5.1	1.7	2.5	0.0	9.0

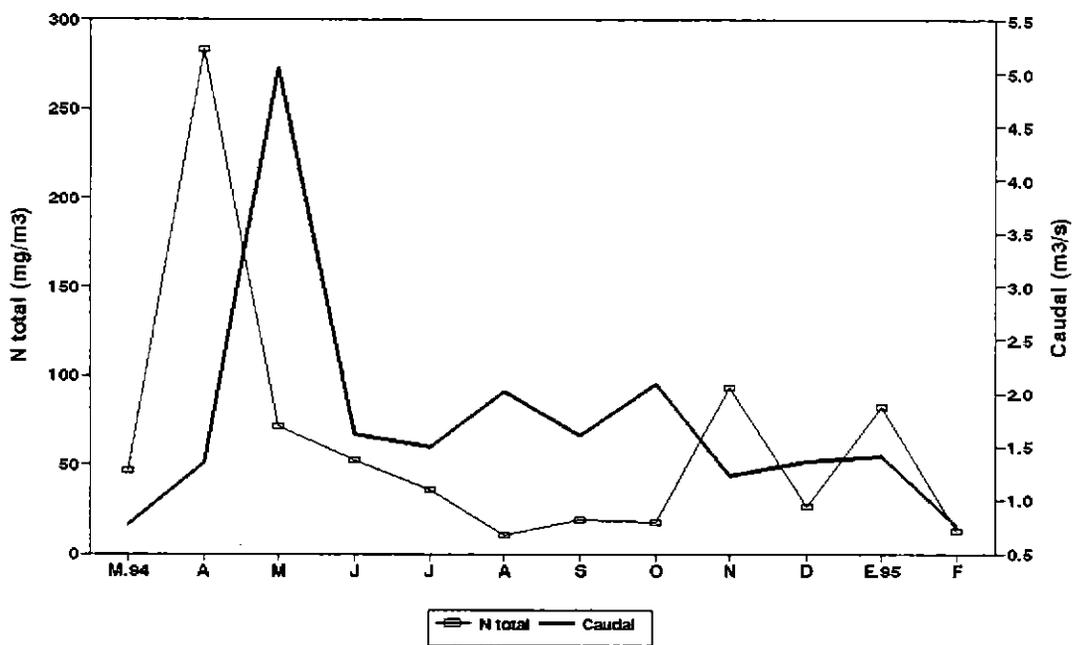
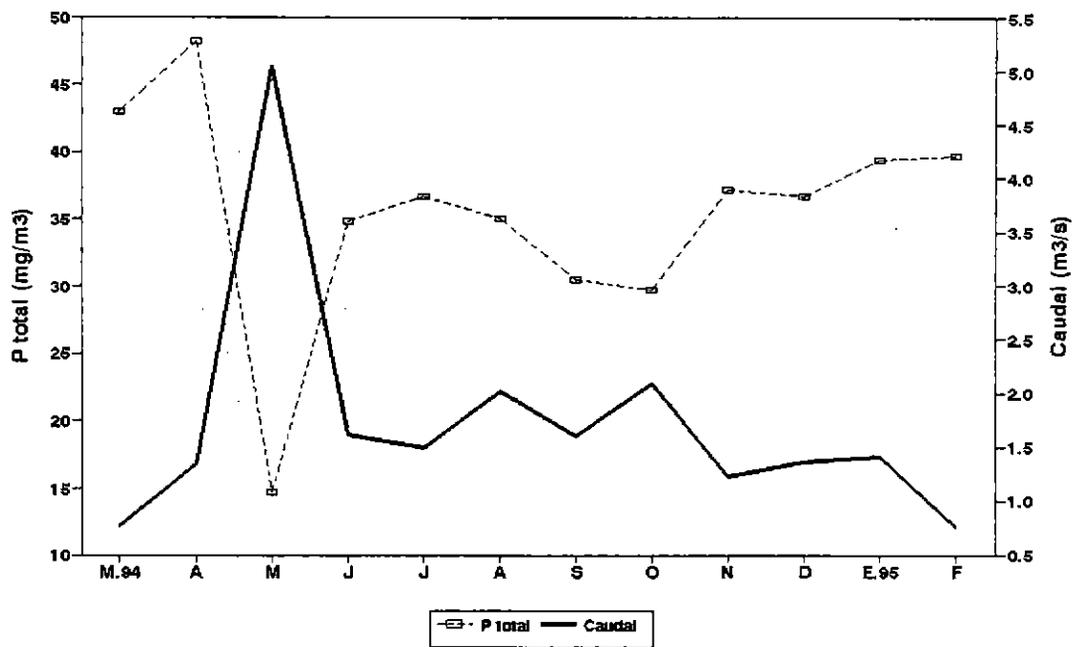


Figura 27: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Los Baños.

*** Río (Arroyo) Saltillo (N° 15)**(Tabla 35; Fig.28).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 0.7 km² cubierta en un 84.3% de bosque nativo. Su longitud es de 1 km. Su ancho aumentó en 7.5 veces desde su mínimo. El caudal no fue posible medirlo por las condiciones del terreno.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo en invierno (6.4°) y un máximo en verano (13.8°). El Color se presentó muy variable con un máximo extraordinario en el mes de abril. La Turbidez fué baja.

Químico. El pH se mantuvo cercano a la neutralidad. La Conductividad fué baja. Nitrato y Nitrito con bajas concentraciones pero con la excepción del mes de abril. Amonio con concentraciones muy variable desde un mínimo cero a un máximo en abril. Nitrógeno orgánico con concentraciones relativamente altas. Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Seston con concentraciones bajas.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 35: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO (ARROYO) SALTILLO.

RIO (ARROYO) SALTILLO	RIO (ARROYO) SALTILLO												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo			
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB							
Caudal (m3/s)																			
Ancho (m)		0.7	1.5	1.5					0.3	0.2	0.2	0.2				0.7	0.6	0.2	1.5
Temperatura (°C)	12.8	9.4	10.5	9.5	8.5	6.4	9.8	8.4	12.9	12.5	13.8	13.1				10.6	2.2	6.4	13.8
Color (unid. Pt-Co)	14.0	100.0	20.0	5.0	7.0	7.0	5.0	20.0	7.0	7.0	0.0	5.0				16.4	25.9	0.0	100.0
Turbidez (mg/l)	2.5	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2	2.5				2.6	0.4	2.0	4.0
pH	7.10	6.95	6.05	6.75	6.85	6.61	6.90	7.46	7.25	6.96	6.76	6.13				6.8	0.4	6.1	7.5
Conductividad (uS)	42.0	26.7	35.5	46.4	49.8	41.4	48.2	47.2	47.5	52.0	47.0	51.4				44.6	7.0	26.7	52.0
NO3 - N (ug/l)	35.4	208.5	61.1	63.0	50.4	51.4	47.0	23.0	47.0	35.0	23.0	31.7				56.4	47.6	23.0	208.5
NO3 (ug/l)	156.8	923.8	270.6	279.1	223.2	229.9	208.3	101.8	208.3	155.1	101.8	140.6				249.9	210.8	101.8	923.8
NO2 - N (ug/l)	0.4	1.1	0.0	0.3	0.2	0.8	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5				0.5	0.3	0.0	1.1
NO2 (ug/l)	1.4	3.8	0.0	0.9	0.7	2.5	1.3	1.7	1.2	1.6	2.3	1.8				1.6	0.9	0.0	3.8
NH3 - N (ug/l)	5.1	22.2	2.3	3.2	6.1	5.1	6.1	4.7	9.0	3.6	4.7	0.0				6.0	5.3	0.0	22.2
NH4 (ug/l)	6.6	28.6	2.9	4.1	7.8	6.6	7.9	6.1	11.6	4.6	6.1	0.0				7.7	6.9	0.0	28.6
N organico (ug/l)	48.3	10.7	8.9	16.8	21.5	23.9	10.7	33.9	18.4	27.5	44.8	32.5				24.8	12.5	8.9	48.3
N total (ug/l)	77.5	191.7	67.1	76.0	64.3	69.6	50.2	51.3	54.2	58.4	62.4	64.8				74.0	36.5	50.2	191.7
P total (ug/l)	15.8	9.6	4.7	13.4	14.7	12.9	12.0	11.8	14.7	10.0	8.1	9.2				11.4	3.1	4.7	15.8
PO4 - P (ug/l)	2.4	1.2	1.4	1.8	2.1	6.6	2.3	0.7	3.1	4.2	2.6	2.2				2.6	1.5	0.7	6.6
Seston total (mg/l)	1.71	25.35	5.70	1.51	2.42	0.33	2.11	2.68	1.26	1.74	2.65	1.20				4.1	6.5	0.3	25.4
Seston organico (mg/l)	0.95	5.73	1.56	0.38	1.03	0.21	1.52	1.51	1.45	1.64	1.75	0.79				1.5	1.4	0.2	5.7
Seston inorganico (mg/l)	0.76	19.62	4.14	1.13	1.39	0.12	0.59	1.17	0.00	0.10	0.90	0.41				2.5	5.3	0.0	19.6

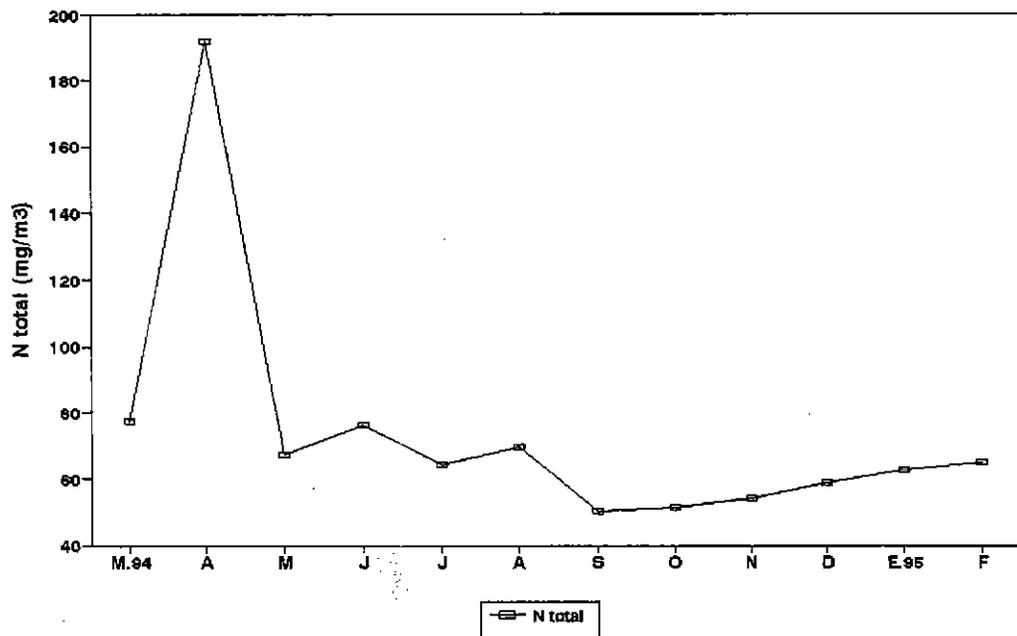
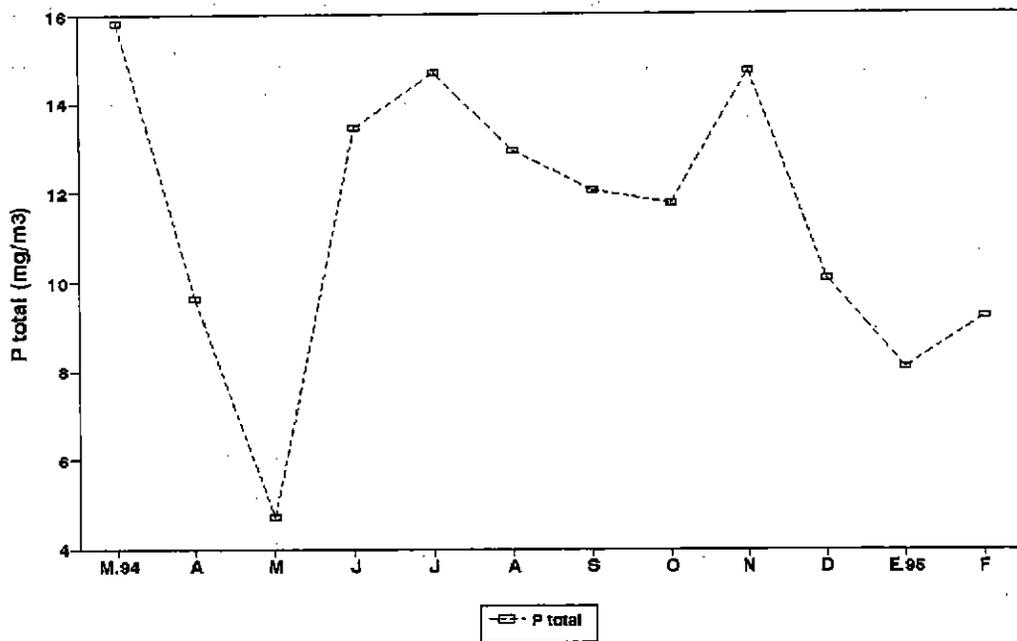


Figura 28: Representación gráfica del Fósforo total y Nitrógeno total del afluente del Lago Rupancho, Río (Arroyo) Saltillo.

* **Río N°16 (Sin nombre en la carta)**(Tabla 36; Fig.29).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 1.2 km² la cual está cubierta en un 92% de bosque nativo. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumentó 3.5 veces desde su mínimo. El caudal presentó un aumento de 31 veces desde su mínimo.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo en invierno (6.8°) a un máximo de verano (13.4°). Los valores de Color fueron bajos a excepción del mes de abril. La Turbidez mantiene valores bajos.

Químico. El pH mantiene valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad es baja. Las concentraciones de Nitrato son bajas con excepción de la del mes de abril. Nitrito, Amonio, Nitrógeno total, Nitrógeno orgánico, Fósforo soluble y Fósforo total presentaron bajas concentraciones. Seston también con concentraciones bajas.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 36: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO SIN NOMBRE (16).

RIO SIN NOMBRE (16)	MAR.94												Promedio	D.E.	Minim	Maxim
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.082	0.538	0.496	0.160	0.385	0.116	0.127	0.190	0.057	0.076	0.025	0.016	0.2	0.2	0.0	0.5
Ancho (m)	0.7	3.0	5.0	1.5	4.0	1.6	1.5	1.6	0.8	1.1	1.4	1.5	2.0	1.3	0.7	5.0
Temperatura (°C)	13.4	9.8	10.8	9.4	8.0	6.8	9.6	9.2	12.1	12.3	12.8	13.3	10.6	2.1	6.8	13.4
Color (unid. Pt-Co)	14.0	112.5	29.0	7.0	7.0	5.0	7.0	17.5	7.0	5.0	7.0	5.0	18.6	29.1	5.0	112.5
Turbidez (mg/l)	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.7	0.7	2.0	5.0
pH	7.2	7.0	6.6	6.6	6.8	6.6	6.7	7.5	7.2	6.7	6.7	6.2	6.8	0.3	6.2	7.5
Conductividad (uS)	47.5	26.7	33.8	51.7	49.8	44.9	54.6	35.7	52.0	53.1	52.5	52.0	46.2	8.7	26.7	54.6
NO ₃ - N (ug/l)	25.8	214.9	125.2	81.9	57.7	46.2	57.9	32.8	65.6	48.1	23.0	23.0	66.9	52.6	23.0	214.9
NO ₃ (ug/l)	114.3	952.2	554.6	362.9	255.8	206.4	256.7	145.3	290.6	213.3	101.8	101.8	286.3	232.9	101.8	952.2
NO ₂ - N (ug/l)	0.6	0.7	0.0	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0	0.7
NO ₂ (ug/l)	1.9	2.4	0.0	0.9	0.7	1.1	1.4	1.4	1.0	1.7	1.4	1.4	1.3	0.6	0.0	2.4
NH ₃ - N (ug/l)	0.0	19.4	0.0	5.1	4.1	5.1	0.0	4.7	7.6	0.0	5.9	3.6	4.6	5.1	0.0	19.4
NH ₄ (ug/l)	0.0	25.0	0.0	6.6	5.3	6.6	0.0	6.1	9.8	0.0	7.6	4.6	6.0	6.6	0.0	25.0
N organico (ug/l)	44.6	10.7	7.1	16.8	23.9	21.5	41.7	23.6	15.8	20.1	27.5	12.7	22.2	11.0	7.1	44.6
N total (ug/l)	71.0	201.4	132.3	92.4	76.6	61.5	100.1	50.7	71.9	68.8	43.4	31.5	83.5	43.8	31.5	201.4
P total (ug/l)	9.3	15.8	5.0	17.5	18.3	14.1	13.0	12.6	14.4	10.2	8.9	9.2	12.4	3.8	5.0	18.3
PO ₄ - P (ug/l)	2.2	1.1	2.1	2.8	3.3	8.4	5.6	2.1	2.1	5.8	2.8	4.0	3.5	2.0	1.1	8.4
Seston total (mg/l)	1.1	28.9	3.8	0.9	2.9	1.1	1.4	3.7	1.7	1.7	2.3	0.1	4.1	7.5	0.1	28.9
Seston organico (mg/l)	0.5	6.6	1.2	0.2	1.8	0.7	1.2	1.7	1.4	1.7	1.4	0.1	1.5	1.6	0.1	6.6
Seston inorganico (mg/l)	0.7	22.3	2.5	0.8	1.2	0.4	0.1	2.0	0.2	0.0	1.0	0.0	2.6	6.0	0.0	22.3

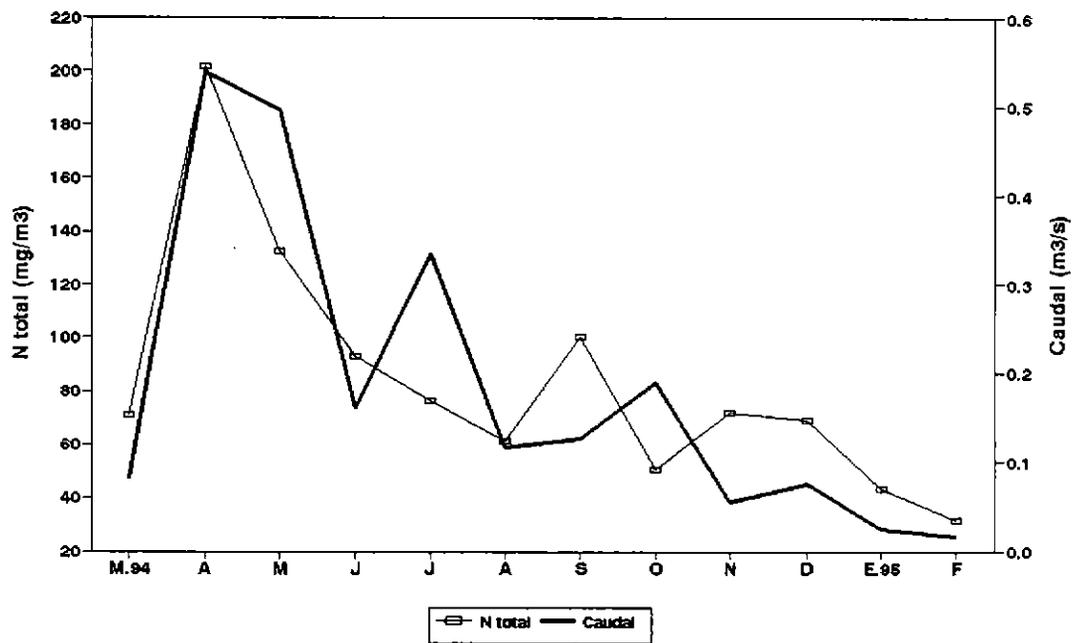
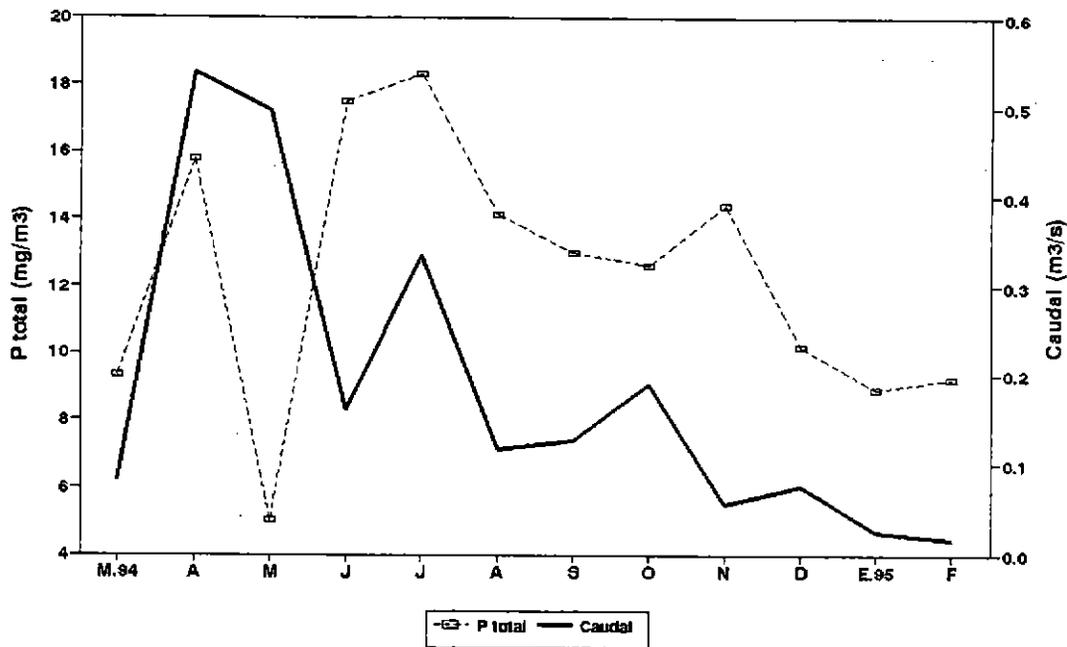


Figura 29: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río N° 16.

*** Río N°17 (Sin nombre en la carta)(Tabla 37; Fig.30).**

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 8 km² cubierta en un 73.8% de bosque nativo. Su longitud es de 5 km. Su ancho aumenta más de dos veces de su tamaño mínimo. El caudal mínimo aumentó 19 veces hasta alcanzar su máximo en el mes de mayo.

Físico. La temperatura fue baja, con un mínimo en invierno (5.8°C) hasta su máximo en verano (13.4°C). El Color fue irregular con un extraordinario valor en abril. La Turbidez es baja.

Químico. pH cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Nitrato con bajas concentraciones con excepción del mes de abril. Nitrito y Nitrógeno total con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones irregulares hasta un máximo en abril. Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones altas. Seston con bajas concentraciones.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 37: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO SIN NOMBRE (17).

RIO SIN NOMBRE (17)	Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO SIN NOMBRE (17)												Promedio	D.E	Minim	Maxim
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.155	3.234	3.911	0.806	1.828	1.137	1.128	1.187	0.469	0.666	0.503	0.519	1.3	1.1	0.2	3.9
Ancho (m)	3.0	7.0	7.0	5.0	4.5	4.5	8.4	7.0	7.2	5.7	4.0	4.5	5.7	1.6	3.0	8.4
Temperatura (°C)	11.8	9.2	9.8	8.3	6.3	5.8	8.8	8.9	12.9	12.0	13.4	12.6	10.0	2.4	5.8	13.4
Color (unid. Pt-Co)	2.0	135.0	45.0	7.0	7.0	5.0	7.0	7.0	2.5	5.0	14.0	2.5	19.9	36.5	2.0	135.0
Turbidez (mg/l)	0.0	5.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.0	0.0	5.0
pH	7.2	7.0	5.8	6.6	6.6	6.6	6.7	7.5	7.3	6.6	6.7	6.3	6.7	0.5	5.8	7.5
Conductividad (uS)	37.6	24.2	28.2	40.3	36.5	40.3	45.3	29.9	42.0	73.0	48.1	43.3	40.7	11.9	24.2	73.0
NO3 - N (ug/l)	29.0	214.9	70.7	16.7	10.4	5.2	6.6	2.2	3.3	1.1	0.0	18.6	31.6	58.4	0.0	214.9
NO3 (ug/l)	128.5	952.2	313.2	74.1	46.2	23.1	29.1	9.8	14.6	4.9	0.0	82.4	139.8	258.6	0.0	952.2
NO2 - N (ug/l)	0.3	0.7	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.7
NO2 (ug/l)	1.1	2.2	0.8	0.9	0.6	0.7	0.9	1.2	1.0	1.4	0.0	0.7	1.0	0.5	0.0	2.2
NH3 - N (ug/l)	0.0	15.1	10.8	10.9	5.1	2.2	0.0	4.7	6.1	0.0	5.9	3.6	5.4	4.6	0.0	15.1
NH4 (ug/l)	0.0	19.5	13.9	14.0	6.6	2.8	0.0	6.1	7.9	0.0	7.6	4.6	6.9	6.0	0.0	19.5
N organico (ug/l)	19.0	8.9	19.6	45.4	16.8	9.6	21.0	54.6	10.7	22.6	10.3	12.7	20.9	13.9	8.9	54.6
N total (ug/l)	48.3	205.1	76.6	48.4	20.8	12.2	27.9	51.1	6.4	24.1	2.7	26.9	45.9	52.2	2.7	205.1
P total (ug/l)	34.7	18.4	12.6	31.4	31.6	26.7	26.8	24.1	37.1	17.5	31.8	30.7	26.9	7.2	12.6	37.1
PO4 - P (ug/l)	18.9	3.2	5.1	11.4	10.5	21.2	24.3	17.0	16.4	7.8	34.1	33.1	16.9	9.6	3.2	34.1
Seston total (mg/l)	1.7	34.8	6.9	1.9	6.9	11.1	1.6	4.0	1.6	2.0	1.1	0.9	6.2	9.1	0.9	34.8
Seston organico (mg/l)	0.9	6.5	1.8	1.3	2.1	3.2	1.5	2.0	1.3	1.7	1.0	0.9	2.0	1.5	0.9	6.5
Seston inorganico (mg/l)	0.8	28.3	5.2	0.6	4.8	7.9	0.1	2.0	0.3	0.3	0.2	0.0	4.2	7.7	0.0	28.3

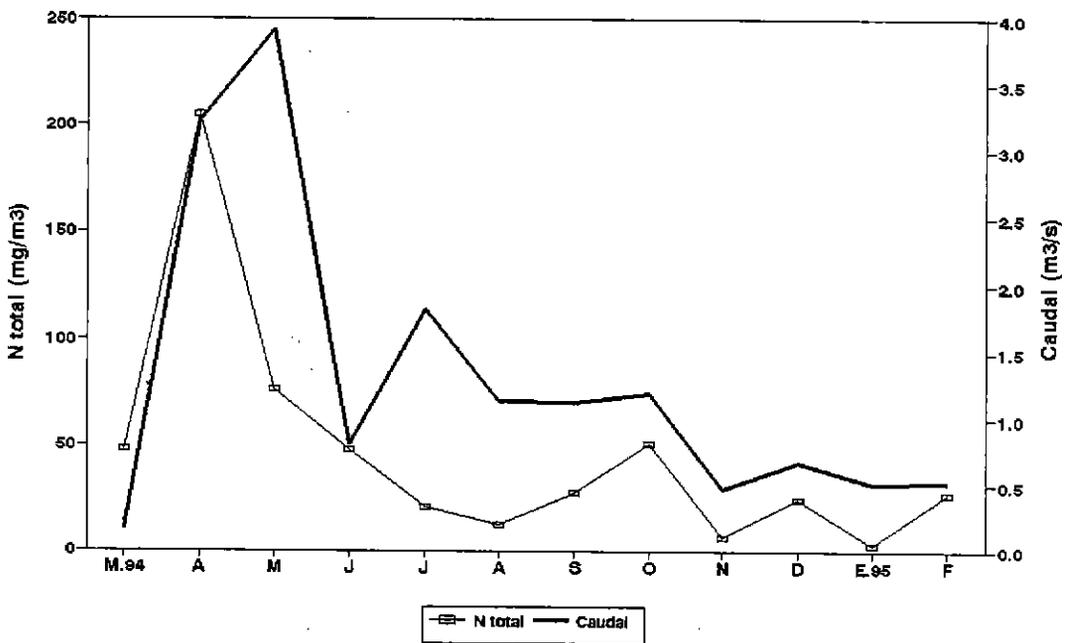
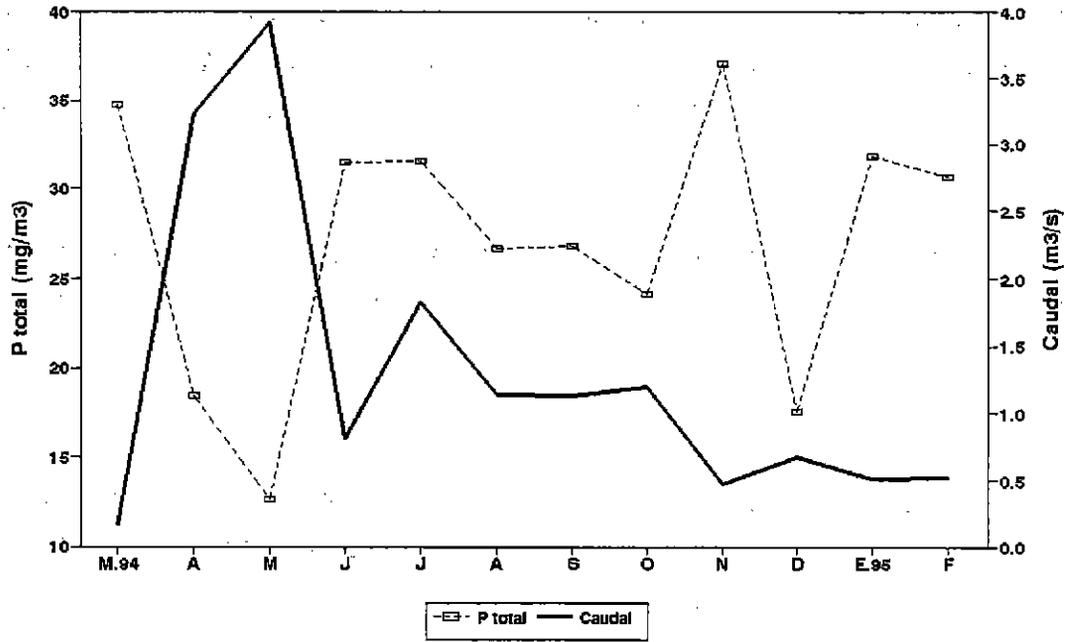


Figura 30: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río N° 17.

* **Río Gaviotas (N° 20)**(Tabla 38; Fig.31).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 166.9 km² la cual está cubierta en un 58.7% de bosque nativo y 38.4% de lava. Su longitud es de 19 km. Su ancho aumentó más de dos veces su mínimo. El caudal aumentó 13.2 % de su mínimo de verano.

Físico. La temperatura fue baja con un mínimo en invierno (6.0°C) y un máximo a finales del verano (12.3°). El Color fué irregular con valores altos en los meses de abril y mayo. La Turbidez fué baja.

Químico. El pH se mantuvo cercano a la neutralidad. La Conductividad también se mantuvo baja. Nitrato con bajas concentraciones con un máximo en abril. Nitrito, Nitrógeno total, Amonio, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Nitrógeno orgánico con concentraciones relativamente altas. También el Seston mantuvo concentraciones bajas.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 38: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO GAVIOTAS.

RIO GAVIOTAS

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
Caudal (m ³ /s)	12.853	10.112	66.063	33.714	44.800	19.880	31.021	23.101	17.116	18.024	9.723	4.972	24.3	16.7	5.0	66.1
Ancho (m)	20.0	25.0	45.0	45.0	45.0	40.0	43.0	40.0	42.0	42.0	32.0	22.0	36.8	9.0	20.0	45.0
Temperatura (°C)	12.3	8.2	8.8	8.5	6.1	6.0	7.9	7.1	11.0	10.6	11.7	12.0	9.2	2.2	6.0	12.3
Color (unid.Pt-Co)	20.0	42.5	45.0	14.0	2.5	5.0	7.0	14.0	5.0	2.5	20.0	5.0	15.2	14.1	2.5	45.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.1	2.5	3.0
pH	6.9	6.8	6.0	6.6	7.0	6.5	6.9	7.4	6.8	7.0	6.4	6.6	6.7	0.3	6.0	7.4
Conductividad (uS)	29.9	33.3	24.8	47.8	39.8	38.0	39.1	40.3	38.7	43.1	45.9	47.6	39.0	6.7	24.8	47.8
NO ₃ - N (ug/l)	67.5	211.7	64.3	24.1	16.7	6.2	9.9	7.7	16.4	0.0	5.5	14.2	37.0	56.7	0.0	211.7
NO ₃ (ug/l)	299.0	938.0	284.8	106.7	74.1	27.8	43.7	34.0	72.7	0.0	24.2	63.0	164.0	251.4	0.0	938.0
NO ₂ - N (ug/l)	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.1	0.2	0.6
NO ₂ (ug/l)	2.0	1.2	0.8	0.8	0.8	0.8	1.4	1.6	1.3	1.6	1.3	1.1	1.2	0.4	0.8	2.0
NH ₃ - N (ug/l)	2.3	9.4	5.1	4.1	4.1	3.2	4.7	4.7	6.1	13.9	3.6	4.7	5.5	3.1	2.3	13.9
NH ₄ (ug/l)	2.9	12.1	6.6	5.3	5.3	4.1	6.1	6.1	7.9	18.0	4.6	6.1	7.1	3.9	2.9	18.0
N orgánico (ug/l)	26.3	8.9	19.6	16.8	12.0	9.6	18.4	13.3	13.3	32.5	34.9	15.2	18.4	8.2	8.9	34.9
N total (ug/l)	91.5	200.0	77.5	35.8	23.7	12.0	22.6	15.3	22.2	15.0	36.2	23.6	47.9	51.7	12.0	200.0
P total (ug/l)	13.3	2.2	7.7	13.6	15.0	13.3	10.9	12.0	12.3	8.8	8.6	11.4	10.8	3.3	2.2	15.0
PO ₄ - P (ug/l)	2.4	0.0	1.7	1.9	2.1	6.6	2.1	0.5	2.5	3.4	3.4	4.8	2.6	1.7	0.0	6.6
Seston total (mg/l)	2.2	7.8	14.9	0.8	1.9	8.0	1.6	1.3	1.4	1.6	1.8	0.3	3.6	4.2	0.3	14.9
Seston orgánico (mg/l)	1.3	2.7	3.4	0.6	0.8	1.9	1.4	0.8	1.3	1.6	1.6	0.2	1.4	0.9	0.2	3.4
Seston inorgánico (mg/l)	0.9	5.1	11.6	0.2	1.1	6.1	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	2.2	3.5	0.1	11.6

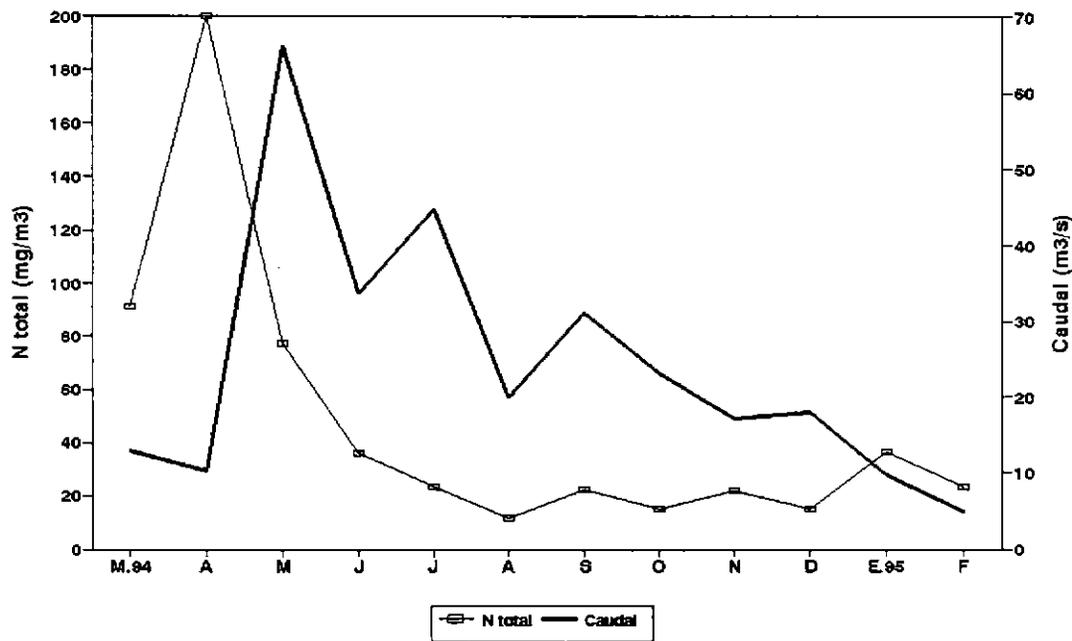
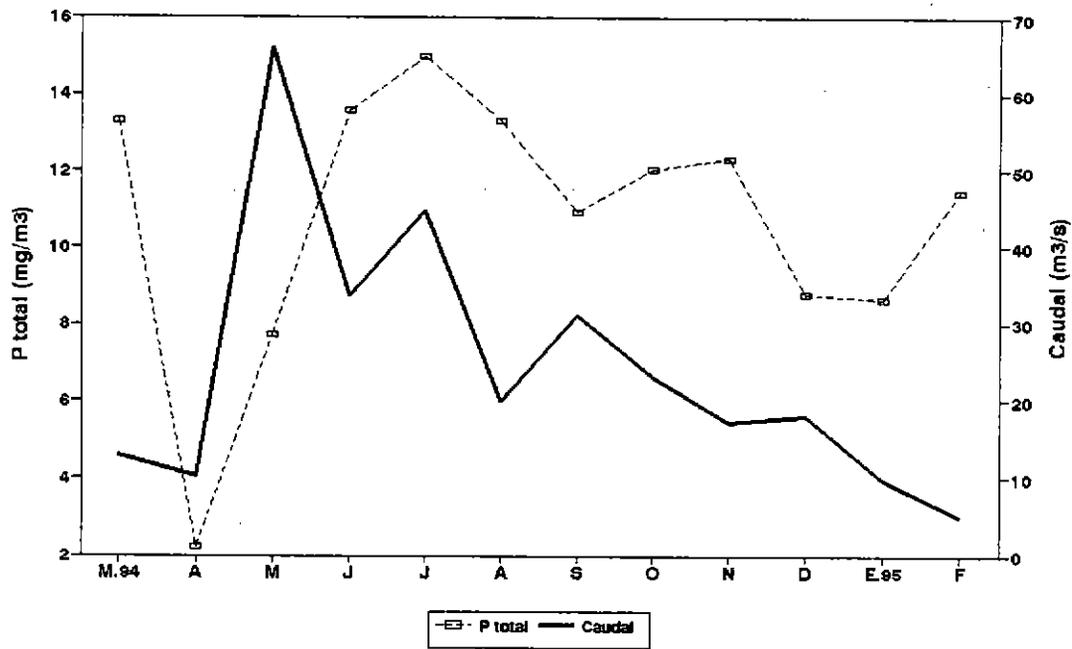


Figura 31: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Gaviotas.

*** Arroyo Los Molinos (N° 21)**(Tabla 39; Fig.32).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 5 km² cubierta en un 60% de bosque nativo y 36% de lava. Su longitud es de 7 km. Su ancho aumenta más de dos veces de su mínimo. El caudal aumentó 2.5 veces de su mínimo de verano.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo de invierno (8°C) y un máximo de primavera (10.2°C). Los valores de Color fueron irregulares hasta un máximo en abril. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH siguió cercano a la neutralidad. La valores de Conductividad fueron bajos. Los nutrientes Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con concentraciones bajas. Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones relativamente altas. El Seston presentó bajas concentraciones.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Mayo debido a las condiciones climáticas y del terreno.

Tabla 39: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, ARROYO LOS MOLINOS.

ARROYO LOS MOLINOS	ARROYO LOS MOLINOS												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MA	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.180	0.919	0.498	0.615	0.398	0.391	0.386	0.761	0.594	0.160	0.197	0.5	0.2	0.2	0.9	
Ancho (m)	1.7	3.2	3.0	1.4	1.3	2.0	1.3	2.2	2.4	1.2	2.0	2.0	0.7	1.2	3.2	
Temperatura (°C)	10.0	9.2	9.3	8.0	8.1	8.9	10.2	9.4	9.3	9.8	9.8	9.3	0.7	8.0	10.2	
Color (unid.Pt-Co)	2.0	62.0	5.0	2.5	2.5	14.0	14.0	5.0	5.0	14.0	2.5	11.7	16.6	2.0	62.0	
Turbidez (mg/l)	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.1	2.5	3.0	
pH	6.8	7.2	6.6	6.8	6.5	7.0	7.4	7.0	6.5	6.8	6.5	6.8	0.3	6.5	7.4	
Conductividad (uS)	40.9	33.9	56.5	46.4	44.9	51.1	41.4	40.9	42.6	43.7	43.9	44.2	5.6	33.9	56.5	
NO3 - N (ug/l)	35.4	214.9	63.0	51.4	30.4	20.8	26.3	32.8	48.1	13.1	19.7	50.5	53.9	13.1	214.9	
NO3 (ug/l)	157.0	952.2	279.1	227.9	135.9	92.1	116.3	145.3	213.3	58.2	87.3	224.0	238.8	58.2	952.2	
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.4	0.2	0.0	0.2	1.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.0	1.3	
NO2 (ug/l)	1.6	1.3	0.8	0.0	0.8	4.1	1.3	1.0	0.9	1.2	0.9	1.3	1.0	0.0	4.1	
NH3 - N (ug/l)	0.0	8.0	6.1	4.1	4.1	6.1	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4	0.0	9.0	
NH4 (ug/l)	0.0	10.3	7.8	5.3	5.3	7.9	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	4.4	4.4	0.0	11.6	
N organico (ug/l)	48.3	16.0	14.4	21.5	16.8	13.3	21.0	18.4	10.3	34.9	15.2	20.9	10.6	10.3	48.3	
N total (ug/l)	84.2	221.1	69.8	67.7	42.1	27.4	47.6	39.9	58.7	48.4	35.2	67.5	51.1	27.4	221.1	
P total (ug/l)	24.8	7.4	116.6	32.7	21.1	20.8	17.1	19.2	28.3	17.0	16.0	29.2	28.4	7.4	116.6	
PO4 - P (ug/l)	8.9	3.6	8.3	7.9	14.4	14.2	12.0	6.2	20.7	13.8	12.4	11.1	4.5	3.6	20.7	
Seston total (mg/l)	1.5	13.0	3.3	0.6	5.9	2.3	2.0	2.3	1.8	2.1	1.0	3.2	3.4	0.6	13.0	
Seston organico (mg/l)	0.8	3.9	2.1	0.3	1.6	2.2	0.7	2.0	1.7	1.7	0.3	1.6	1.0	0.3	3.9	
Seston inorganico (mg/l)	0.8	9.2	1.2	0.2	4.2	0.2	1.3	0.3	0.1	0.5	0.7	1.7	2.6	0.1	9.2	

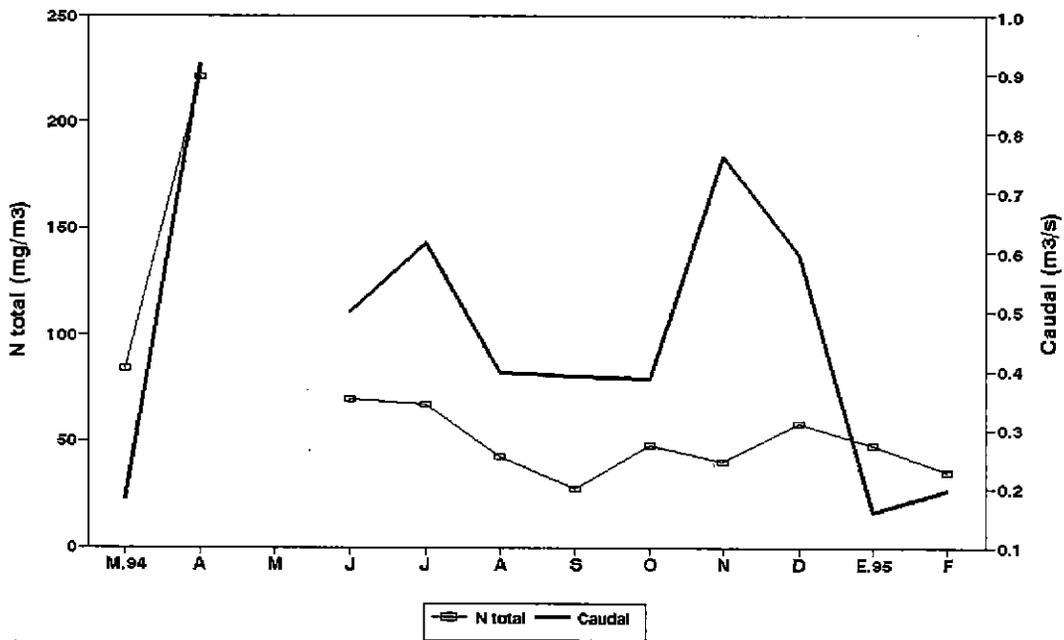
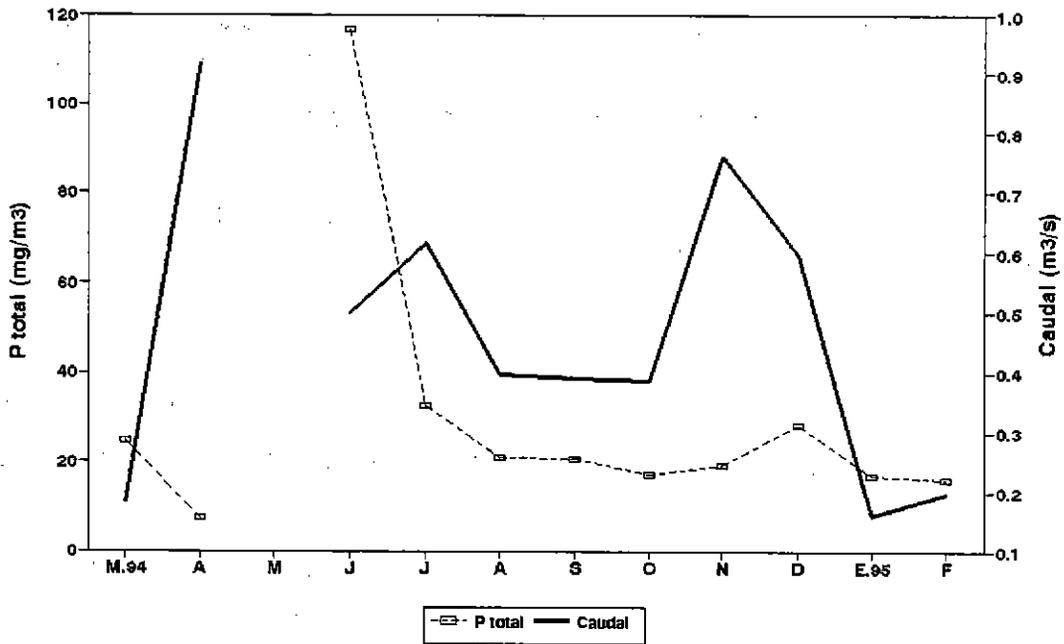


Figura 32: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Arroyo Los Molinos.

* **Río (Arroyo) Colorados (N° 25)**(Tabla 40; Fig.33).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 1.1 km² la cual está cubierta en un 90.9% de bosque nativo. Su longitud es de 1 km. Su ancho aumentó cuatro veces de su mínimo. El caudal sube 11 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo en invierno (6.6°C) y un máximo de verano (10.3°C). El Color presentó valores irregulares. La Turbidez fué baja con excepción del mes de abril.

Químico. pH cercano a la neutralidad. Conductividad fué baja. Nitrato con bajas concentraciones, siendo más altas en Abril. Nitrito con concentraciones muy bajas. Amonio con concentraciones irregulares con un máximo en Marzo. Nitrógeno orgánico presentó concentraciones relativamente altas. Nitrógeno total con bajas concentraciones. Las concentraciones de Fósforo soluble y Fósforo total fueron altas. El Seston presentó valores bajos.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Mayo debido a las condiciones climáticas y del terreno.

Tabla 40: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) COLORADOS.

RIO (ARROYO) COLORADOS

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
Caudal (m3/s)	0.107	0.070	0.756	0.647	1.123	1.064	0.724	0.731	0.639	0.826	0.490	0.355	0.6	0.3	0.1	1.1
Ancho (m)	1.3	1.0	1.8	1.6	1.4	3.2	3.0	3.5	4.0	3.0	3.4	3.3	2.5	1.0	1.0	4.0
Temperatura (°C)	10.3	9.0	9.7	9.2	6.7	6.6	8.0	8.2	9.3	9.5	10.2	9.3	8.8	1.2	6.6	10.3
Color (unid. Pt-Co)	29.0	2.5	20.0	7.0	5.0	2.5	7.0	5.0	0.0	20.0	2.5	0.0	8.4	9.0	0.0	29.0
Turbidez (mg/l)	2.5	17.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.0	3.7	4.2	2.0	17.5
pH	6.7	7.3	6.3	6.1	6.6	6.1	6.7	6.7	7.1	7.0	7.3	6.4	6.7	0.4	6.1	7.3
Conductividad (uS)	36.5	42.4	41.7	50.4	42.0	35.7	46.0	43.7	40.9	71.9	44.8	42.2	44.9	9.0	35.7	71.9
NO3 - N (ug/l)	25.8	195.7	64.3	14.6	33.6	2.0	7.7	6.6	6.6	4.4	2.2	9.8	31.1	52.5	2.0	195.7
NO3 (ug/l)	114.3	867.0	284.8	64.8	148.7	9.0	34.0	29.1	29.1	19.4	9.7	43.6	137.8	232.7	9.0	867.0
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.3	0.0	0.5	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.6
NO2 (ug/l)	1.3	0.9	0.0	1.5	0.8	1.5	1.4	1.2	1.2	2.1	0.7	0.8	1.1	0.5	0.0	2.1
NH3 - N (ug/l)	15.1	0.0	0.0	9.0	4.1	4.1	0.0	4.7	7.6	0.0	7.0	3.6	5.0	4.3	0.0	15.1
NH4 (ug/l)	19.5	2.9	0.0	11.6	5.3	5.3	0.0	6.1	9.8	0.0	9.1	4.6	6.2	5.5	0.0	19.5
N organico (ug/l)	41.0	10.7	17.8	33.5	19.2	16.8	18.4	21.0	15.8	27.5	39.9	10.3	22.7	10.0	10.3	41.0
N total (ug/l)	47.7	193.0	82.1	37.0	47.7	13.9	26.5	21.8	13.0	32.6	33.2	15.8	47.0	47.7	13.0	193.0
P total (ug/l)	39.0	1.8	13.1	32.5	35.6	28.4	30.3	28.3	30.7	25.1	27.6	31.9	27.0	9.7	1.8	39.0
PO4 - P (ug/l)	14.6	1.2	12.4	14.3	12.3	23.2	26.1	26.5	24.7	10.8	26.9	28.9	18.5	8.3	1.2	28.9
Seston total (mg/l)	0.4	8.8	8.5	3.2	2.6	5.1	1.6	1.5	1.6	1.9	1.3	0.8	3.1	2.7	0.4	8.8
Seston organico (mg/l)	0.3	3.1	1.6	3.0	1.2	2.8	1.3	0.7	1.5	1.7	1.2	0.6	1.6	0.9	0.3	3.1
Seston inorganico (mg/l)	0.1	5.7	6.9	0.2	1.3	2.3	0.3	0.8	0.1	0.1	0.1	0.2	1.5	2.2	0.1	6.9

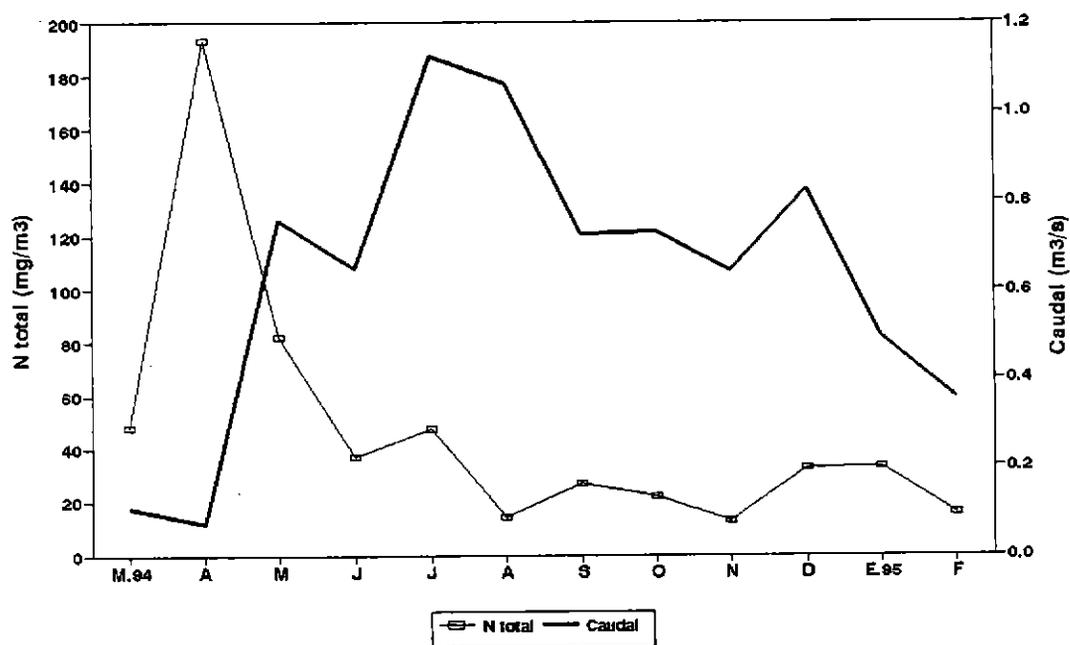
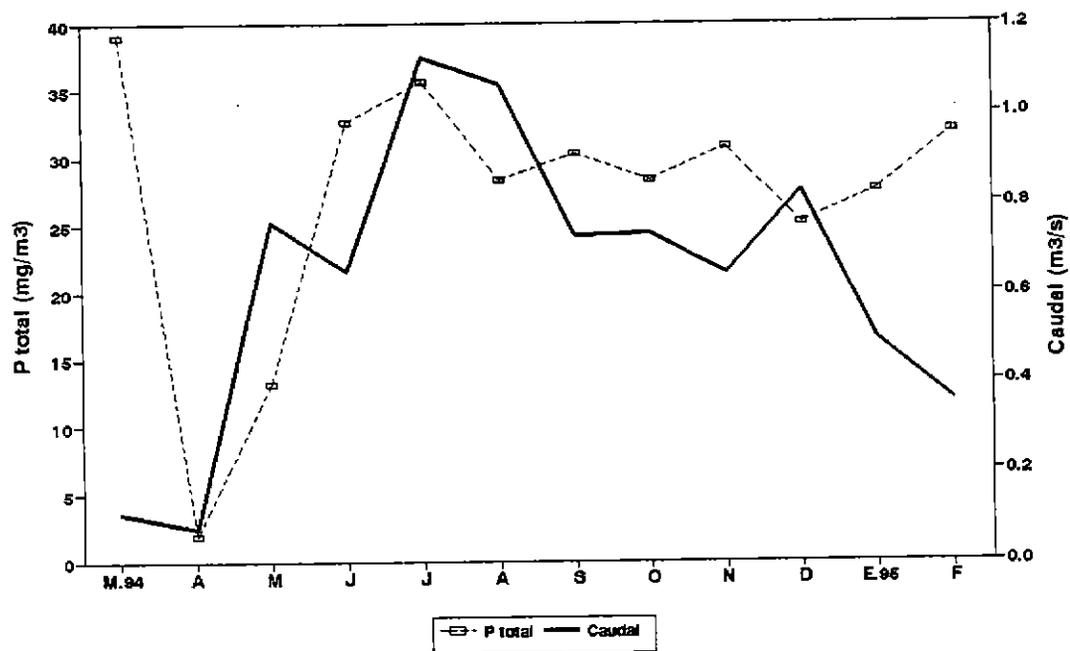


Figura 33: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Colorados.

* **Río Lajas (N° 26)**(Tabla 41; Fig.34).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Su ancho aumentó 10.6 veces desde su mínimo. El caudal aumentó 278 veces de su mínimo en verano a su máximo de Mayo.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo en invierno(4.1°C) y un máximo de verano (14.4°C). Los valores de Color fueron bajos con excepción de los meses de Abril y Mayo. Turbidez con bajos valores.

Químico. El pH siguió manteniéndose cercano a la neutralidad. La Conductividad fué baja. Nitrato y Amonio presentaron bajas concentración con excepción de Abril y Mayo. Nitrógeno orgánico con relativa alta concemtración. Nitrógeno total, Nitrito, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. El Seston también presentó bajas concentraciones.

Este afluente no pudo ser muestreado en los meses de marzo de 1994 y febrero de 1995, ya que se encontraba seco.

Tabla 41: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO LAJAS.

RIO LAJAS	MAR.94 ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE.95 FEB												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.852	6.132	0.357	1.240	0.123	0.577	1.493	0.107	0.043	0.022			1.1	1.7	0.0	6.1
Ancho (m)	6.0	8.5	2.4	4.0	1.0	3.5	6.0	1.0	0.8	1.0			3.4	2.5	0.8	8.5
Temperatura (°C)	7.7	9.0	9.8	4.1	6.0	6.9	5.8	13.5	13.8	14.4			9.1	3.5	4.1	14.4
Color (unid.Pt-Co)	42.5	112.5	5.0	5.0	5.0	7.0	5.0	0.0	2.5	2.5			18.7	33.4	0.0	112.5
Turbidez (mg/l)	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5			2.7	0.8	2.0	5.0
pH	6.9	6.0	6.3	6.1	6.1	6.5	6.8	7.0	6.8	7.3			6.6	0.4	6.0	7.3
Conductividad (uS)	19.4	24.8	40.4	28.8	36.8	27.9	23.0	29.9	38.7	50.9			32.1	9.0	19.4	50.9
NO3 - N (ug/l)	205.3	77.1	13.6	0.0	3.1	4.4	7.7	5.5	7.7	3.3			32.8	61.4	0.0	205.3
NO3 (ug/l)	909.6	341.6	60.2	0.0	13.7	19.5	34.0	24.3	33.9	14.5			145.1	272.2	0.0	909.6
NO2 - N (ug/l)	0.6	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.6	0.4	0.3	0.2			0.3	0.2	0.0	0.6
NO2 (ug/l)	1.9	0.0	0.8	0.7	1.0	0.7	1.8	1.4	0.8	0.7			1.0	0.5	0.0	1.9
NH3 - N (ug/l)	6.5	16.5	3.2	4.1	4.1	4.7	4.7	0.0	3.6	4.7			5.2	4.1	0.0	16.5
NH4 (ug/l)	8.4	21.3	4.1	5.3	5.3	6.1	6.1	0.0	4.6	6.1			6.7	5.3	0.0	21.3
N organico (ug/l)	16.0	24.9	19.2	16.8	14.4	10.7	21.0	15.8	12.7	49.8			20.1	10.6	10.7	49.8
N total (ug/l)	197.4	80.7	28.9	11.7	12.4	9.2	23.1	21.8	16.0	47.2			44.8	54.8	9.2	197.4
P total (ug/l)	0.9	27.6	18.9	19.6	15.8	12.0	13.0	15.1	7.4	9.8			14.0	6.9	0.9	27.6
PO4 - P (ug/l)	0.0	2.8	4.3	3.4	11.2	3.5	3.3	3.1	2.2	5.2			3.9	2.8	0.0	11.2
Seston total (mg/l)	13.9	49.5	0.2	1.7	12.4	1.7	1.0	1.3	1.2	1.4			8.4	14.5	0.2	49.5
Seston organico (mg/l)	2.7	6.9	0.1	0.6	3.0	1.3	0.5	1.2	0.9	1.4			1.8	1.9	0.1	6.9
Seston inorganico (mg/l)	11.2	42.6	0.1	1.1	9.4	0.5	0.5	0.1	0.3	0.1			6.6	12.6	0.1	42.6

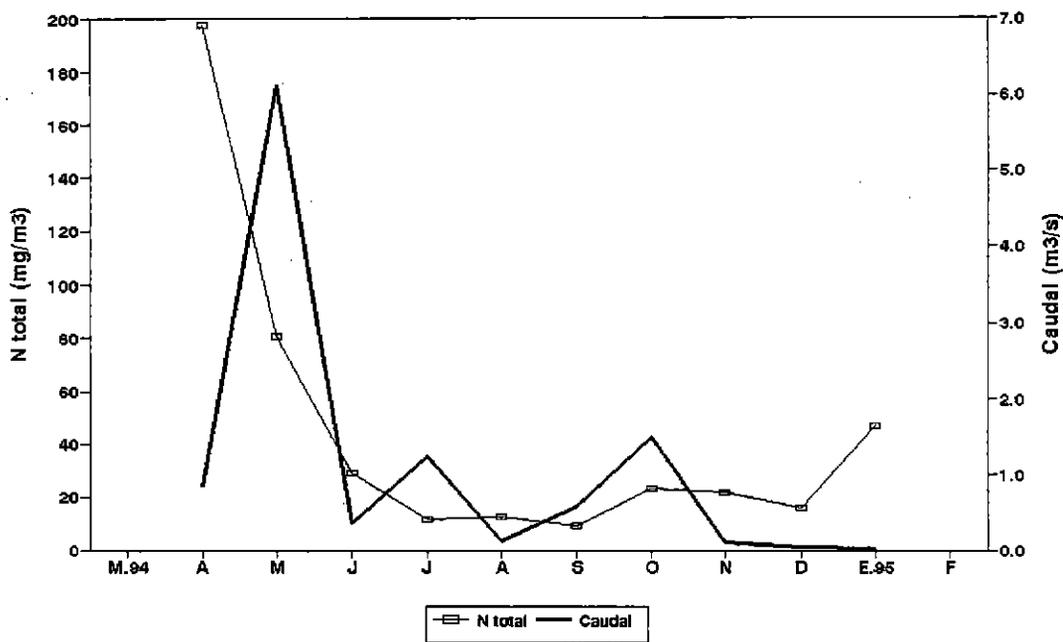
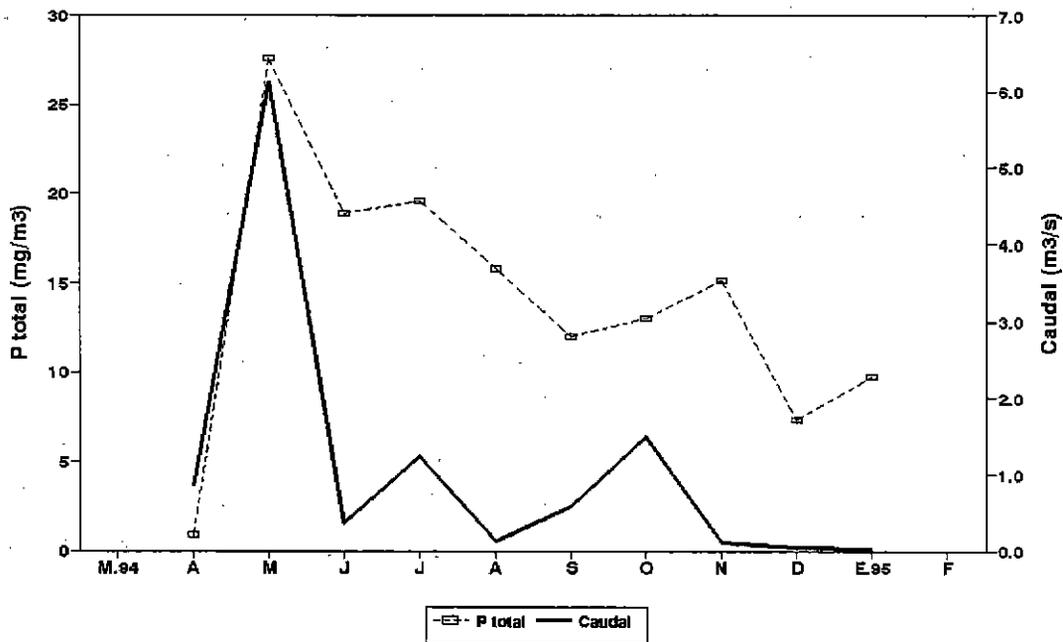


Figura 34: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Lajas.

* **Arroyo Salto Poncho (N° 27)**(Tabla 42; Fig.35).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Su ancho aumentó sólo 1.5 veces de su tamaño mínimo. El Caudal aumentó 110.5 veces desde su mínimo.

Físico. La temperatura fué baja con un mínimo a inicios de la primavera (6.7°C) y máximo de primavera verano (12.0°C). El Color fué alto especialmente en Mayo. La Turbidez presentó valores altos.

Químico. pH cercano a la neutralidad. Conductividad es alta. Nitrato presentó bajas concentraciones con excepción de Mayo. Nitrito con concentraciones muy bajas. Amonio con concentraciones relativamente altas. Nitrógeno orgánico presentó concentraciones relatrivamente altas, especialmente en Mayo. Nitrógeno total bajo con excepción del mes de Mayo. Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. El Seston también presentó bajas concentraciones.

Biológico. Se relizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales altas.

Este afluente fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 42: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, ARROYO SALTO PONCHO.

ARROYO SALTO PONCHO	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.17	2.27	1.76	4.44	0.51	0.24	0.21	0.06	0.61	0.13	0.05	0.05	1.0	1.3	0.1	4.4
Ancho (m)	2.0	4.0	3.0	0.3	2.0	2.3	1.4	3.6	2.8	1.1	1.1	1.1	2.3	1.1	0.3	4.0
Temperatura (°C)	7.3	9.0	6.9	9.7	6.6	7.3	4.3	8.1	6.7	12.6	11.2	11.2	8.2	2.2	4.3	12.6
Color (unid. Pt-Co)	7.0	62.0	70.0	14.0	14.0	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	17.6	23.2	2.5	70.0
Turbidez (mg/l)	2.5	3.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.4	2.5	4.0
pH	7.3	7.1	5.9	6.5	6.2	6.7	6.7	6.7	6.7	6.5	7.1	7.1	6.7	0.4	5.9	7.3
Conductividad (uS)	44.0	49.8	31.0	74.8	48.1	44.2	39.2	66.2	43.7	43.1	50.9	50.9	48.6	11.7	31.0	74.8
NO3 - N (ug/l)	25.8	173.3	29.4	7.3	5.2	12.5	9.9	27.3	4.4	9.8	2.2	2.2	27.9	46.9	2.2	173.3
NO3 (ug/l)	114.4	767.6	130.0	32.2	22.9	56.0	43.7	121.1	2270.8	43.6	9.7	9.7	328.4	647.6	9.7	2270.8
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.0	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1	0.0	0.5
NO2 (ug/l)	1.3	0.6	1.4	0.8	1.4	0.5	1.4	1.3	0.0	1.7	1.2	1.2	1.0	0.5	0.0	1.7
NH3 - N (ug/l)	2.3	46.4	9.0	6.1	4.1	3.2	7.6	4.7	4.7	3.6	3.6	3.6	8.6	12.1	2.3	46.4
NH4 (ug/l)	2.9	78.3	11.6	7.8	5.3	4.1	9.8	6.1	6.1	4.6	4.6	4.6	12.8	20.8	2.9	78.3
N orgánico (ug/l)	30.2	59.8	14.4	43.0	16.8	19.2	13.3	33.9	8.1	17.7	7.8	7.8	24.0	15.4	7.8	59.8
N total (ug/l)	53.5	191.9	32.6	17.0	42.7	27.8	13.7	55.6	6.4	23.4	5.7	5.7	42.8	49.9	5.7	191.9
P total (ug/l)	8.1	9.8	15.7	12.0	17.9	45.8	15.4	9.6	8.9	10.9	10.2	10.2	14.9	10.2	8.1	45.8
PO4 - P (ug/l)	7.2	1.1	0.8	1.0	2.5	4.8	9.4	1.9	1.3	3.6	4.4	4.4	3.5	2.7	0.8	9.4
Seston total (mg/l)	4.0	16.9	16.4	6.8	22.7	2.2	1.4	0.1	1.9	1.7	2.1	2.1	6.9	7.5	0.1	22.7
Seston orgánico (mg/l)	1.0	4.3	4.1	1.9	8.2	1.6	1.3	0.1	1.7	1.5	1.1	1.1	2.4	2.2	0.1	8.2
Seston Inorgánico (mg/l)	3.1	12.6	12.2	4.8	14.6	0.5	0.1	0.0	0.2	0.2	0.9	0.9	4.5	5.5	0.0	14.6

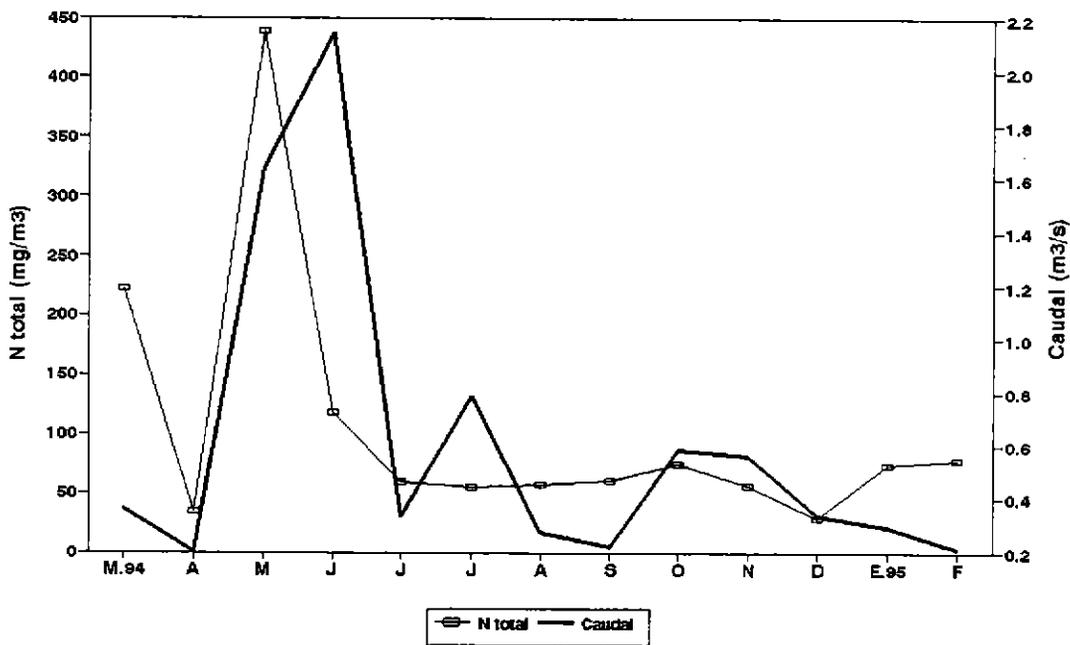
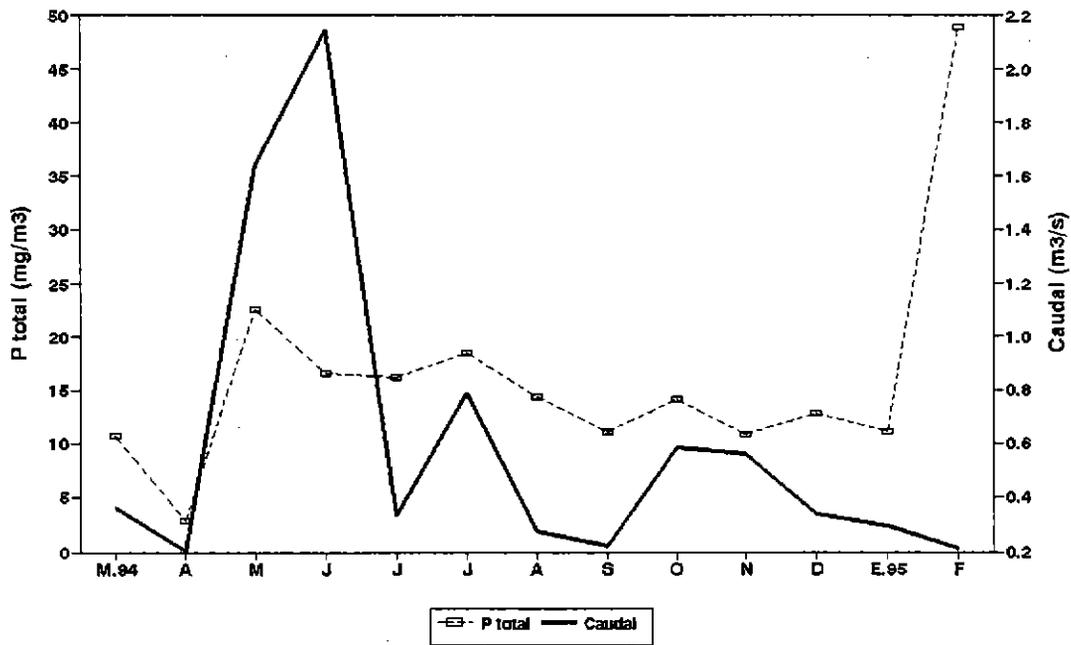


Figura 35: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Arroyo Salto Poncho.

* **Arroyo Escocia (N° 28)**(Tabla 43; Fig.36).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 4.6 km² cubierta en un 100% de bosque nativo. Su longitud es de 4 km. Su ancho aumentó 2.5 veces de su mínimo. El caudal aumentó 9.5 veces de su mínimo a finales de verano.

Físico. La temperatura fue baja, con un mínimo en invierno (6.9°C) y su máximo a finales de verano. El Color y la Turbidez presentaron valores bajos.

Químico. El pH, al igual que en los demás afluentes fue cercano a la neutralidad. La Conductividad baja. Nitrato y Nitrógeno total con bajas concentraciones a excepción de los meses de Abril y Mayo. Nitrito con baja concentración. Amonio con concentraciones irregulares. Nitrógeno orgánico relativamente alto. Fósforo soluble y total altos. Sestón con concentraciones bajas.

Este afluente fue muestreado durante todo el período del estudio.

Tabla 43: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, ARROYO ESCOCIA.

ARROYO ESCOCIA

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
Caudal (m3/s)	0.356	1.328	3.681	0.872	2.321	1.481	1.200	2.118	0.794	1.072	0.689	0.526	1.4	0.9	0.4	3.7
Ancho (m)	4.4	4.0	7.0	11.0	4.8	4.2	8.2	6.7	5.5	5.0	5.1	4.0	5.8	2.0	4.0	11.0
Temperatura (°C)	12.1	9.0	9.8	10.3	6.9	7.2	8.4	8.1	10.3	10.5	10.6	10.6	9.5	1.5	6.9	12.1
Color (unid. Pt-Co)	5.0	5.0	5.0	7.0	2.5	5.0	7.0	7.0	2.5	7.0	5.0	0.0	4.8	2.1	0.0	7.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	0.1	2.0	2.5
pH	7.1	7.2	6.4	6.5	6.8	6.5	6.8	7.1	7.2	7.0	7.3	6.6	6.9	0.3	6.4	7.3
Conductividad (uS)	60.8	61.8	58.6	78.4	60.8	69.0	68.6	57.5	64.1	46.4	77.9	71.5	64.6	8.7	46.4	78.4
NO3 - N (ug/l)	38.6	247.0	426.5	22.0	9.4	8.3	6.6	18.6	1.1	3.3	6.6	30.6	68.2	126.0	1.1	426.5
NO3 (ug/l)	171.0	1094.2	1889.3	97.4	41.5	37.2	29.1	82.4	4.9	14.5	29.1	135.7	302.2	558.3	4.9	1889.3
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.5	0.2	0.5	0.2	0.4	0.4	0.7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.1	0.2	0.7
NO2 (ug/l)	1.4	1.5	0.7	1.6	0.7	1.4	1.2	2.2	1.7	1.7	0.8	0.8	1.3	0.4	0.7	2.2
NH3 - N (ug/l)	17.9	13.6	2.3	15.7	0.0	8.0	6.1	4.7	4.7	0.0	4.7	4.7	6.9	5.6	0.0	17.9
NH4 (ug/l)	23.1	17.6	2.9	20.3	0.0	10.3	7.9	6.1	6.1	0.0	6.1	6.1	8.9	7.3	0.0	23.1
N organico (ug/l)	48.3	8.9	7.1	64.5	7.2	26.3	10.7	23.6	18.4	20.1	22.6	15.2	22.7	16.6	7.1	64.5
N total (ug/l)	64.2	229.8	430.9	66.7	16.8	24.8	9.7	36.8	14.0	23.9	23.3	40.0	81.7	119.8	9.7	430.9
P total (ug/l)	18.8	6.9	12.2	57.1	32.4	23.6	20.6	20.1	26.9	18.8	20.5	23.7	23.5	11.9	6.9	57.1
PO4 - P (ug/l)	10.2	7.6	6.6	8.9	8.0	17.8	16.6	15.2	12.4	8.2	20.3	19.9	12.6	4.9	6.6	20.3
Seston total (mg/l)	5.6	12.5	2.9	1.8	2.0	1.4	2.9	2.2	2.0	2.0	1.5	0.4	3.2	3.2	0.4	12.5
Seston organico (mg/l)	2.5	2.3	1.1	1.4	0.9	1.3	1.7	1.9	2.0	2.0	1.1	0.3	1.5	0.6	0.3	2.5
Seston inorganico (mg/l)	3.1	10.1	1.8	0.5	1.1	0.1	1.2	0.4	0.0	0.0	0.4	0.1	1.7	2.8	0.0	10.1

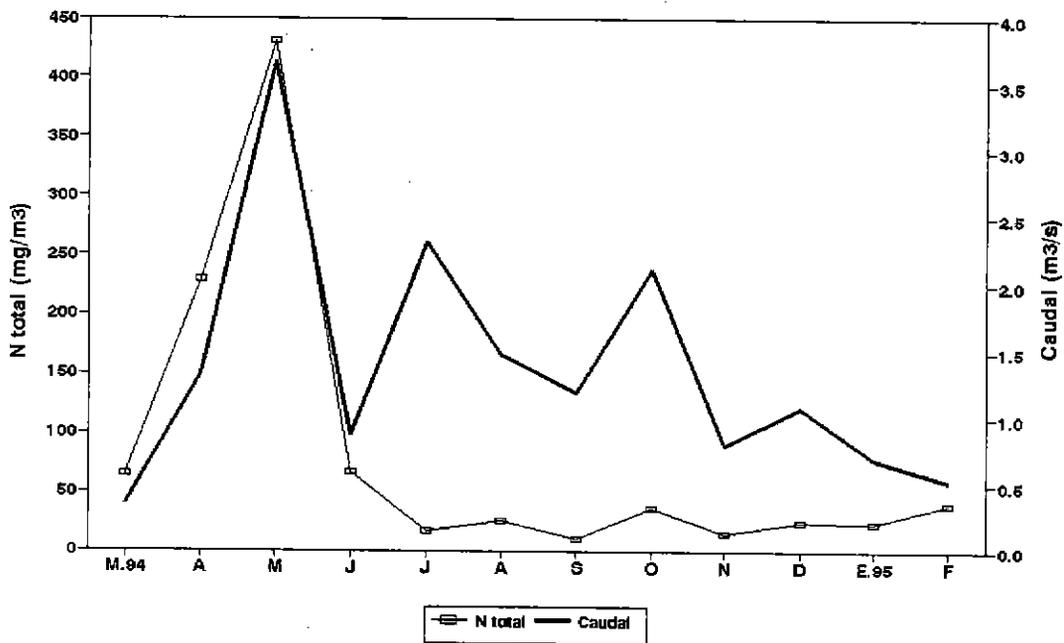
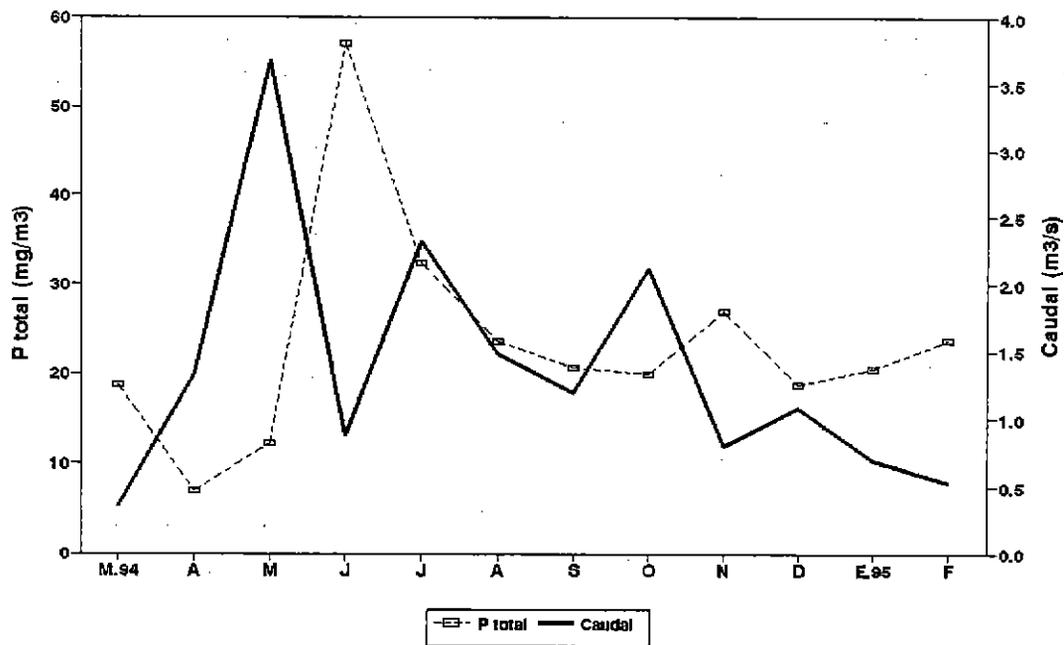


Figura 36: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Arroyo Escocia.

*** Río Blanco (N° 29)**(Tabla 44; Fig.37).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 18.7 km², la cual se encuentra cubierta en un 55.6% de lava y 42.8% de bosque nativo. Su longitud es de 9 km. Su ancho aumentó tres veces de su mínimo. El Caudal aumentó 23.7 veces desde su mínimo a finales de verano.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo a principios de primavera (5.4°C) y un máximo de finales de primavera (11.9°C). Los valores de Color fueron muy irregulares con un máximo extraordinario en verano. La Turbidez fué baja.

Químico. El pH fue cercano a la neutralidad. La Conductividad baja. Nitrato y Nitrógeno total con bajas concentraciones. Nitrito con muy bajas concentraciones. Amonio con concentraciones irregulares. Nitrógeno orgánico relativamente alto con un máximo en Junio. Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones relativamente altas. Sestón bajo con excepción de Junio.

Este afluente fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 44: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO BLANCO.

RIO BLANCO	ENE.95												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo	
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	FEB					
Caudal (m3/s)	0.170	0.432	4.666	1.076	2.319	2.306	0.691	0.495	0.581	1.164	0.935	0.487	0.434	1.2	1.2	0.2	4.7
Ancho (m)	2.0	4.0	7.0	7.0	5.4		3.5	3.0	4.0	3.5	3.6	3.2	4.0	4.2	1.5	2.0	7.0
Temperatura (°C)	10.8	7.2	8.6	6.7	8.5	7.0	7.6	5.4	8.2	6.7	11.9	10.8	11.5	8.5	2.0	5.4	11.9
Color (unid. Pt-Co)	140.0	14.0	57.5	72.5	20.0	5.0	5.0	17.5	5.0	5.0	5.0	14.0	200.0	43.1	59.0	5.0	200.0
Turbidez (mg/l)	5.0	2.5	3.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	7.5	3.2	1.4	2.5	7.5
pH	7.1	7.2	6.9	6.0	6.4	6.4	6.7	6.7	6.9	7.1	6.8	7.1	6.7	6.8	0.3	6.0	7.2
Conductividad (uS)	35.4	37.0	29.3	32.1	50.9	47.5	49.8	48.6	63.3	39.7	40.9	55.3	47.4	44.4	9.3	29.3	63.3
NO3 - N (ug/l)	41.9	51.5	22.6	32.5	5.2	17.8	8.3	17.5	10.9	10.9	8.8	7.7	26.3	20.1	13.8	5.2	51.5
NO3 (ug/l)	185.6	228.0	100.2	144.0	22.9	78.8	37.2	77.6	48.5	48.5	38.8	33.9	116.3	89.3	61.2	22.9	228.0
NO2 - N (ug/l)	2.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.0	0.3	0.9	0.4	0.2	0.6	0.3	0.5	0.6	0.7	0.0	2.8
NO2 (ug/l)	9.3	1.7	1.4	1.3	1.5	0.0	1.1	3.1	1.2	0.7	2.1	0.8	1.7	2.0	2.2	0.0	9.3
NH3 - N (ug/l)	19.4	0.0	5.1	13.8	3.2	5.1	0.0	6.1	7.6	7.6	4.7	4.7	10.5	6.7	5.1	0.0	19.4
NH4 (ug/l)	25.0	0.0	6.6	17.8	4.1	6.6	0.0	7.9	9.8	9.8	6.1	6.1	13.5	8.7	6.6	0.0	25.0
N organico (ug/l)	59.3	10.7	24.9	71.7	9.6	26.3	9.6	13.3	18.4	15.8	12.7	7.8	27.5	23.7	19.1	7.8	71.7
N total (ug/l)	79.0	62.7	41.4	86.8	11.2	37.5	18.3	23.8	19.9	17.2	16.0	9.6	40.8	35.7	24.8	9.6	86.8
P total (ug/l)	40.0	4.3	10.1	14.6	27.5	32.5	17.3	19.6	21.0	15.4	18.5	16.0	79.8	24.4	18.3	4.3	79.8
PO4 - P (ug/l)	18.4	1.6	2.1	3.2	8.2	8.5	7.8	11.4	10.4	9.8	13.8	8.0	43.5	11.3	10.3	1.6	43.5
Seston total (mg/l)	1.7	4.5	13.1	32.9	17.6	3.0	1.8	1.5	1.8	1.4	1.7	3.4	21.1	8.1	9.7	1.4	32.9
Seston organico (mg/l)	0.6	1.3	3.5	5.6	3.8	1.7	1.4	1.0	0.9	1.2	1.3	1.3	1.0	1.9	1.4	0.6	5.6
Seston inorganico (mg/l)	1.1	3.2	9.6	27.4	13.8	1.3	0.4	0.5	0.9	0.2	0.4	2.2	20.2	6.2	8.6	0.2	27.4

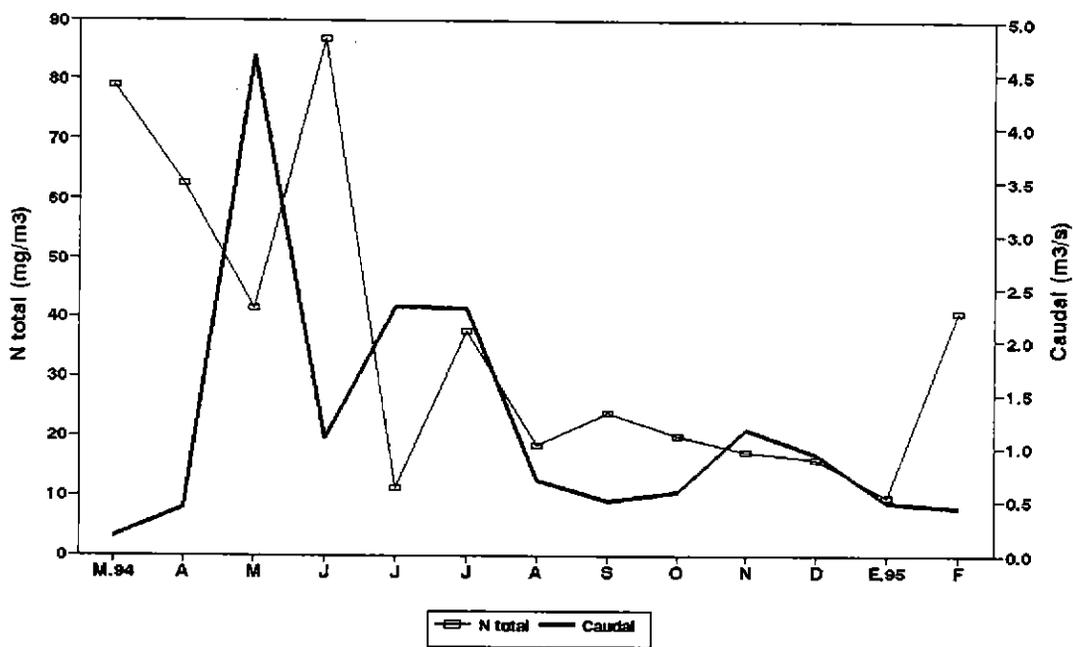
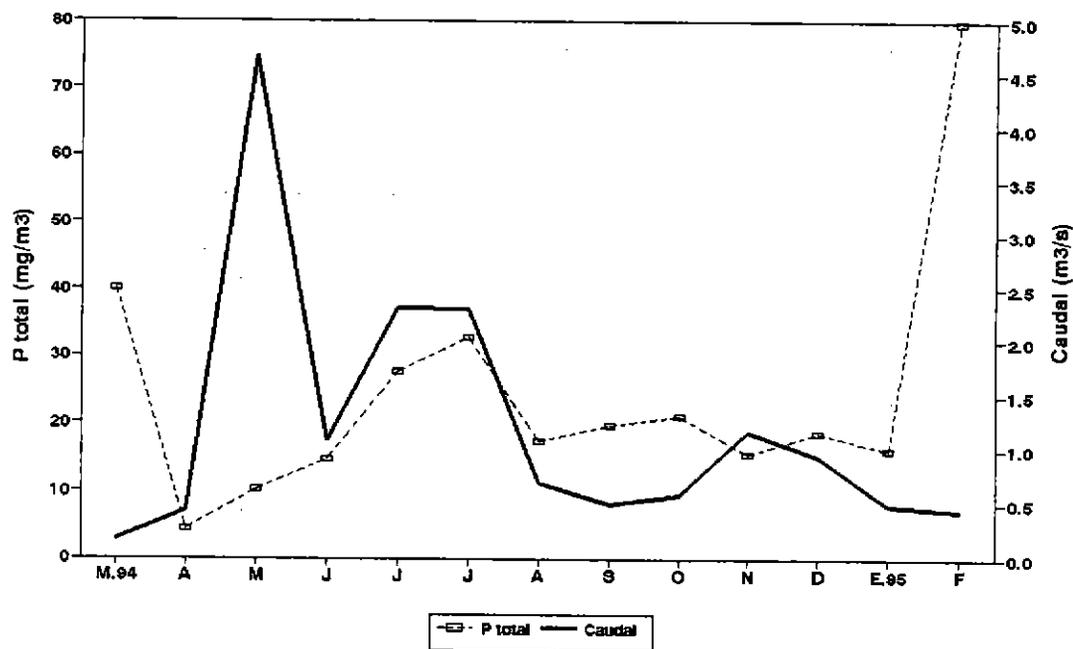


Figura 37: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Blanco.

* **Río El Salto (N° 30)**(Tabla 45; Fig.38).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 7.3 km², que está cubierto en un 95.8% de bosque nativo. Su longitud es de 4 km. Su ancho aumentó cuatro veces de su mínimo. El Caudal aumentó 80 veces de su caudal mínimo.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo de principios de primavera (5.2°C) y un máximo de verano (12.0°C). El Color presentó valores altos especialmente en Junio. La Turbidez fué baja.

Químico. pH cercano a la neutralidad. Conductividad baja. Nitrato con bajas concentraciones con excepción de Abril. Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones muy bajas. Las concentraciones de Nitrógeno orgánico fueron relativamente altas. El Sestón presentó bajas concentraciones.

Este afluente fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 45: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO EL SALTO.

RIO EL SALTO	Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO EL SALTO.												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo	
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95					FEB
Caudal (m ³ /s)	0.376	1.398	8.048	5.750	0.995	4.891	0.114	2.146	0.681	4.045	1.389	1.220	0.593	2.4	2.4	0.1	8.0
Ancho (m)	2.0	4.5	8.0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.2	4.0	5.0	4.0	4.8	4.0	4.3	1.4	2.0	8.0
Temperatura (°C)	10.9	7.7	9.5	7.7	8.9	7.4	7.7	5.2	8.0	7.3	12.0	10.6	11.7	8.8	1.9	5.2	12.0
Color (unld. Pt-Co)	29.0	0.0	14.0	105.0	14.0	5.0	5.0	14.0	5.0	5.0	2.5	2.5	14.0	16.5	26.6	0.0	105.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.0	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.0	5.0
pH	7.1	7.8	6.6	6.2	6.5	6.0	7.3	7.1	6.9	6.9	6.6	7.0	6.6	6.8	0.4	6.0	7.8
Conductividad (uS)	43.1	140.0	38.7	37.6	53.0	52.0	42.0	41.5	59.8	39.1	47.5	45.3	66.5	54.3	26.1	37.6	140.0
NO3 - N (ug/l)	114.4	141.2	0.0	68.3	35.7	34.6	19.9	13.1	29.5	14.2	4.4	21.9	10.9	39.1	41.7	0.0	141.2
NO3 (ug/l)	114.4	625.6	43.4	302.4	158.0	153.3	88.9	58.2	130.8	63.0	19.4	96.9	48.5	146.4	155.0	19.4	625.6
NO2 - N (ug/l)	2.1	0.4	0.0	0.2	0.2	0.4	0.3	0.8	0.4	0.0	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.0	2.1
NH3 - N (ug/l)	12.2	5.1	0.0	12.8	9.0	0.0	3.2	0.0	4.7	6.1	4.7	3.6	3.6	5.0	4.0	0.0	12.8
NH4 (ug/l)	15.8	6.6	0.0	16.5	11.6	0.0	4.1	0.0	6.1	7.9	6.1	4.6	4.6	6.5	5.2	0.0	16.5
N organico (ug/l)	48.3	17.8	17.8	112.2	28.7	14.4	19.2	5.5	18.4	21.0	22.6	10.3	15.2	27.0	26.5	5.5	112.2
N total (ug/l)	149.0	152.8	27.6	164.2	53.0	49.4	35.3	19.5	42.2	27.3	21.6	28.0	22.1	60.9	52.7	19.5	164.2
P total (ug/l)	23.4	2.2	3.3	14.8	13.9	17.1	16.6	10.8	12.9	9.9	13.4	10.0	12.6	12.4	5.3	2.2	23.4
PO4 - P (ug/l)	7.6	2.3	0.8	0.7	2.2	3.8	8.2	3.7	4.6	2.1	5.0	4.0	7.0	4.0	2.3	0.7	8.2
Seston total (mg/l)	2.2	1.6	5.1	14.4	2.5	1.5	2.3	1.6	0.7	1.6	1.5	2.0	1.6	3.0	3.4	0.7	14.4
Seston organico (mg/l)	1.5	1.5	2.7	7.4	1.7	1.4	1.3	1.4	0.3	1.5	1.2	1.6	1.0	1.9	1.7	0.3	7.4
Seston inorganico (mg/l)	0.6	0.1	2.4	7.0	0.8	0.1	1.0	0.2	0.4	0.0	0.3	0.4	0.6	1.1	1.8	0.0	7.0

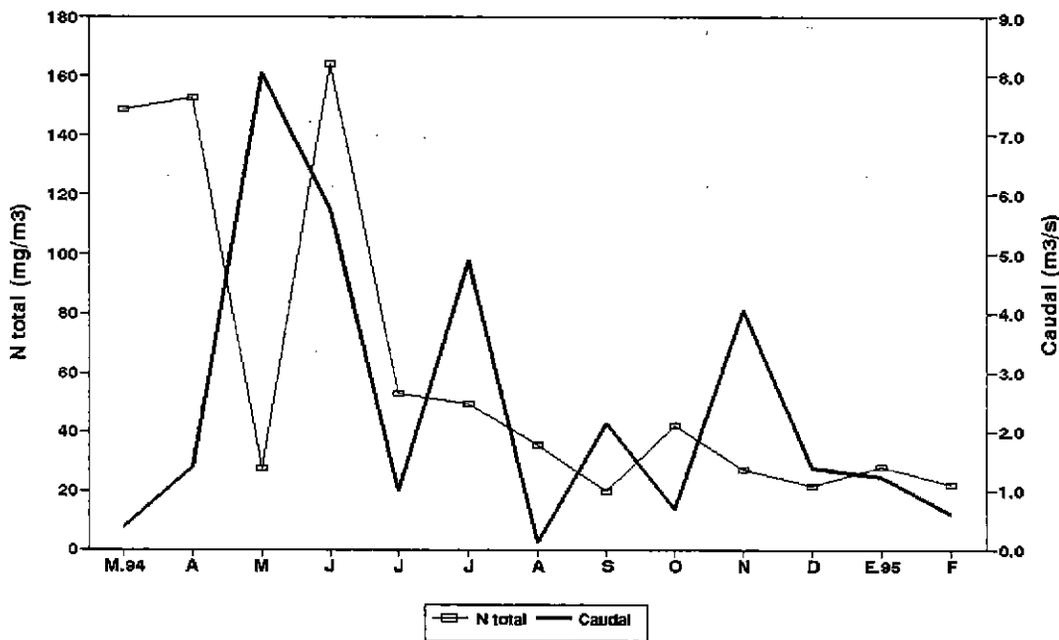
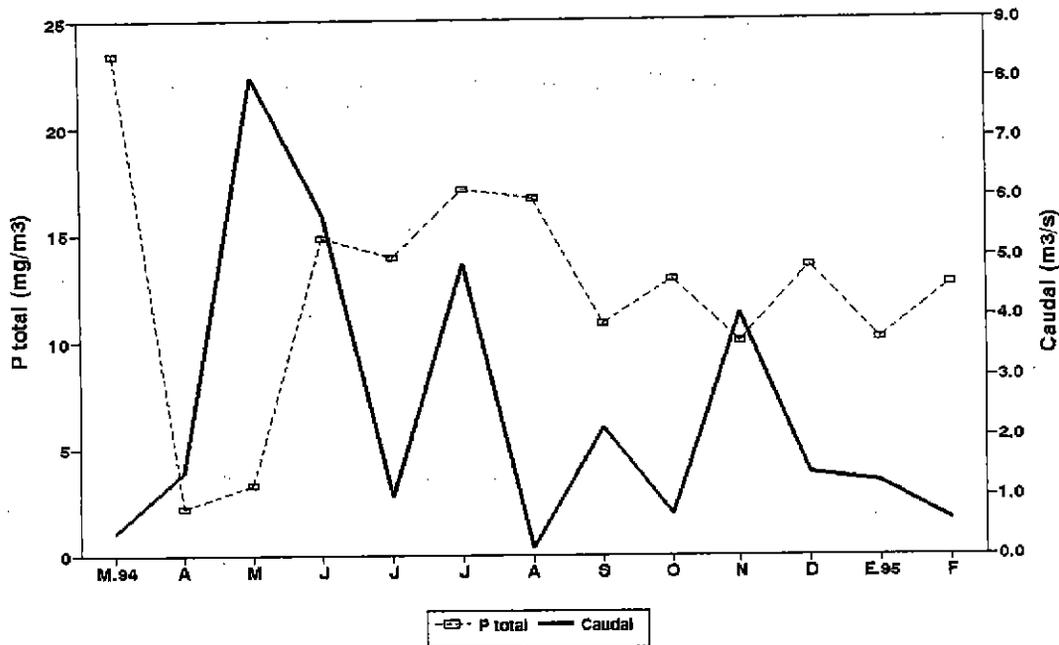


Figura 38: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río El Salto.

* **Río Nalcas (N° 31)**(Tabla 46; Fig.39).

Morfometría. Está ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 25.4 km² la cual está cubierta en un 52.3% de bosque nativo y 48.9% de lava. Su longitud es de 11 km. Su ancho aumenta 2.3 veces de su mínimo. El caudal aumentó 7 veces de su mínimo de primavera a su máximo en invierno.

Físico. La temperatura fue muy baja presentando un rango muy pequeño, mínimo en invierno de 7.1°C a un máximo en primavera 8.9°C. Los valores de Color fueron en general bajos, así como también los de la Turbidez.

Químico. La variaciones de pH fueron muy pequeñas manteniéndose cercano a la neutralidad. La Conductividad fue baja. Nitrato, Nitrito y Nitrógeno total con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones irregulares, con un máximo en Mayo. Nitrógeno orgánico relativamente alto. Fósforo soluble y fósforo total con una relativa alta concentración. El Seston presentó bajas concentraciones.

Biológico. También se realizó un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose una baja concentración de coliformes fecales.

Este afluente fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 46: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO NALCAS.

RIO NALCAS	RIO NALCAS												Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo		
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95					FEB	
Caudal (m ³ /s)	5.022	4.736	17.647	27.998	11.088	11.783	9.862	6.212	4.040	9.792	7.728	6.119	6.193	9.9	6.3	4.0	28.0	
Ancho (m)	15.0	15.0	15.0	15.0	12.0	8.1	7.7	7.6	7.1	7.9	7.6	8.9	8.1	8.2	15.2	3.7	8.3	22.0
Temperatura (°C)	8.5	7.9	8.8	7.1	8.1	8.1	7.7	7.6	7.1	7.9	7.6	8.9	8.1	8.2	8.0	0.5	7.1	8.9
Color (unid. Pt-Co)	5.0	14.0	2.5	5.0	14.0	14.0	0.0	2.5	7.0	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	4.2	0.0	14.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.1	2.0	2.5
pH	7.2	7.2	6.6	6.3	6.2	6.2	6.2	7.2	7.0	6.8	7.0	6.5	7.2	6.2	6.7	0.4	6.2	7.2
Conductividad (uS)	44.2	46.0	39.8	40.6	48.8	48.8	57.5	49.8	47.5	61.0	47.8	52.0	49.8	63.2	49.8	6.8	39.8	63.2
NO3 - N (ug/l)	25.8	32.2	182.9	20.9	15.7	25.1	17.8	14.2	27.3	6.6	10.9	12.0	12.0	3.3	30.4	44.8	3.3	182.9
NO3 (ug/l)	114.3	142.8	810.2	92.8	69.5	111.4	79.5	63.0	121.1	29.1	48.5	53.3	53.3	14.5	134.6	198.3	14.5	810.2
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.5	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.0	0.7
NO2 (ug/l)	1.7	1.8	0.0	0.7	0.7	1.0	0.6	2.4	1.0	1.7	1.7	1.4	1.4	1.1	1.2	0.6	0.0	2.4
NH3 - N (ug/l)	0.0	10.8	36.4	6.1	6.1	0.0	3.2	4.7	7.6	4.7	4.7	4.7	0.0	0.0	6.5	9.2	0.0	36.4
NH4 (ug/l)	0.0	13.9	47.0	7.8	7.8	0.0	4.1	6.1	9.8	6.1	6.1	6.1	0.0	0.0	8.4	11.9	0.0	47.0
N orgánico (ug/l)	48.3	8.9	58.7	28.7	28.7	14.4	26.3	18.4	15.8	8.1	22.6	5.3	15.2	23.0	23.0	15.0	5.3	58.7
N total (ug/l)	74.6	27.7	194.6	42.1	36.8	39.8	40.2	27.3	33.7	9.1	28.0	17.8	18.8	45.4	45.4	45.7	9.1	194.6
P total (ug/l)	22.8	7.2	5.0	62.9	24.7	28.9	26.7	21.5	24.0	18.4	20.5	23.2	21.9	23.7	23.7	13.1	5.0	62.9
PO4 - P (ug/l)	9.8	8.9	3.3	4.7	7.5	10.3	23.0	16.4	14.6	13.4	18.1	13.4	21.9	12.7	12.7	5.8	3.3	23.0
Seston total (mg/l)	2.5	2.4	5.6	6.6	3.8	2.4	1.7	0.9	1.1	1.5	1.7	1.7	0.7	2.5	2.5	1.7	0.7	6.6
Seston orgánico (mg/l)	1.3	1.1	1.9	2.7	2.1	1.8	1.3	0.9	0.6	1.5	1.3	1.4	0.5	1.4	1.4	0.6	0.5	2.7
Seston inorgánico (mg/l)	0.5	1.4	3.7	3.9	1.7	0.6	0.4	0.0	0.6	0.1	0.5	0.3	0.2	1.1	1.1	1.2	0.0	3.9

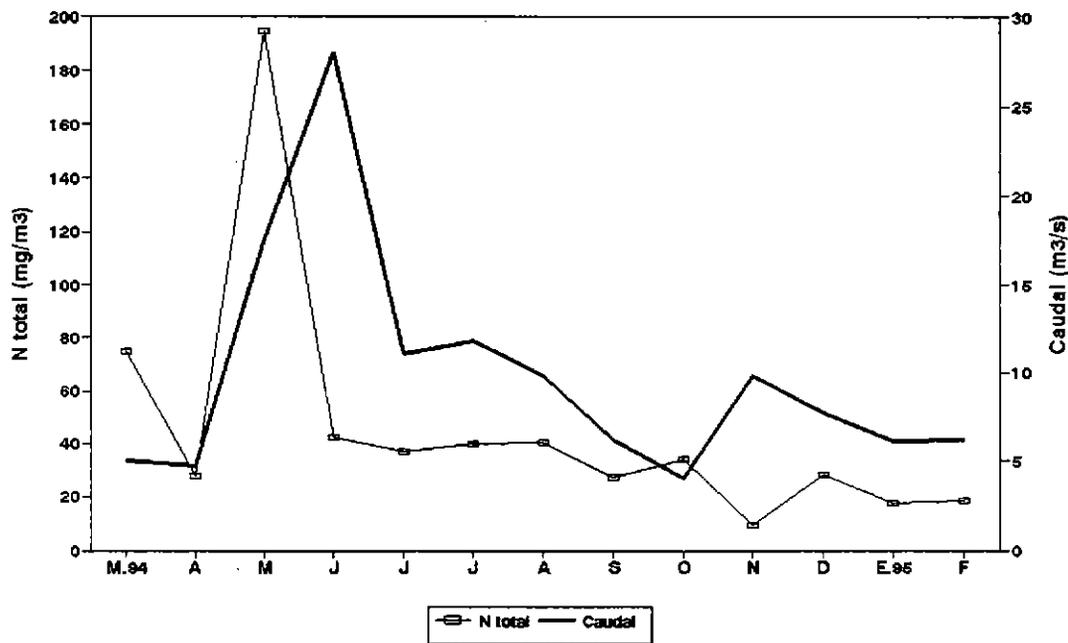
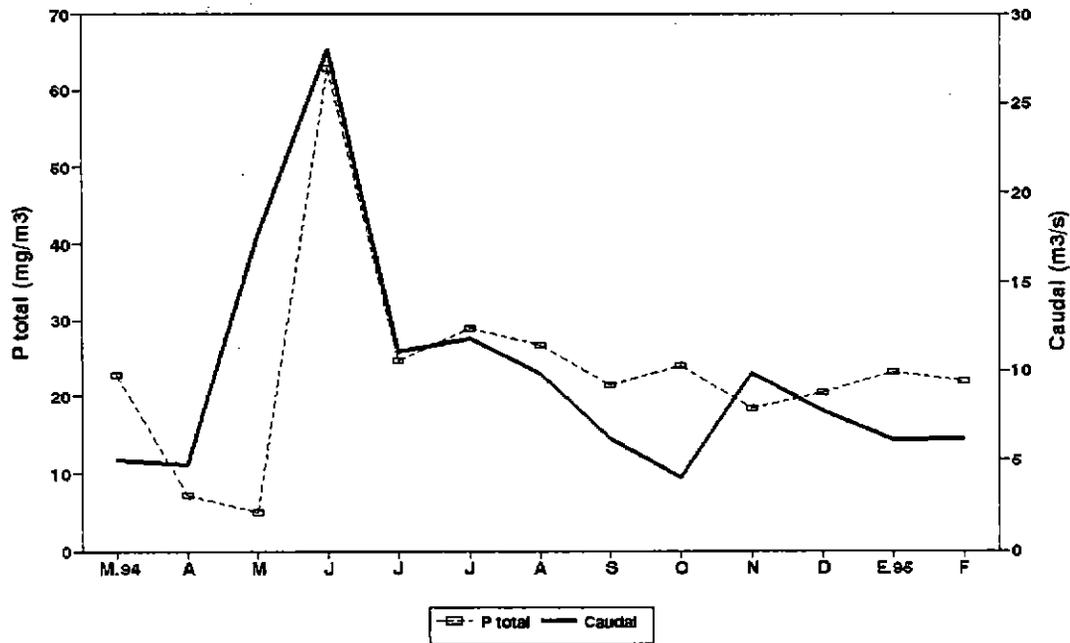


Figura 39: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Naicas.

* **Río El Callao (N° 32)**(Tabla 47; Fig.40).

Morfometría. Este afluente está ubicado en el sector de la precordillera. Tiene una subcuenca de 13.6 km² la que se encuentra cubierta en un 83.1% de bosque nativo. Su longitud es de 10 km. Su ancho aumentó más de dos veces desde su mínimo. El caudal aumentó casi 15 veces de su mínimo.

Físico. Los rangos de temperatura fueron bajos, con un mínimo de primavera (5.9°C) y un máximo de finales de primavera. El color presentó valores relativamente altos. La Turbidez fué baja.

Químico. El pH mantuvo valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad sigue siendo baja. Nitrato con concentraciones irregulares. Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Amonio con bajas concentraciones con excepción de Mayo. Nitrógeno orgánico con relativa alta concentración. El Seston presentó bajas concentraciones.

Biológico. El análisis bacteriológico realizado en este afluente no detectó concentraciones de coliformes fecales (0 ufc/100 ml).

Este afluente también fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 47: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluyente, RIO EL CALLAO.

RIO EL CALLAO	RIO EL CALLAO												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo	
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95					FEB
Caudal (m ³ /s)	1.088	3.775	15.699	12.222	3.420	3.355	5.861	3.938	2.028	9.617	5.748	3.547	1.756	5.5	4.2	1.1	15.7
Ancho (m)	9.0	9.0	9.0	10.0	8.0	8.0	9.0	6.4	8.0	8.0	15.0	14.0	7.5	9.4	2.4	6.4	15.0
Temperatura (°C)	10.3	7.9	9.4	7.2	8.5	7.2	7.1	5.9	7.9	7.5	11.1	9.5	9.9	8.4	1.5	5.9	11.1
Color (unid. Pt-Co)	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	5.0	5.0	2.5	2.5	7.0	7.0	2.5	14.0	8.9	4.9	2.5	14.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5
pH	7.1	7.1	6.6	6.3	6.2	6.1	6.9	6.9	6.9	6.8	6.5	6.7	6.3	6.6	0.3	6.1	7.1
Conductividad (uS)	34.3	33.0	26.5	37.2	40.3	38.7	35.9	36.4	51.8	41.4	43.1	38.7	56.4	39.5	7.4	26.5	56.4
NO3 - N (ug/l)	64.3	13.0	186.1	28.3	11.5	13.6	7.3	5.5	9.9	3.3	9.8	239.6	5.5	46.0	73.5	3.3	239.6
NO3 (ug/l)	284.8	57.6	824.4	125.4	50.8	60.2	32.5	24.3	43.7	14.6	43.6	1061.5	24.2	203.7	325.8	14.6	1061.5
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.5	0.3	0.3	0.7	0.0	0.2	0.7	0.3	0.4	0.5	2.6	0.3	0.5	0.6	0.0	2.6
NH3 - N (ug/l)	1.3	1.8	1.0	1.1	2.3	0.0	0.6	2.2	1.0	1.3	1.5	8.4	0.9	1.8	2.0	0.0	8.4
NH4 (ug/l)	2.9	2.9	48.8	9.1	6.6	6.6	5.3	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0	4.6	8.5	11.8	0.0	48.8
N organico (ug/l)	22.7	8.9	58.7	45.4	23.9	28.7	21.5	15.8	18.4	10.7	49.8	318.9	12.7	48.9	79.4	8.9	318.9
N total (ug/l)	84.5	19.5	196.3	65.0	35.7	29.6	23.7	15.9	22.5	8.3	54.0	561.1	13.9	86.9	145.1	8.3	561.1
P total (ug/l)	10.5	3.9	4.2	13.2	20.4	15.5	15.5	11.1	14.7	11.3	13.4	29.0	15.0	13.7	6.2	3.9	29.0
PO4 - P (ug/l)	4.2	2.6	0.6	1.7	5.1	2.3	8.8	4.2	5.6	3.7	5.6	26.3	9.8	6.2	6.3	0.6	26.3
Seston total (mg/l)	1.9	2.8	4.2	4.4	2.8	1.4	1.9	1.7	0.3	2.1	2.8	2.3	0.9	2.3	1.1	0.3	4.4
Seston organico (mg/l)	1.4	1.0	3.0	2.7	2.0	1.3	1.3	1.5	0.2	2.0	2.5	1.3	0.6	1.6	0.8	0.2	3.0
Seston inorganico (mg/l)	0.5	1.9	1.2	1.7	0.8	0.1	0.7	0.2	0.1	0.2	0.3	1.0	0.4	0.7	0.6	0.1	1.9

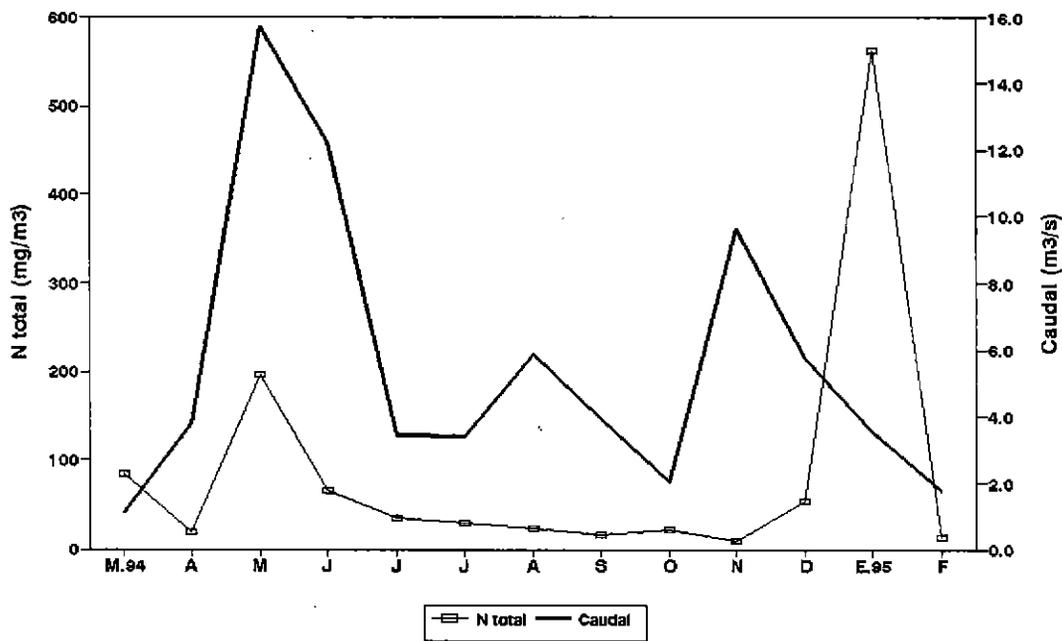
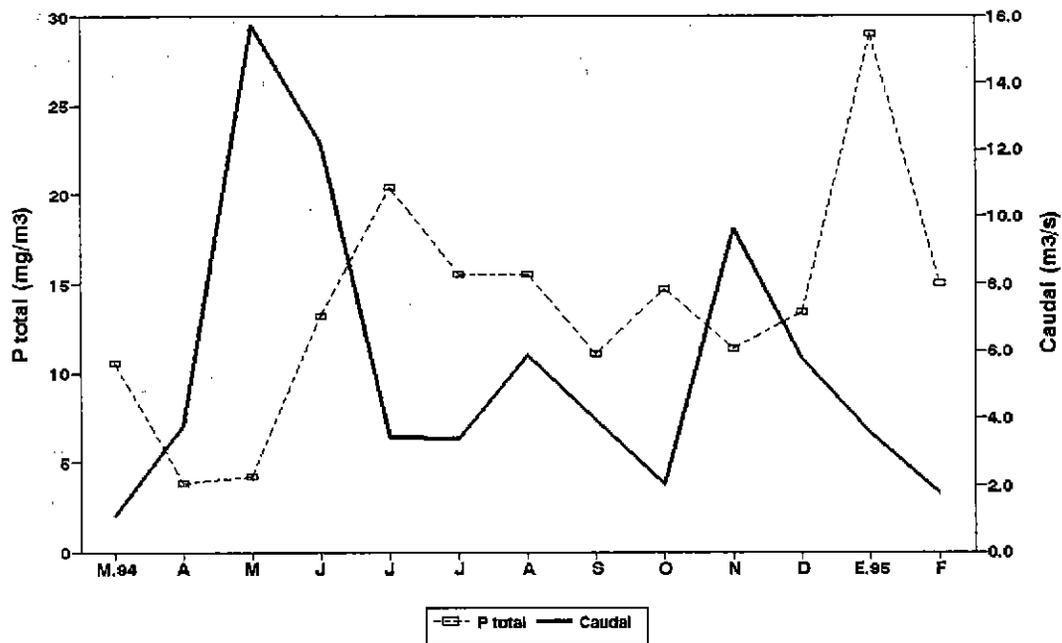


Figura 40: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río El Callao.

* **Río Calle Calle (N° 33)**(Tabla 48; Fig.41).

Morfometría. Se encuentra ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 2.6 km² la que se encuentra cubierta en un 46.2% de pradera y un 34.6% de bosque nativo. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumentó 3.8 veces desde su mínimo. El caudal aumentó 19 veces desde su mínimo en Febrero.

Físico. La temperatura fué baja con un mínimo en primavera (8.0°C) y un máximo a finales de verano (13.3°C). Los valores de Color fueron altos con una Turbidez baja.

Químico. El pH con tendencia a la acidez. Conductividad baja. Nitrato con concentraciones altas. Nitrito con concentraciones bajas. Amonio con concentraciones irregulares pero generalmente altas, algunas excepcionalmente altas en Mayo. Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones altas. Por su parte el Seston presentó concentraciones bajas.

Biológico. Se realizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales bajas.

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 48: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO CALLE-CALLE.

RIO CALLE-CALLE	MAR.94												Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo	
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB					
Caudal (m ³ /s)	0.131	0.248	1.830	1.901	0.344	0.974	0.290	0.331	0.401	0.336	0.182	0.207	0.065	0.6	0.6	0.1	1.9
Ancho (m)	3.1	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	2.5	2.5	3.0	2.6	2.8	1.3	3.0	1.1	1.3	5.0
Temperatura (°C)	13.3	10.3	11.0	9.5	10.8	10.0	9.3	8.0	11.6	11.4	11.6	10.8	11.3	10.7	1.3	8.0	13.3
Color (unid. Pt-Co)	5.0	25.0	29.0	29.0	7.0	2.5	2.5	7.0	122.5	5.0	20.0	14.0	14.0	26.9	32.5	2.5	122.5
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	4.0	2.5	2.5	2.5	2.8	0.7	2.5	5.0
pH	7.2	6.7	6.3	5.8	6.0	6.0	6.3	7.0	6.3	6.9	6.5	6.7	6.1	6.4	0.4	5.8	7.2
Conductividad (uS)	81.2	58.0	57.5	56.4	72.1	61.9	64.7	68.1	72.5	62.1	68.6	69.7	93.0	68.1	9.9	56.4	93.0
NO ₃ - N (ug/l)	272.5	243.8	788.7	185.0	168.2	158.7	160.8	196.7	59.0	151.9	171.8	4.4	87.5	203.8	182.3	4.4	788.7
NO ₃ (ug/l)	1207.2	1080.0	3493.7	819.5	744.9	703.0	718.7	871.6	261.5	673.1	761.0	19.4	387.8	903.2	807.3	19.4	3493.7
NO ₂ - N (ug/l)	1.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.0	0.4	1.4	0.8	1.4	0.7	0.4	0.3	0.6	0.4	0.0	1.4
NO ₂ (ug/l)	3.4	1.5	0.6	0.6	1.1	0.0	1.4	4.7	2.5	4.7	2.2	1.2	0.9	1.9	1.5	0.0	4.7
NH ₃ - N (ug/l)	16.5	22.2	120.3	4.1	4.1	4.1	4.1	20.5	6.1	20.5	12.8	4.7	3.6	18.8	30.1	3.6	120.3
NH ₄ (ug/l)	21.3	28.6	155.2	5.3	5.3	5.3	5.3	26.5	7.9	26.5	16.5	6.1	4.6	24.2	38.9	4.6	155.2
N orgánico (ug/l)	41.0	16.0	167.3	28.7	16.8	78.8	28.7	88.2	41.7	46.8	54.7	7.8	37.4	50.3	40.5	7.8	167.3
N total (mg/l)	293.3	231.6	800.9	208.6	232.2	179.9	184.6	259.9	93.6	173.7	210.7	6.4	120.6	230.5	179.7	6.4	800.9
P total (ug/l)	18.4	9.7	10.3	16.9	21.5	23.1	46.2	217.0	18.4	39.4	23.3	12.2	22.7	36.9	53.0	9.7	217.0
PO ₄ - P (ug/l)	4.5	4.5	2.1	2.2	6.2	4.9	15.4	12.8	7.6	11.2	14.2	6.0	18.1	8.4	5.1	2.1	18.1
Seston total (mg/l)	2.1	3.2	7.1	7.9	4.2	2.7	2.5	14.0	5.1	13.9	3.5	5.6	2.1	5.7	3.9	2.1	14.0
Seston orgánico (mg/l)	1.1	2.6	4.7	4.4	1.9	2.2	2.0	8.5	2.2	7.6	3.0	3.3	1.3	3.4	2.2	1.1	8.5
Seston inorgánico (mg/l)	1.0	0.6	2.4	3.5	2.3	0.4	0.5	5.5	2.9	6.2	0.5	2.3	0.8	2.2	1.9	0.4	6.2

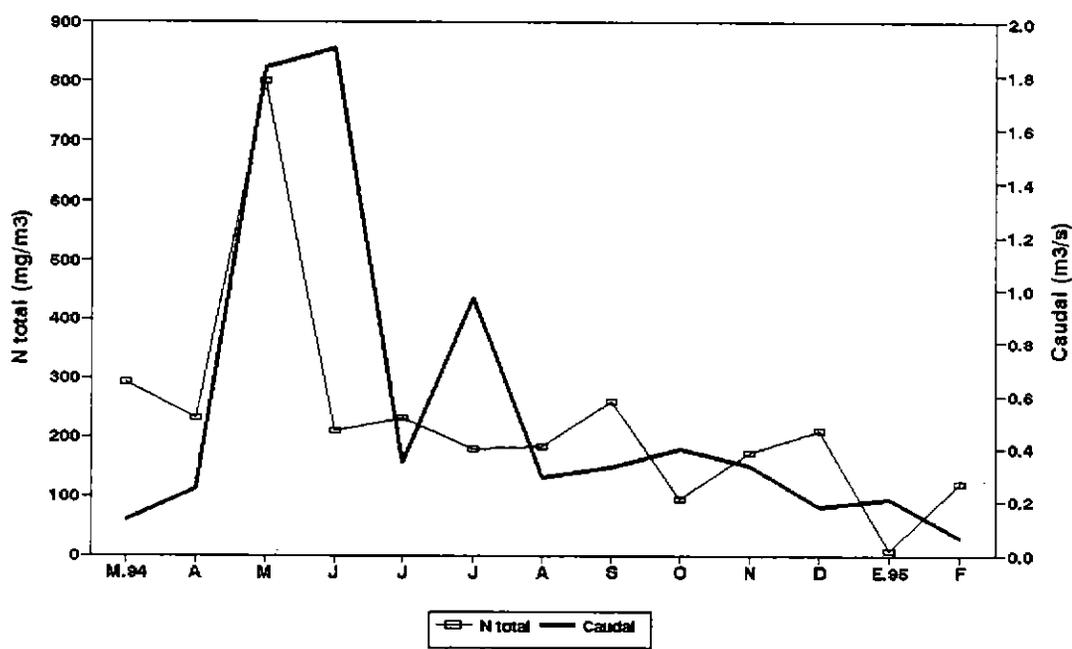
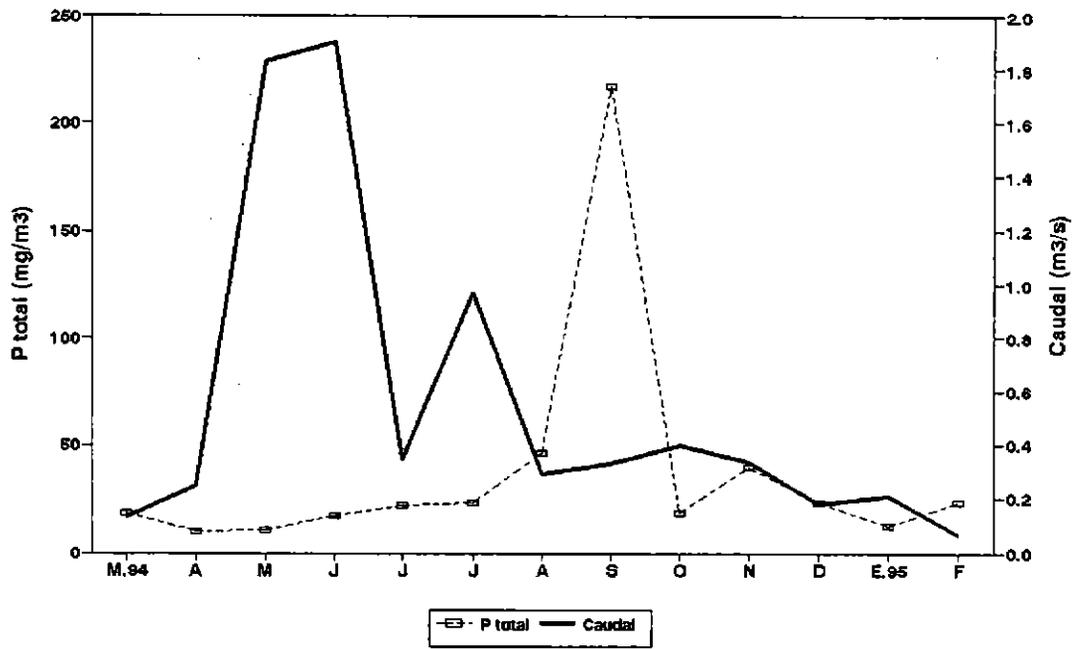


Figura 41: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Calle Calle.

*** Río (Arroyo) Islote (N° 34)**(Tabla 49; Fig.42).

Morfometría. Se encuentra ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 0.3 km² la que está cubierta en un 66.7% de matorral y quila, y 33.3 % de praderas. Su longitud es de 1 km. Su ancho aumentó 8.5 veces desde su mínimo. El caudal aumentó 15 veces desde su mínimo en invierno.

Físico. La temperatura mínima en invierno fue de 8.5°C y la máxima en verano de 14.1°C. El Color presentó valores altos, en cambio los de Turbidez fueron bajos.

Químico. El pH presentó tendencia a la acidez. Conductividad es baja. Nitrato con concentraciones irregulares. Nitrito con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones irregulares. Nitrógeno orgánico con tendencia a ser altas. Nitrógeno total irregular. Fósforo soluble y Fósforo total bajo. Sestón en bajas concentraciones.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de marzo de 1994, ya que se encontraba seco, pero si se realizó el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 49: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO (ARROYO) ISLOTE.

RIO (ARROYO) ISLOTE	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.011	0.239	0.313	0.021	0.072	0.017	0.130	0.076	0.138	0.143	0.038	0.0002	0.1	0.1	0.0	0.3
Ancho (m)	0.7	1.5	1.7	0.2	0.7	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.0	0.3	0.9	0.5	0.2	1.7
Temperatura (°C)	10.8	9.4	9.2	9.8	7.6	9.9	6.5	10.1	8.9	14.0	12.3	14.1	10.2	2.2	6.5	14.1
Color (unid. Pt-Co)	14.0	20.0	29.0	14.0	5.0	7.0	14.0	2.5	7.0	14.0	5.0	14.0	12.1	7.1	2.5	29.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5
pH	7.0	6.7	6.5	6.3	6.2	6.8	6.7	6.9	6.9	6.5	6.5	6.6	6.6	0.2	6.2	7.0
Conductividad (uS)	43.0	36.5	52.0	60.5	48.7	40.9	43.5	64.4	38.6	48.7	55.3	78.9	50.9	11.8	36.5	78.9
NO3 - N (ug/l)	70.7	9.8	155.5	25.1	18.8	30.4	40.5	37.2	19.7	29.5	177.2	61.3	56.3	52.1	9.8	177.2
NO3 (ug/l)	313.2	43.4	689.0	111.4	83.5	135.9	179.2	164.7	87.2	130.9	785.2	271.4	249.6	230.8	43.4	785.2
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.4	0.3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.2	0.2	0.7
NO2 (ug/l)	1.5	0.8	0.7	0.6	1.1	1.7	2.2	1.3	0.9	1.8	2.1	0.9	1.3	0.5	0.6	2.2
NH3 - N (ug/l)	3.7	0.0	0.0	8.0	4.1	3.2	9.0	4.7	7.6	4.7	7.0	0.0	4.3	3.0	0.0	9.0
NH4 (ug/l)	4.8	0.0	0.0	10.3	5.3	4.1	11.6	6.1	9.8	6.1	9.1	0.0	5.6	3.9	0.0	11.6
N organico (ug/l)	10.7	10.7	14.4	26.3	19.2	12.0	15.8	23.6	15.8	42.4	72.0	10.3	22.8	17.2	10.3	72.0
N total (ug/l)	77.1	20.7	170.1	41.4	33.0	38.8	45.4	55.1	26.0	66.4	240.8	71.8	73.9	62.9	20.7	240.8
P total (ug/l)	3.8	4.7	18.9	13.0	15.7	12.9	11.1	12.2	9.4	11.3	23.5	19.8	13.0	5.6	3.8	23.5
PO4 - P (ug/l)	1.1	1.0	2.4	2.0	3.2	5.6	4.2	4.2	1.9	3.2	11.6	3.2	3.6	2.7	1.0	11.6
Seston total (mg/l)	4.0	5.2	3.0	3.5	2.0	1.4	1.7	0.6	1.9	2.9	2.0	1.4	2.5	1.2	0.6	5.2
Seston organico (mg/l)	0.8	3.6	1.5	2.1	1.6	1.2	1.5	0.2	1.7	2.3	1.9	0.9	1.6	0.8	0.2	3.6
Seston inorganico (mg/l)	3.2	1.6	1.5	1.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.6	0.1	0.5	0.8	0.9	0.1	3.2

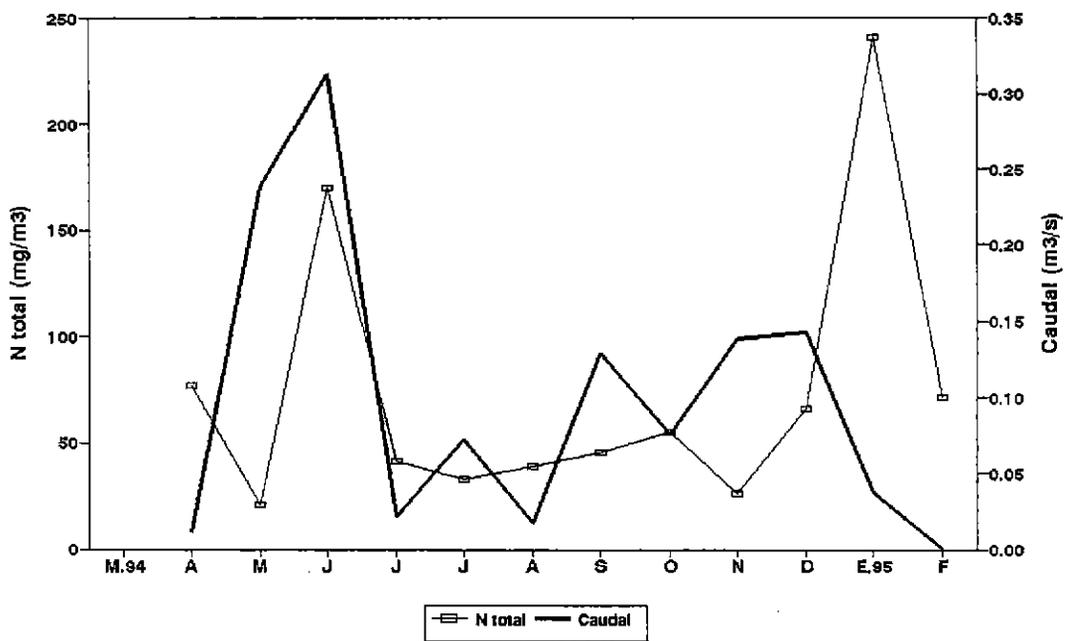
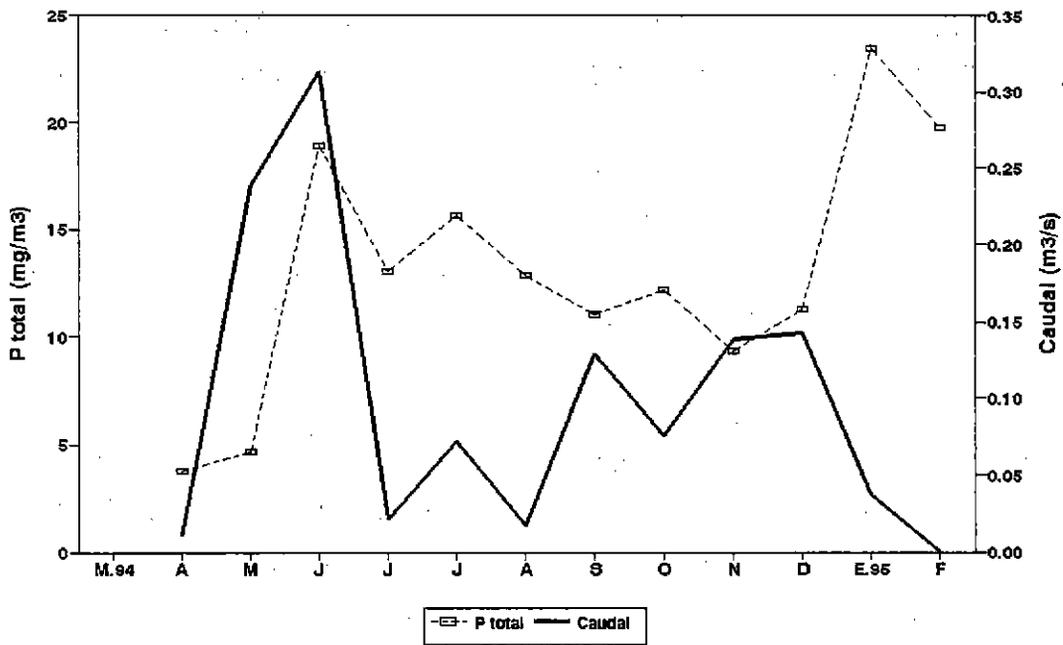


Figura 42: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Islote.

*** Arroyo N°35 (Sin nombre en la carta)(Tabla 50; Fig.43).**

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 0.3 km² la que se encuentra cubierta en un 66.7 % de matorral y quila y un 33.3% de pradera. Su longitud es de 1 km. Su ancho aumentó 6.6 veces de su mínimo. El caudal tuvo una amplia variación de 0.001 a 0.4 m³/s.

Físico. La temperatura fué baja con un mínimo en primavera (7°C) y un máximo en verano (13.4°C). El Color presentó valores relativamente altos. Por su parte la Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH se mantuvo cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. El Nitrato y Amonio presentaron concentraciones irregulares. Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Nitrógeno orgánico relativamente alto. Las concentraciones de Seston fueron bajas.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de marzo de 1994, ya que se encontraba seco, pero si se realizó el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 50: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluyente, ARROYO SIN NOMBRE (35).

ARROYO SIN NOMBRE (35)	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.023	0.267	0.358	0.024	0.099	0.418	0.058	0.051	0.132	0.029	0.036	0.001	0.1	0.1	0.001	0.4
Ancho (m)	0.5	2.0	1.0	0.3	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.4	0.3	2.0
Temperatura (°C)	10.6	10.0	9.7	9.9	8.1	10.1	7.0	10.6	9.4	13.4	11.7	13.2	10.3	1.8	7.0	13.4
Color (unid. Pt-Co)	20.0	29.0	37.5	14.0	2.5	14.0	14.0	5.0	7.0	5.0	7.0	14.0	14.1	10.0	2.5	37.5
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5
pH	7.3	6.7	6.4	6.5	6.2	6.3	6.8	7.1	6.9	6.8	6.6	6.8	6.7	0.3	6.2	7.3
Conductividad (uS)	68.0	56.4	70.2	72.1	64.1	57.5	62.9	79.4	57.5	74.1	60.8	103.8	68.9	12.6	56.4	103.8
NO3 - N (ug/l)	525.8	452.1	142.9	161.8	169.2	195.5	242.6	150.8	95.1	101.8	26.3	129.1	199.4	140.1	26.3	525.8
NO3 (ug/l)	2329.4	2002.9	633.1	717.0	749.6	873.9	1074.9	668.2	421.3	450.8	116.3	571.9	884.1	620.6	116.3	2329.4
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	1.5	0.3	0.5	0.9	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2	1.5
NO2 (ug/l)	1.7	1.1	1.2	0.6	1.3	1.1	5.0	1.0	1.6	2.9	1.9	1.2	1.7	1.1	0.6	5.0
NH3 - N (ug/l)	3.7	56.4	0.0	11.9	3.2	9.9	6.1	7.6	7.6	7.0	0.0	5.9	9.9	14.4	0.0	56.4
NH4 (ug/l)	4.8	72.7	0.0	15.3	4.1	12.8	7.9	9.8	9.8	9.1	0.0	7.6	12.8	18.6	0.0	72.7
N organico (ug/l)	26.7	97.9	16.8	52.6	9.6	33.5	26.2	18.4	28.8	42.4	17.7	34.9	33.8	22.4	9.6	97.9
N total (ug/l)	548.3	477.7	160.1	175.1	199.3	216.5	262.4	159.8	114.5	135.9	44.5	156.8	220.9	141.0	44.5	548.3
P total (ug/l)	7.1	4.1	18.7	15.7	16.6	15.4	21.6	15.3	11.3	16.1	11.2	42.9	16.3	9.3	4.1	42.9
Seston total (mg/l)	1.7	2.1	3.2	2.1	3.8	10.6	18.4	6.4	3.7	5.8	5.6	7.2	5.9	4.5	1.7	18.4
Seston organico (mg/l)	1.9	6.6	2.4	2.0	2.0	0.9	2.1	0.9	3.0	4.1	3.1	3.3	2.7	1.5	0.9	6.6
Seston inorganico (mg/l)	0.7	4.3	0.5	1.3	0.0	1.0	0.1	1.0	0.2	0.3	0.3	1.1	0.9	1.1	0.0	4.3

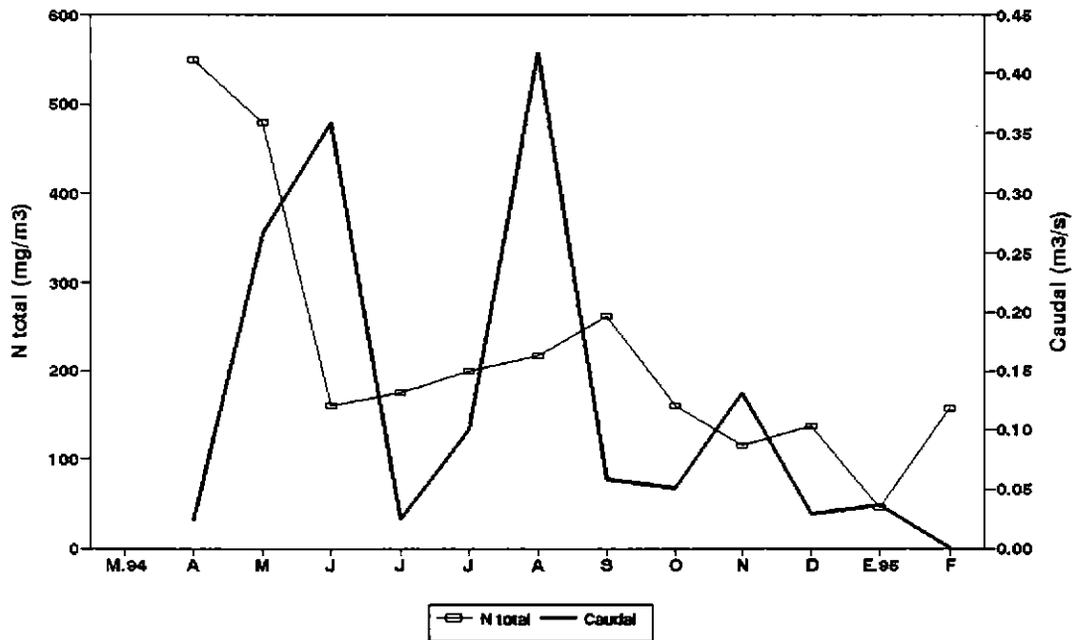
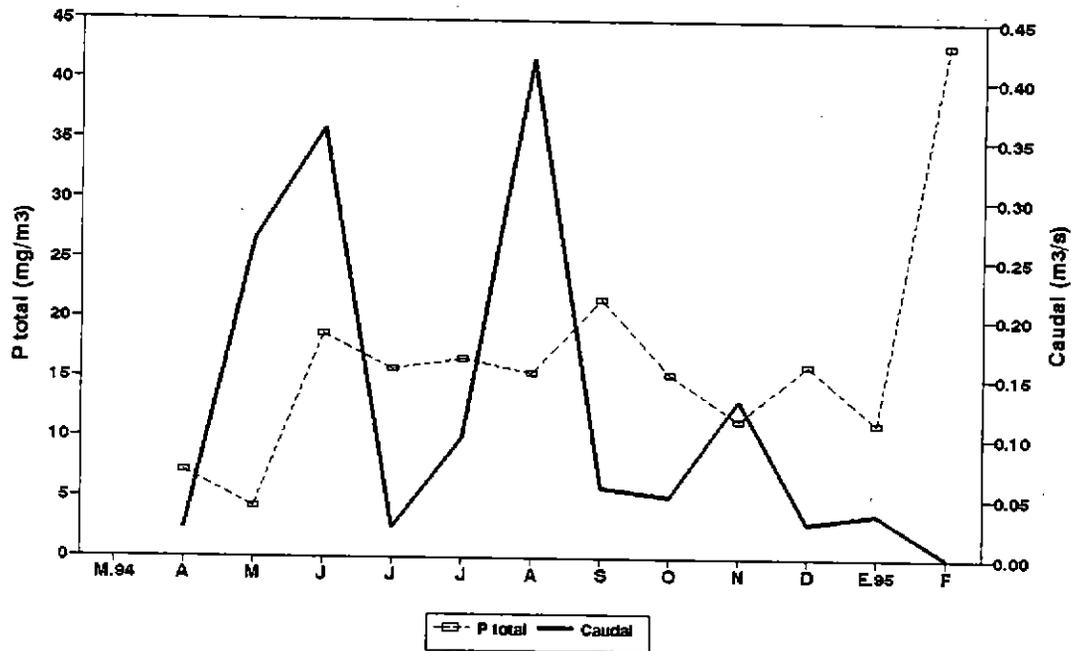


Figura 43: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Arroyo N° 35.

*** Río (Arroyo) N°36 (Sin nombre en la carta)(Tabla 51; Fig.44).**

Morfometría. Se encuentra ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 0.3 km² la cual está cubierta en un 66.7% de pradera y 33.3% de matorral y quila. Tiene una longitud de 1 km. Es un arroyo el cual tiene su desagüe encauzado en un tubo artificial. El caudal tuvo una variación de 0.009 a 0.2 m³/s.

Físico. La temperatura fué relativamente alta con un mínimo (9.2°C) en primavera y un máximo (14.8°C) a inicios del verano. El Color presentó valores altos, la Turbidez fué baja.

Químico. En el pH no se visualizan cambios, sigue manteniéndose cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Nitrato, Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total, todos ellos tuvieron bajas concentraciones. Las concentraciones de Amonio y Nitrógeno orgánico con fueron relativamente altas. El Sestón presentó bajos valores con predominancia de materia orgánica.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Marzo y Abril de 1994 y Febrero de 1995, ya que se encontraba seco, pero si fue posible realizar el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 51: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, ARROYO SIN NOMBRE (36).

ARROYO SIN NOMBRE (36)	Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, ARROYO SIN NOMBRE (36)												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95				
Caudal (m3/s)	0.020	0.181	0.030	0.030	0.030	0.147	0.014	0.018	0.017	0.009	0.012	0.048	0.1	0.009	0.2	
Ancho (diámetro tubo m)	0.9	0.8	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.4	0.5	0.7	0.2	0.4	0.9	
Temperatura (°C)	11.1	10.8	10.8	10.0	10.5	9.2	10.5	11.0	14.8	11.7	11.0	11.0	1.4	9.2	14.8	
Color (unid. Pt-Co)	52.5	50.0	14.0	5.0	29.0	14.0	14.0	14.0	14.0	5.0	5.0	20.3	16.9	5.0	52.5	
Turbidez (mg/l)	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	0.2	2.5	3.0	
pH	6.8	6.6	6.5	6.2	6.6	7.0	6.5	6.9	6.8	7.0	7.0	6.7	0.2	6.2	7.0	
Conductividad (uS)	75.2	76.2	74.3	74.1	69.0	72.8	85.2	78.3	75.2	60.8	74.1	74.1	5.9	60.8	85.2	
NO3 - N (ug/l)	516.2	136.6	276.5	157.6	155.5	213.1	252.5	107.1	16.4	106.1	193.8	193.8	129.3	16.4	516.2	
NO3 (ug/l)	2286.8	605.2	1224.7	698.3	695.2	944.2	1118.5	474.6	72.7	470.2	859.0	859.0	572.8	72.7	2286.8	
NO2 - N (ug/l)	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	1.1	0.4	0.4	1.1	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	1.1	
NO2 (ug/l)	1.1	0.7	0.7	1.4	1.1	3.6	1.3	1.4	3.5	2.1	1.7	1.7	1.0	0.7	3.6	
NH3 - N (ug/l)	118.9	4.1	9.9	3.2	9.9	4.7	10.5	7.6	9.3	5.9	18.4	18.4	33.6	3.2	118.9	
NH4 (ug/l)	153.4	5.3	12.8	4.1	12.8	6.1	13.5	9.8	12.0	7.6	23.7	23.7	43.3	4.1	153.4	
N organico (ug/l)	158.4	107.5	33.5	12.0	76.4	8.1	26.2	15.8	42.4	15.2	49.5	49.5	47.1	8.1	158.4	
N total (ug/l)	521.5	239.0	297.4	166.0	219.5	216.2	265.5	113.6	47.8	114.4	220.1	220.1	124.3	47.8	521.5	
P total (ug/l)	10.8	18.3	11.9	15.7	18.5	11.8	12.6	9.4	13.7	14.8	13.7	13.7	2.9	9.4	18.5	
PO4 - P (ug/l)	0.6	1.1	1.2	2.8	8.2	5.0	4.6	1.3	3.0	7.8	3.6	3.6	2.6	0.6	8.2	
Seston total (mg/l)	13.8	3.5	2.1	2.1	2.0	2.3	2.0	5.4	2.0	2.3	3.7	3.7	3.5	2.0	13.8	
Seston organico (mg/l)	8.3	2.4	1.4	1.7	0.7	2.0	1.0	3.6	1.8	2.0	2.5	2.5	2.1	0.7	8.3	
Seston inorganico (mg/l)	5.5	1.1	0.7	0.4	1.2	0.2	1.0	1.8	0.1	0.3	1.2	1.2	1.5	0.1	5.5	

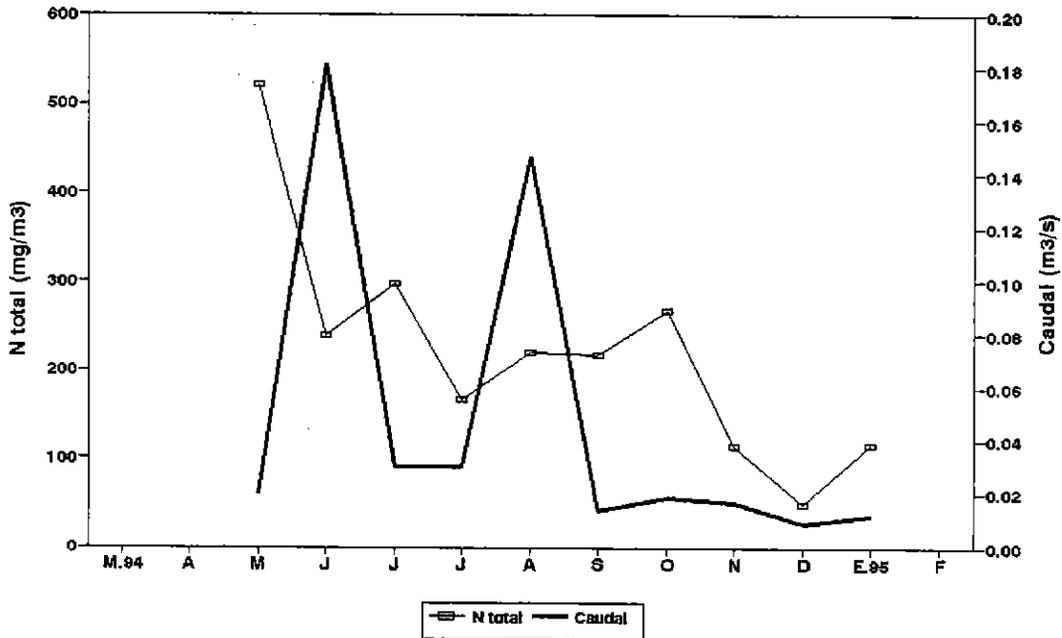
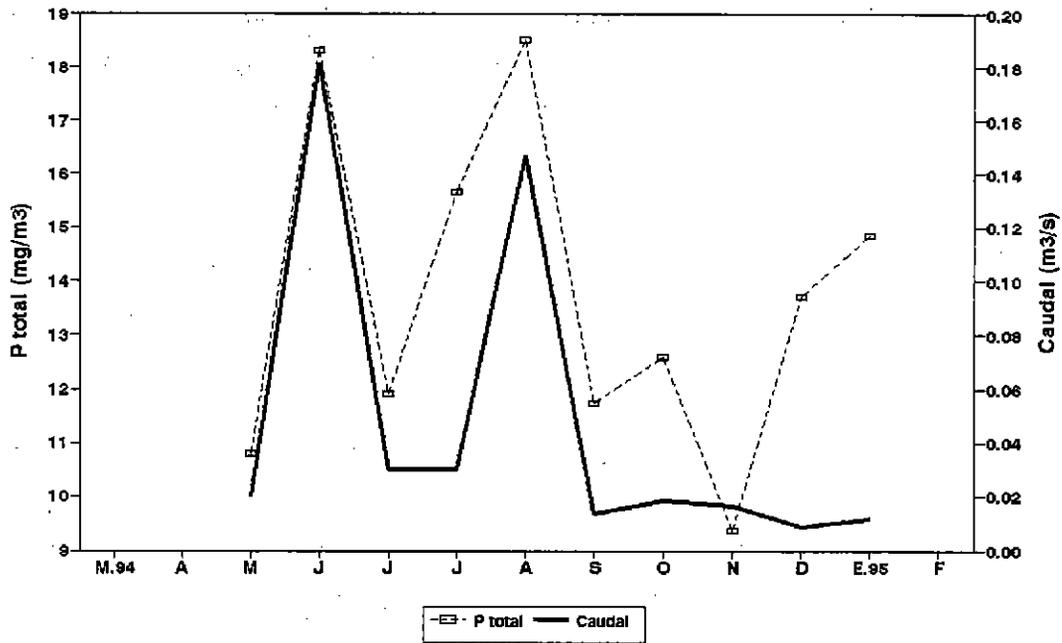


Figura 44: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) N° 36.

*** Arroyo N° 37 (Sin nombre en la carta)(Tabla 52; Fig.45).**

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 0.5 km² que se encuentra cubierta en un 60% de pradera y 40% de matorral y quila. Su longitud es de 1 km. Es un arroyo que también se encuentra (su desagüe) encauzado en un tubo artificial, el cual tiene un diámetro es de 1 m. El caudal varió de 0.003 a 0.2 m³/s.

Físico. La temperatura fue relativamente alta, con un mínimo de 9.9°C en primavera y un máximo de 14.4°C en verano. El Color presentó valores altos. Los valores de Turbidez fueron bajos.

Químico. El pH presentó tendencia a la acidez. La Conductividad mantuvo valores bajos. Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con altas concentraciones. Nitrito con concentraciones irregulares. Fósforo soluble y total fueron relativamente bajos. El Seston mantuvo concentraciones bajas con predominio de materia orgánica.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Marzo de 1994, ya que se encontraba seco, pero si fue posible realizar el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 52: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, ARROYO SIN NOMBRE (37).

ARROYO SIN NOMBRE (37)	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	0.012	0.174	0.131	0.022	0.051	0.131	0.052	0.021	0.032	0.019	0.016	0.003	0.1	0.1	0.003	0.2
Ancho (diametro m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
Temperatura (°C)	12.2	12.1	11.8	10.9	10.3	11.4	9.9	11.8	10.5	14.4	13.7	14.2	11.9	1.4	9.9	14.4
Color (Unid.Pt-Co)	45.0	105.0	52.5	14.0	7.0	20.0	20.0	20.0	17.5	29.0	5.0	14.0	29.1	26.6	5.0	105.0
Turbidez (mg/l)	3.0	5.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	0.7	2.5	5.0
pH	6.6	6.1	5.9	6.1	5.9	6.4	6.5	7.1	6.9	6.7	7.0	6.2	6.5	0.4	5.9	7.1
Conductividad (uS)	45.0	53.1	45.3	47.7	49.8	41.4	44.6	54.7	51.2	53.6	47.5	66.5	50.0	6.3	41.4	66.5
NO3 - N (ug/l)	1311.1	118.8	557.2	563.5	550.9	549.9	536.6	520.2	415.3	15.3	159.7	121.4	451.7	327.9	15.3	1311.1
NO3 (ug/l)	5808.1	526.2	2468.5	2496.4	2440.5	2457.9	2377.3	2304.7	1839.9	67.9	707.6	538.0	2002.8	1453.3	67.9	5808.1
NO2 - N (ug/l)	0.7	0.9	0.5	0.2	0.9	0.6	1.7	0.5	1.2	3.1	0.9	0.4	1.0	0.7	0.2	3.1
NO2 (ug/l)	2.2	2.8	1.5	0.6	2.8	2.0	5.6	1.7	4.0	10.0	3.1	1.2	3.1	2.4	0.6	10.0
NH3 - N (ug/l)	26.4	22.2	10.9	8.0	9.0	7.0	19.1	14.8	9.0	8.2	7.0	5.9	12.3	6.5	5.9	26.4
NH4 (ug/l)	34.1	28.6	14.0	10.3	11.6	9.1	24.6	19.1	11.6	10.6	9.1	7.6	15.9	8.4	7.6	34.1
N organico (ug/l)	14.2	37.4	31.1	33.5	40.6	28.7	41.7	33.9	64.9	37.4	12.7	20.1	33.0	13.4	12.7	64.9
N total (ug/l)	1291.9	128.4	574.7	586.9	580.9	570.1	555.4	535.6	469.9	45.2	164.3	134.4	469.8	321.1	45.2	1291.9
P total (ug/l)	6.9	18.6	16.1	14.6	15.3	21.1	14.3	13.3	18.8	22.6	9.9	15.1	15.5	4.2	6.9	22.6
PO4 - P (ug/l)	1.6	0.4	1.0	2.0	2.7	18.8	8.4	4.6	7.6	3.6	4.0	7.0	5.1	4.8	0.4	18.8
Seston total (mg/l)	4.7	19.3	6.7	2.6	2.9	0.5	2.7	2.1	6.7	2.1	2.4	4.2	4.8	4.7	0.5	19.3
Seston organico (mg/l)	3.1	9.6	3.0	2.0	2.3	0.3	2.5	1.4	4.3	1.7	2.3	1.7	2.9	2.2	0.3	9.6
Seston inorganico (mg/l)	1.6	9.7	3.7	0.6	0.6	0.2	0.2	0.8	2.5	0.4	0.1	2.5	1.9	2.6	0.1	9.7

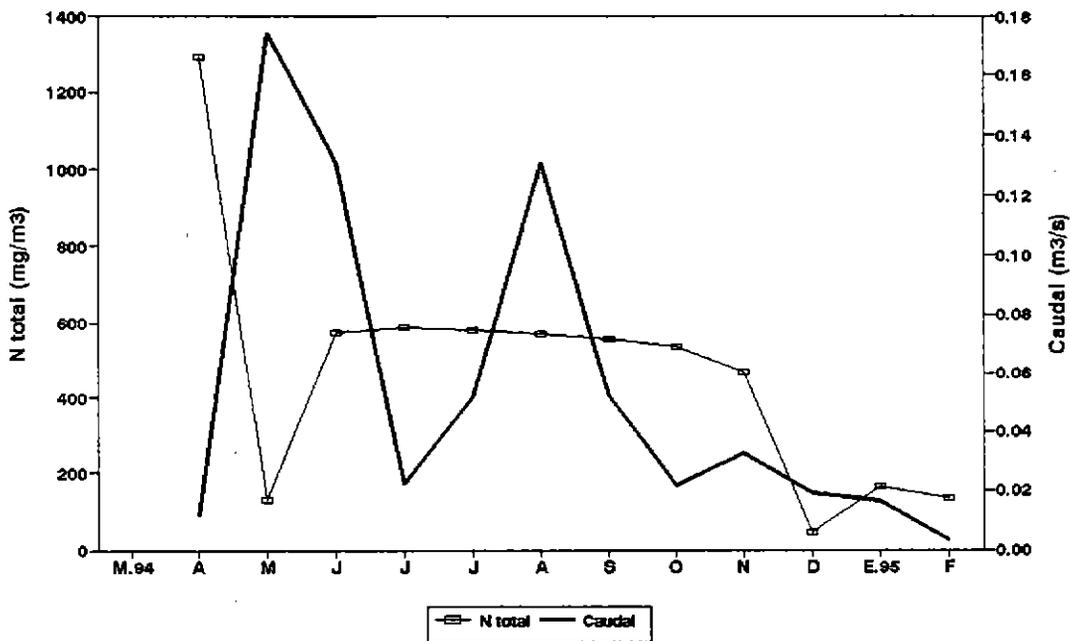
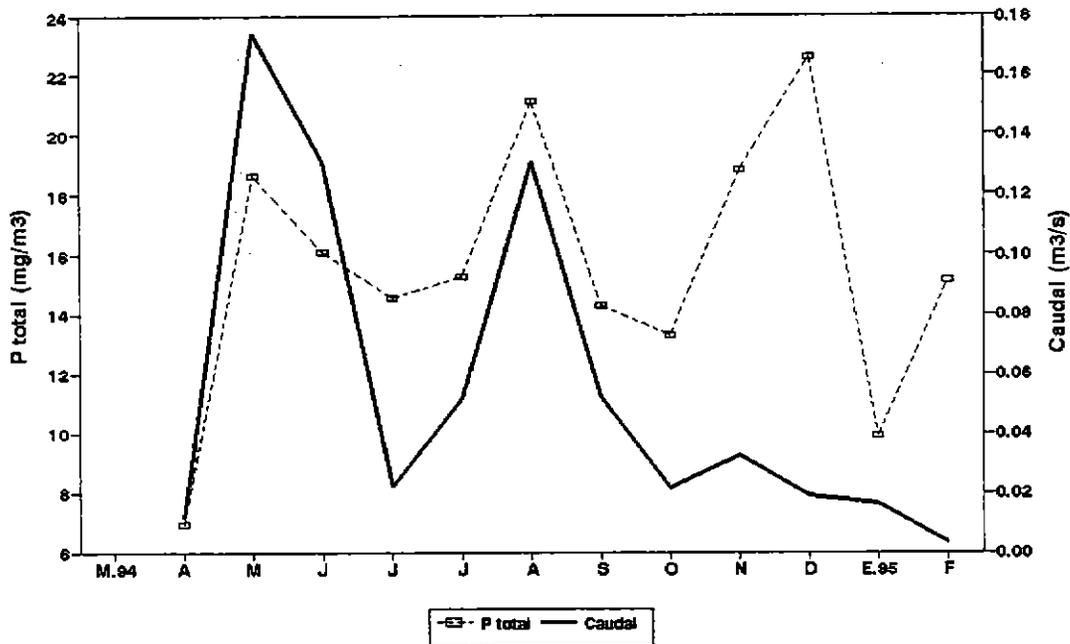


Figura 45: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) N° 37.

* **Río (Arroyo) Salto Islote (N° 39)**(Tabla 53; Fig.46).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 1.7 km² que está cubierta en un 41.2 % de bosque nativo y 35.35 de praderas. Tiene una longitud de 1 km y un ancho de 1m. El caudal varía ampliamente de 1 a 114 l/s.

Físico. La temperatura fue relativamente alta con un mínimo de 9.7°C en invierno y un máximo en verano. Los valores de Color fueron muy altos. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH presentó tendencia a la acidez. Los valores de Conductividad fueron bajos. Las concentraciones de los nutrientes Nitrato y Nitrógeno orgánico fueron altas. El Nitrito presentó bajas concentraciones. Las concentraciones de Amonio, Fósforo total y Fósforo soluble fueron irregulares. En el Nitrógeno total las concentraciones fueron relativamente altas, especialmente en Febrero. Las concentraciones de Seston con predominio de materia orgánica fueron altas.

Biológico. El análisis bacteriológico realizado durante el verano mostró concentraciones de coliformes fecales muy altas.

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 53: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO (ARROYO) SALTO ISLOTE.

RIO (ARROYO) SALTO ISLOTE	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo	
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB					
Caudal (m3/s)	0.075	0.008	0.063	0.089	0.011	0.032	0.114	0.035	0.027	0.035	0.025	0.018	0.001	0.041	0.033	0.001	0.114
Ancho (diámetro m)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
Temperatura (°C)	11.0	10.9	11.7	11.5	10.0	9.7	11.0	9.9	10.8	10.9	12.6	11.5	13.1	11.1	0.9	9.7	13.1
Color (unid. Pt-Co)	37.5	45.0	100.0	50.0	29.0	14.0	25.0	42.5	20.0	70.0	20.0	29.0	5.0	37.5	24.4	5.0	100.0
Turbidez (mg/l)	2.5	3.0	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	4.0	2.5	2.5	2.5	2.8	0.5	2.5	4.0
pH	6.9	7.0	6.5	6.3	6.4	5.9	6.7	6.6	6.4	7.1	6.1	6.9	5.9	6.5	0.4	5.9	7.1
Conductividad (uS)	38.7	33.0	39.2	40.9	42.4	51.4	41.4	41.1	48.3	39.7	38.7	44.2	50.8	42.3	5.0	33.0	51.4
NO3 - N (ug/l)	189.2	144.4	122.0	96.7	38.8	71.4	137.7	103.8	94.0	134.4	94.1	433.3	90.8	134.7	93.3	38.8	433.3
NO3 (ug/l)	838.2	639.8	540.4	428.2	172.0	316.4	615.3	460.0	416.5	595.6	416.8	1919.4	402.3	597.0	413.4	172.0	1919.4
NO2 - N (ug/l)	0.8	2.2	0.4	0.2	0.4	0.0	0.5	1.0	0.6	0.6	1.1	1.1	0.7	0.7	0.5	0.0	2.2
NO2 (ug/l)	2.5	7.1	1.4	0.7	1.2	0.0	1.5	3.2	2.0	2.1	3.6	3.6	2.3	2.4	1.7	0.0	7.1
NH3 - N (ug/l)	4.4	5.1	23.6	3.2	10.9	7.0	6.1	10.5	7.6	17.7	8.2	7.0	9.3	9.3	5.4	3.2	23.6
NH4 (ug/l)	5.7	6.6	30.5	4.1	14.0	9.1	7.8	13.5	9.8	22.8	10.6	9.1	12.0	12.0	7.0	4.1	30.5
N orgánico (ug/l)	6.6	49.8	97.9	40.6	33.5	97.9	16.8	21.0	44.3	126.9	59.6	17.7	32.5	49.6	35.3	6.6	126.9
N total (ug/l)	190.9	189.8	189.8	133.4	58.6	160.3	147.1	112.3	129.1	239.2	144.3	443.0	112.0	173.1	89.4	58.6	443.0
P total (ug/l)	15.0	10.6	32.7	15.3	17.3	23.1	18.3	21.9	16.8	25.0	15.3	11.0	14.8	18.2	5.8	10.6	32.7
PO4 - P (ug/l)	2.9	1.2	1.6	1.0	3.8	4.5	14.4	18.6	8.0	18.2	4.2	5.4	5.0	6.8	6.0	1.0	18.6
Seston total (mg/l)	5.1	11.8	38.1	7.2	4.8	5.1	0.6	14.0	9.0	23.9	6.1	7.5	2.3	10.4	9.8	0.6	38.1
Seston orgánico (mg/l)	3.6	6.6	19.9	5.1	3.0	4.1	0.5	9.4	5.9	15.1	4.5	4.5	1.5	6.4	5.3	0.5	19.9
Seston inorgánico (mg/l)	1.5	5.2	18.1	2.2	1.8	1.0	0.2	4.7	3.1	8.8	1.6	3.0	0.8	4.0	4.6	0.2	18.1

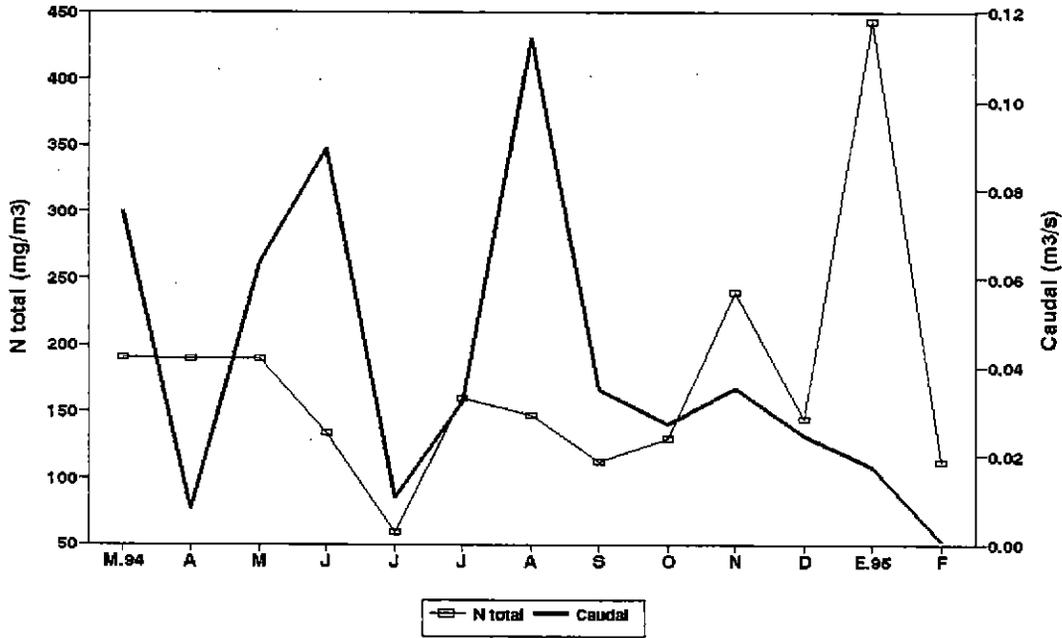
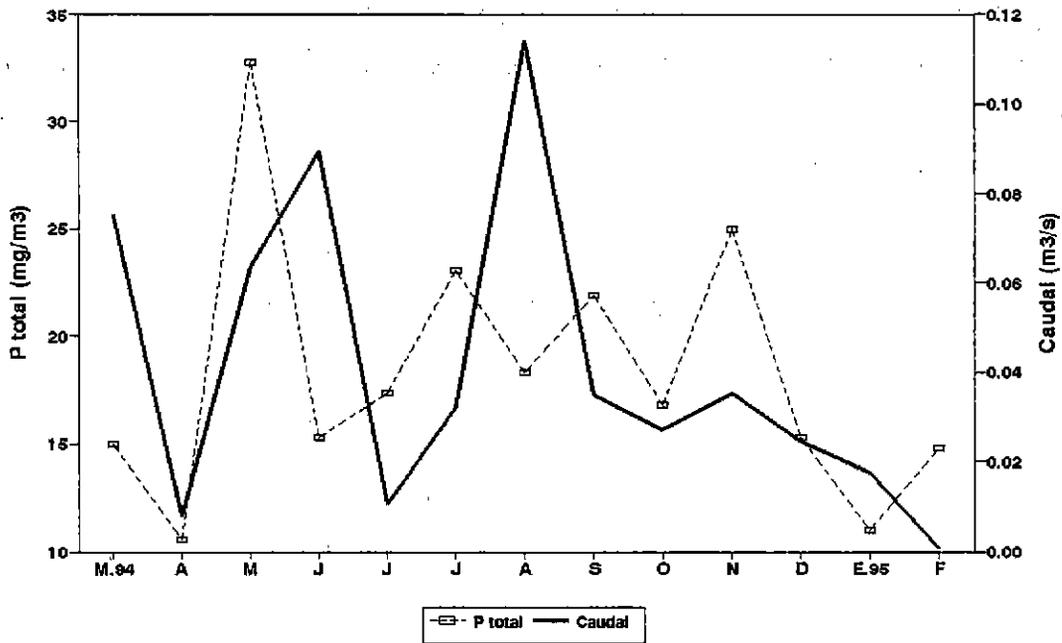


Figura 46: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Salto Islote.

* **Río Bonito (N° 40)**(Tabla 54; Fig.47).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 70 km² la cual está cubierta en un 75.35% de bosque nativo, 15.9 % de lava y 7.9% de praderas. Su longitud es de 25 km. Su ancho aumentó 2.3 veces su mínimo. El caudal aumentó 14.3 veces desde su mínimo en verano.

Físico. La temperatura fué baja, con un mínimo de 7.8°C en invierno y un máximo de 12.8°C al inicio de verano. Los valores de Color fueron altos. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH presentó tendencia a la acidez. La Conductividad fue baja. Nitrato con concentraciones irregulares. Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones bajas. Amonio con concentraciones relativamente altas. Nitrógeno orgánico con concentraciones altas. Las concentraciones de Seston fueron bajas.

Biológico. Las concentraciones de Coliformes fecales obtenidas en el análisis bacteriológico realizado en este afluente también fueron óptimas (0 ufc/100 ml).

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 54: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO BONITO.

RIO BONITO

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
Caudal (m3/s)	7.4	9.4	53.2	44.9	20.4	20.1	48.3	9.9	7.7	26.1	8.2	7.0	3.7	20.5	16.8	3.7	53.2
Ancho (m)	15.0	29.0	35.0	30.0	29.0		30.0	25.0	27.0	32.0	30.0	30.0	30.0	28.5	4.7	15.0	35.0
Temperatura (°C)	10.7	9.6	9.5	9.1	8.8	7.8	8.9	8.9	10.4	10.0	12.8	10.5	12.5	10.0	1.4	7.8	12.8
Color (unid. Pt-Co)	14.0	14.0	37.5	45.0	20.0	0.0	117.5	7.0	5.0	14.0	5.0	2.5	5.0	22.0	30.4	0.0	117.5
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.0	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.0	5.0
pH	7.0	7.0	6.5	6.1	6.0	6.2	6.6	6.6	6.5	7.0	6.7	6.4	5.9	6.5	0.4	5.9	7.0
Conductividad (uS)	42.6	32.0	28.2	36.5	37.1	40.9	34.5	41.5	55.2	40.3	42.0	39.8	58.1	40.7	7.9	28.2	58.1
NO3 - N (ug/l)	41.9	51.2	259.8	38.8	84.0	33.6	54.6	27.3	16.4	19.7	15.3	79.9	4.4	55.9	63.2	4.4	259.8
NO3 (ug/l)	185.6	228.0	1150.9	172.0	372.3	148.7	244.0	121.1	72.7	87.2	67.9	353.8	19.4	248.0	280.0	19.4	1150.9
NO2 - N (ug/l)	0.5	0.7	0.2	0.2	0.4	0.2	0.9	0.7	0.4	0.4	0.7	0.8	0.3	0.5	0.2	0.2	0.9
NO2 (ug/l)	1.6	2.3	0.7	0.7	1.4	0.6	2.8	2.2	1.2	1.4	2.2	2.5	0.8	1.6	0.7	0.6	2.8
NH3 - N (ug/l)	0.0	3.7	42.1	3.2	6.1	7.0	3.2	11.9	4.7	6.1	15.1	4.7	0.0	8.3	10.6	0.0	42.1
NH4 (ug/l)	0.0	4.8	54.3	4.1	7.8	9.1	4.1	15.4	6.1	7.9	19.5	6.1	0.0	10.7	13.6	0.0	54.3
N orgánico (ug/l)	4.4	14.2	64.1	16.8	23.9	38.3	12.0	21.0	18.4	26.2	39.9	22.6	5.3	23.6	15.5	4.4	64.1
N total (ug/l)	46.8	61.7	269.8	51.7	100.6	62.9	63.4	33.6	29.1	38.4	36.4	97.2	10.0	69.4	62.8	10.0	269.8
P total (ug/l)	5.1	2.8	7.3	14.6	14.8	18.3	15.1	12.7	11.6	11.9	14.0	14.1	74.6	16.7	17.2	2.8	74.6
PO4 - P (ug/l)	2.2	2.0	1.2	1.4	3.1	4.3	9.2	5.8	3.3	3.9	6.2	7.6	10.2	4.7	2.8	1.2	10.2
Seston total (mg/l)	2.6	2.0	1.7	4.3	1.2	2.1	0.5	1.4	0.1	2.5	2.0	1.9	0.9	1.8	1.0	0.1	4.3
Seston orgánico (mg/l)	1.9	1.8	1.6	2.3	1.0	1.4	0.3	1.3	0.0	2.5	1.9	1.4	0.5	1.4	0.7	0.0	2.5
Seston inorgánico (mg/l)	0.8	0.2	0.1	1.9	0.1	0.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4	0.5	0.1	1.9

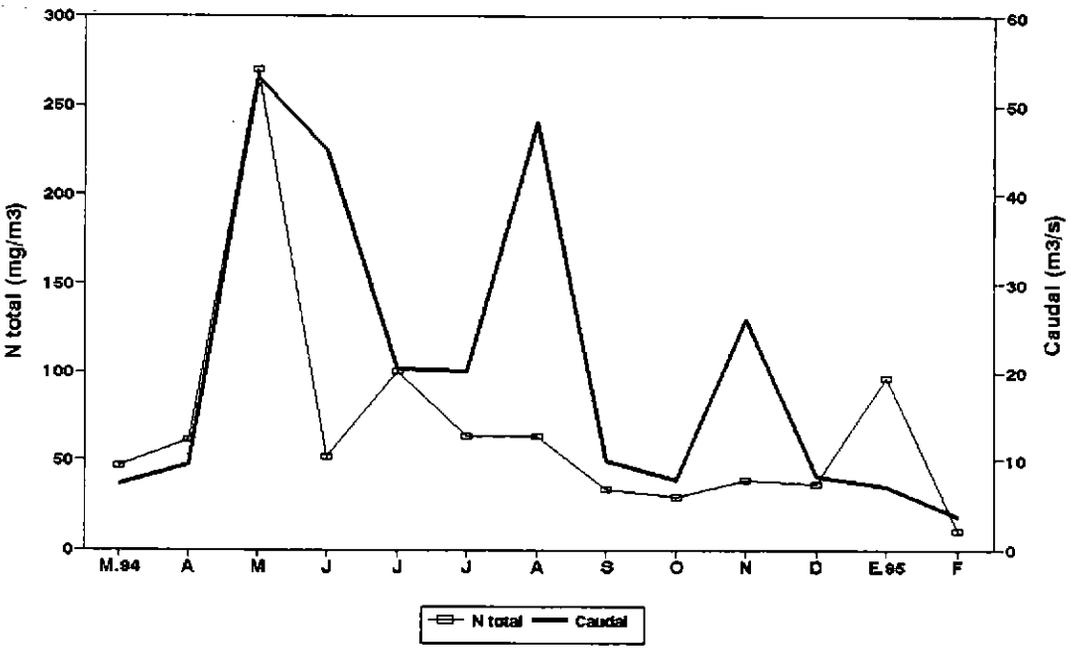
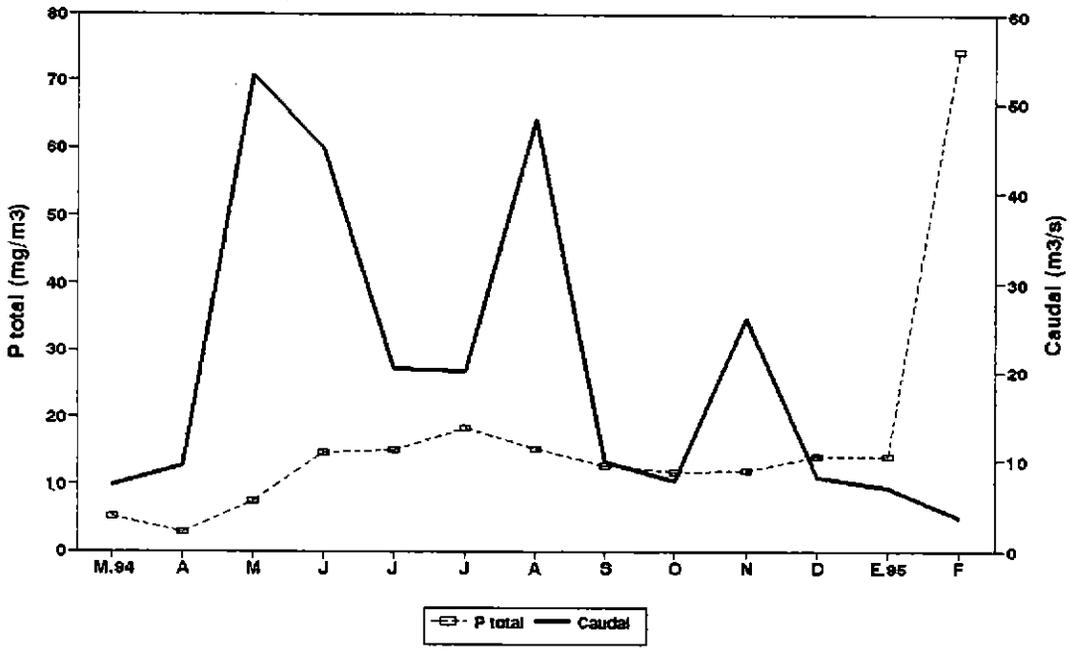


Figura 47: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Bonito.

*** Río Las Truchas (N° 41)**(Tabla 55; Fig.48).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector precordiillerano. Tiene una subcuenca de 2.6 km² la cual está cubierta de bosque nativo en un 65.9% y de pradera en 34%. Su longitud es de 3 km. Su ancho aumentó 3 veces de su mínimo. El caudal aumentó 25 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue baja, con un mínimo (8.7°C) en invierno y un máximo (14.9°C) en verano. El Color presentó valores altos. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH se mantuvo cercano a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Las concentraciones de Nitrato y Nitrógeno orgánico fueron altas. El Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con bajas concentraciones. Las concentraciones de Amonio fueron irregulares y algunas muy altas como en el mes de Abril. Lasd concentraciones de Sestón, constituídas primordialmente de materia orgánica, fueron bajas.

Biológico. El análisis bacteriológico realizado durante el verano mostró concentraciones de coliformes fecales bajas.

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 55: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO LAS TRUCHAS.

RIO LAS TRUCHAS	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	0.103	0.319	2.522	1.308	0.268	0.745	1.539	0.296	0.198	0.518	0.170	0.259	0.098				
Caudal (m3/s)	0.103	0.319	2.522	1.308	0.268	0.745	1.539	0.296	0.198	0.518	0.170	0.259	0.098	0.6	0.7	0.1	2.5
Ancho (m)	3.0	4.2	6.0	4.5	3.5	3.5	5.0	3.6	3.0	4.2	3.0	3.6	2.0	3.8	1.0	2.0	6.0
Temperatura (°C)	11.9	11.3	10.6	10.3	9.9	8.7	10.4	9.3	12.5	12.1	14.9	12.7	14.3	11.5	1.8	8.7	14.9
Color (unid.Pt-Co)	29.0	25.0	50.0	37.5	14.0	5.0	122.5	17.5	5.0	20.0	20.0	5.0	5.0	27.3	30.5	5.0	122.5
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.7	2.5	5.0
pH	7.1	7.1	6.6	6.2	6.4	6.1	6.6	6.7	6.6	7.3	6.4	7.0	6.3	6.6	0.4	6.1	7.3
Conductividad (uS)	46.4	35.5	34.8	38.7	48.8	47.5	41.4	41.1	51.8	46.0	45.3	46.4	58.1	44.8	6.2	34.8	58.1
NO3 - N (ug/l)	240.5	234.2	448.9	133.5	129.2	115.6	169.2	109.3	137.7	76.5	99.6	13.1	33.9	149.3	107.0	13.1	448.9
NO3 (ug/l)	1065.4	1037.4	1988.7	591.2	572.6	512.0	756.4	484.2	610.1	339.0	441.1	58.2	150.3	662.0	474.1	58.2	1988.7
NO2 - N (ug/l)	0.8	0.7	0.5	0.3	0.0	0.5	0.4	1.1	0.3	0.7	1.2	0.5	0.4	0.6	0.3	0.0	1.2
NO2 (ug/l)	2.6	2.2	1.6	1.1	0.0	1.8	1.3	3.5	1.0	2.2	4.0	1.6	1.2	1.9	1.0	0.0	4.0
NH3 - N (ug/l)	9.4	77.7	40.7	3.2	3.2	3.2	4.1	7.6	9.0	7.6	4.7	0.0	16.2	14.3	20.8	0.0	77.7
NH4 (ug/l)	12.1	100.2	52.5	4.1	4.1	4.1	5.3	9.8	11.6	9.8	6.1	0.0	21.0	18.5	26.9	0.0	100.2
N orgánico (ug/l)	44.6	10.7	87.2	40.6	26.3	12.0	26.3	13.3	21.0	15.8	37.4	10.3	79.4	32.7	24.3	10.3	87.2
N total (ug/l)	273.8	145.3	484.1	170.4	124.0	151.5	190.6	113.8	147.4	83.2	132.1	23.9	92.7	164.1	108.3	23.9	484.1
P total (ug/l)	11.7	14.5	15.6	18.2	17.3	17.3	17.1	19.2	17.5	18.6	16.5	10.9	58.2	19.4	11.4	10.9	58.2
PO4 - P (ug/l)	2.8	2.4	2.2	2.0	3.2	4.3	11.8	14.6	8.8	4.6	6.8	5.2	4.8	5.7	3.8	2.0	14.6
Seston total (mg/l)	5.5	6.7	4.3	6.5	2.7	3.0	1.4	2.8	4.1	7.1	3.2	2.9	4.4	4.2	1.7	1.4	7.1
Seston orgánico (mg/l)	2.6	2.4	2.7	4.1	1.9	2.3	0.6	2.7	2.7	4.8	2.7	2.4	2.4	2.6	1.0	0.6	4.8
Seston inorgánico (mg/l)	2.9	4.3	1.6	2.5	0.8	0.7	0.8	0.2	1.5	2.3	0.5	0.6	2.1	1.6	1.1	0.2	4.3

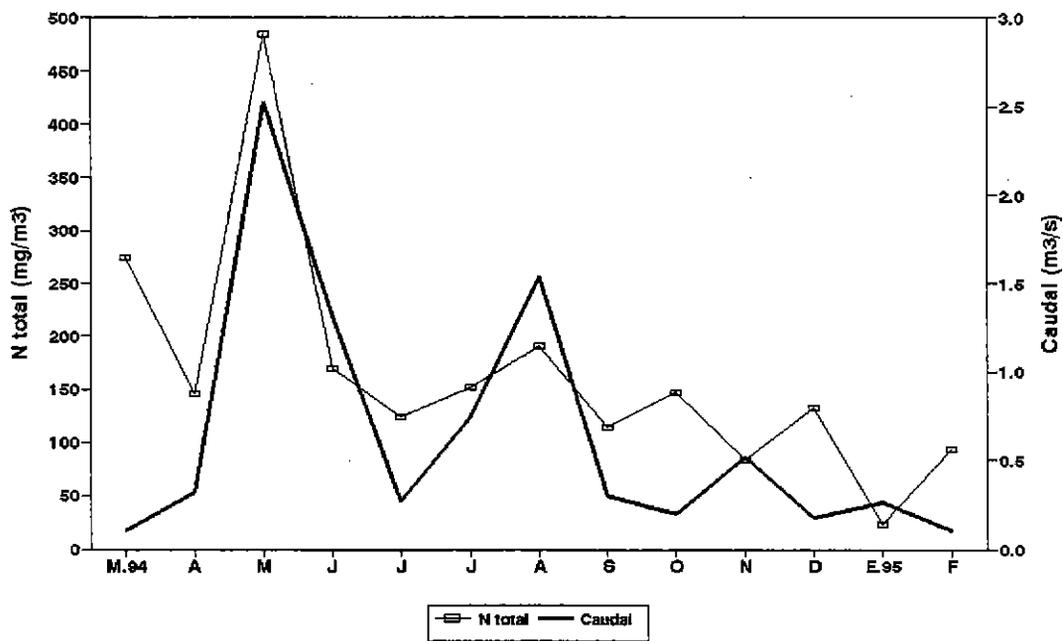
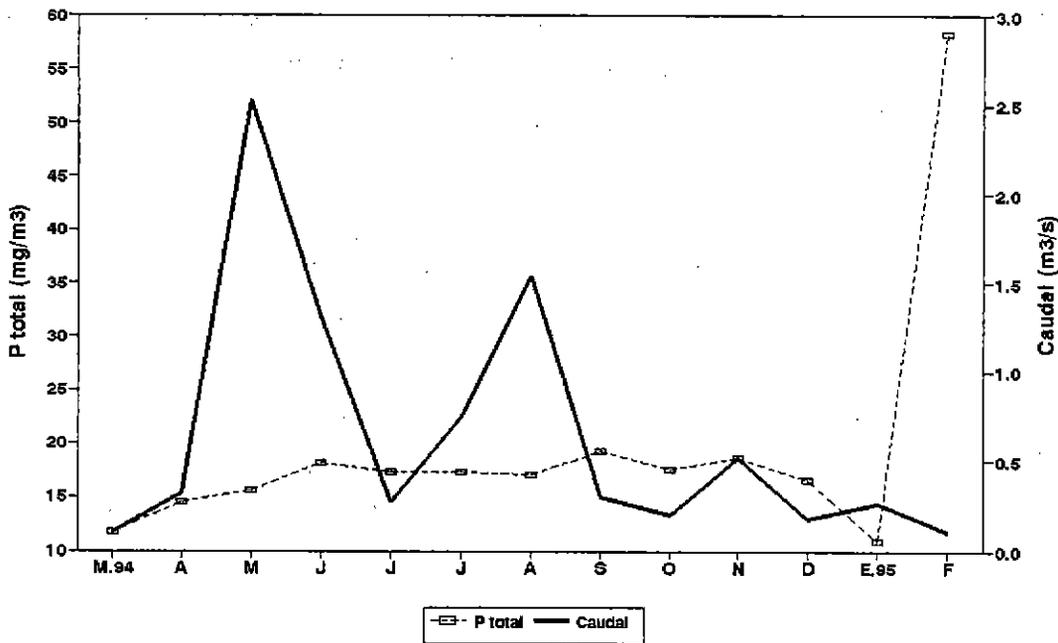


Figura 48: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Las Truchas.

* **Arroyo Vesperina (N° 42)**(Tabla 56; Fig.49).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 0.9 km², que está cubierta en un 55.6% de bosque nativo y un 44.4% de pradera. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumentó 2.5 veces de su mínimo. El caudal aumentó 33.3 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue baja, con un mínimo (8.4°C) en primavera y un máximo (14.4°C) a finales de la primavera. El Color fue muy alto. La Turbidez fue baja.

Químico. Los valores de pH presentaron tendencia a la acidez. La Conductividad fue baja. Nitrato, Amonio y Nitrógeno orgánico presentaron altas concentraciones. Las concentraciones de Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo Total fueron bajas. El Sestón constituido mayoritariamente de materia orgánica presentó concentraciones bajas.

Biológico. Se realizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales bajas.

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 56: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, ARROYO VESPERTINA.

ARROYO VESPERTINA	Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, ARROYO VESPERTINA.												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo	
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95					FEB
Caudal (m3/s)	0.042	0.072	0.984	0.726	0.093	0.424	0.846	0.136	0.172	0.309	0.166	0.152	0.033	0.3	0.3	0.03	1.0
Ancho (m)	1.0	1.4	2.5	1.6	1.6	2.2	2.0	1.4	2.0	2.0	2.0	2.3	1.6	1.8	0.4	1.00	2.5
Temperatura (°C)	11.7	10.3	11.1	10.6	9.6	8.7	10.7	8.4	11.8	11.4	14.4	12.4	14.2	11.2	1.7	8.4	14.4
Color (unid. Pt-Co)	50.0	37.5	52.5	29.0	17.5	7.0	29.0	29.0	37.5	32.5	17.5	29.0	29.0	30.5	12.0	7.0	52.5
Turbidez (mg/l)	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	0.2	2.5	3.0
pH	7.0	6.8	6.5	6.1	6.5	6.1	6.8	6.6	6.6	7.1	6.4	7.2	6.4	6.6	0.3	6.1	7.2
Conductividad (uS)	45.9	31.0	42.6	38.7	41.4	48.7	43.7	39.9	46.6	42.6	31.0	47.0	55.3	42.6	6.4	31.0	55.3
NO3 - N (ug/l)	218.1	112.4	397.6	25.1	53.5	69.3	132.4	88.5	72.2	50.3	56.9	76.6	98.5	111.6	94.6	25.1	397.6
NO3 (ug/l)	966.2	497.8	1761.5	111.4	237.2	307.0	591.8	392.3	319.6	222.8	252.0	339.3	436.2	495.0	419.4	111.4	1761.5
NO2 - N (ug/l)	0.7	0.8	0.4	0.5	0.6	0.2	0.5	1.3	0.3	0.7	0.8	0.5	0.5	0.6	0.3	0.2	1.3
NO2 (ug/l)	2.1	2.6	1.4	1.6	2.0	0.7	1.7	4.1	1.0	2.2	2.7	1.6	1.8	2.0	0.8	0.7	4.1
NH3 - N (ug/l)	5.1	22.2	32.2	4.1	4.1	5.1	3.2	10.5	6.1	9.0	7.0	5.9	0.0	8.8	8.4	0.0	32.2
NH4 (ug/l)	6.6	28.6	41.5	5.3	5.3	6.6	4.1	13.5	7.9	11.6	9.1	7.6	0.0	11.4	10.9	0.0	41.5
N orgánico (ug/l)	73.9	26.7	78.3	14.4	14.4	28.7	21.5	49.4	15.8	62.3	52.2	7.8	54.7	38.5	23.4	7.8	78.3
N total (ug/l)	286.1	111.2	434.9	34.7	91.7	63.2	150.4	125.7	80.4	101.7	100.9	77.3	153.7	139.4	103.6	34.7	434.9
P total (ug/l)	20.0	9.2	23.2	16.6	16.6	16.0	14.8	16.1	17.0	16.7	16.4	18.2	13.4	16.5	3.1	9.2	23.2
PO4 - P (ug/l)	2.2	1.7	1.2	1.5	3.3	2.7	9.8	10.0	8.6	2.1	4.4	11.6	4.4	4.9	3.6	1.2	11.6
Seston total (mg/l)	3.3	3.2	6.5	4.4	2.9	3.0	7.4	4.7	6.8	14.6	4.2	5.2	4.1	5.4	3.0	2.9	14.6
Seston orgánico (mg/l)	2.5	2.1	6.2	3.5	2.5	2.8	1.9	3.9	5.1	8.5	3.6	4.0	2.3	3.8	1.8	1.9	8.5
Seston inorgánico (mg/l)	0.8	1.1	0.3	0.9	0.4	0.2	5.6	0.8	1.7	9.1	0.6	1.1	1.7	1.9	2.5	0.2	9.1

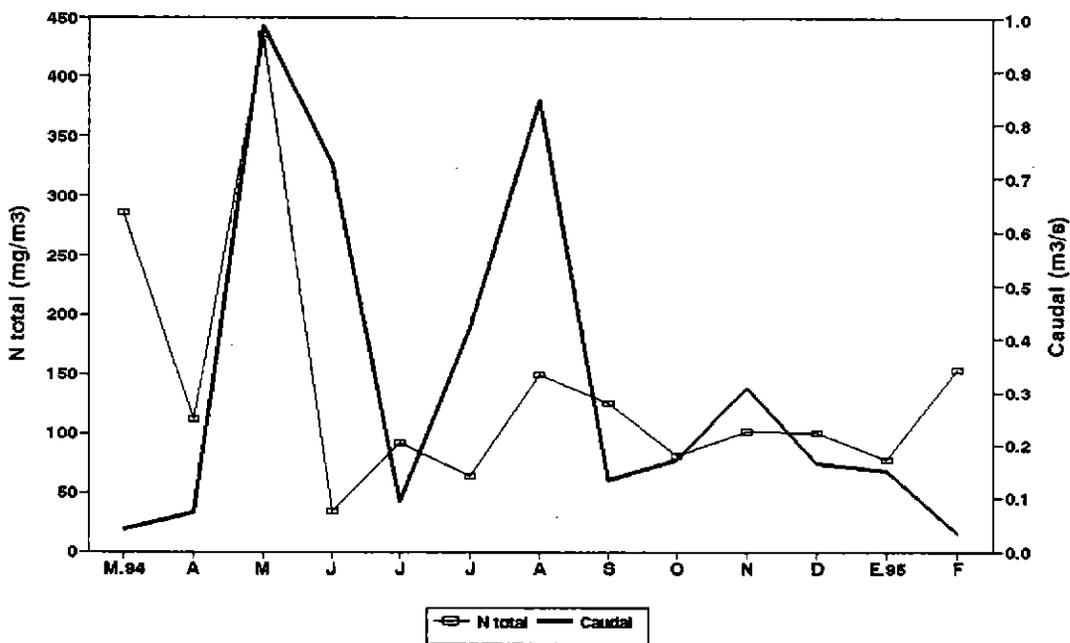
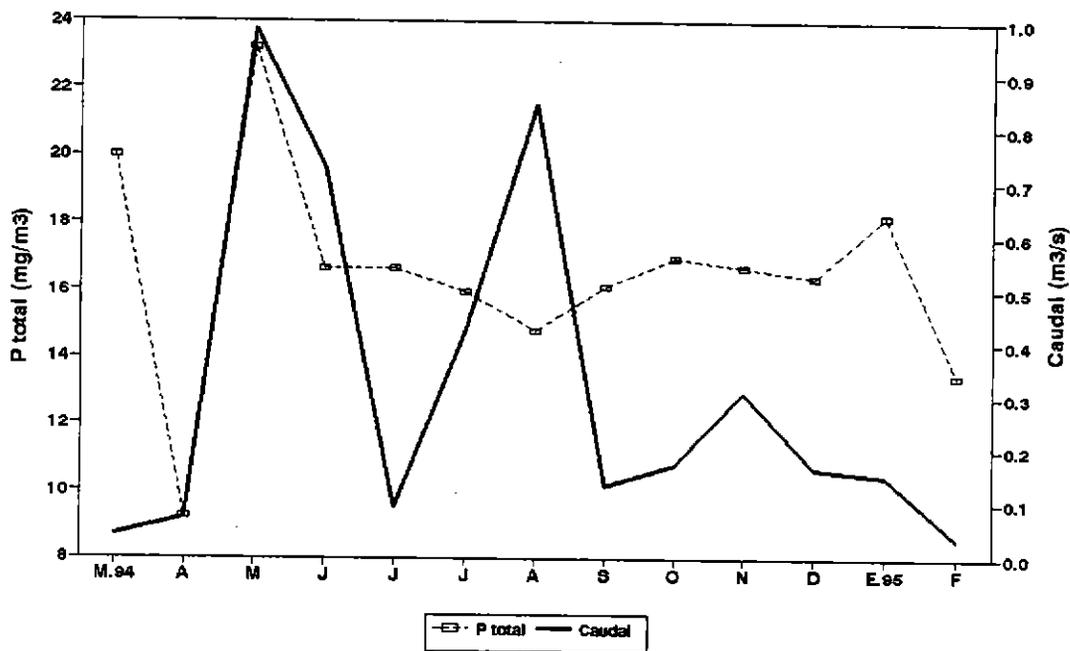


Figura 49: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Arroyo Vesperina.

*** Río (Arroyo) Piedras Negras (N° 43)**(Tabla 57; Fig.50).

Morfometría. Está ubicado en el sector precordillerano. Tiene una subcuenca de 3.5 km² la cual se encuentra cubierta en un 75% de pradera y 25% de bosque nativo. Tiene una longitud de 2 km. El ancho aumentó 2.3 veces de su mínimo. El caudal aumentó 17 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue relativamente alta con un mínimo (9.4°C) de invierno y un máximo (13.9°C) en verano. El Color presentó valores muy altos especialmente en julio. La Turbidez fue baja.

Químico. Los valores de pH se mantuvieron cercanos a la neutralidad. Conductividad fue baja. Nitrato y Amonio con altas concentraciones especialmente en Mayo. Las concentraciones de Nitrito fueron bajas. En el Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total las concentraciones se presentaron muy altas. Fósforo soluble y fósforo total presentaron concentraciones relativamente altas. Los valores de Seston fueron relativamente altos, constituidos principalmente de materia orgánica.

Biológico. En este afluente, las concentraciones de Coliformes fecales encontradas en el análisis bacteriológico, realizado durante el verano fueron altas.

Este afluente también fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 57: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) PIEDRAS NEGRAS.

RIO (ARROYO) PIEDRAS NEGRAS	Promedio												D.E.	Minimo	Maximo		
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95				FEB	
Caudal (m3/s)	0.103	0.218	1.159	1.367	0.204	0.803	1.679	0.258	0.252	0.379	0.195	0.223	0.081	0.5	0.5	0.1	1.7
Ancho (m)	1.3	1.4	1.0	1.3	1.3	1.3	1.2	1.4	1.0	0.9	0.9	1.4	0.6	1.1	0.2	0.6	1.4
Temperatura (°C)	11.5	10.3	11.5	11.0	10.2	9.7	10.9	9.4	11.9	12.1	13.9	12.4	13.8	11.4	1.4	9.4	13.9
Color (unld.Pt-Co)	57.5	70.0	105.0	72.5	325.0	17.5	62.0	29.0	29.0	29.0	37.5	37.5	37.5	69.9	77.2	17.5	325.0
Turbidez (mg/l)	3.0	4.0	5.0	4.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	0.8	2.5	5.0
pH	7.3	7.1	6.4	6.2	6.6	6.0	6.7	6.7	6.8	7.2	6.3	6.5	6.3	6.6	0.4	6.0	7.3
Conductividad (uS)	56.9	41.5	42.6	44.2	47.7	54.2	46.0	48.6	57.5	48.9	50.9	53.1	69.4	50.9	7.2	41.5	69.4
NO3 - N (ug/l)	439.2	259.8	647.6	203.9	171.3	217.6	253.3	204.4	212.0	101.7	16.4	55.8	137.9	224.7	158.2	16.4	647.6
NO3 (ug/l)	1945.7	1150.9	2869.0	903.3	758.9	963.9	1132.4	905.5	939.3	450.4	72.7	247.2	610.7	996.1	701.0	72.7	2869.0
NO2 - N (ug/l)	1.4	0.7	0.5	0.4	0.9	0.0	0.7	1.4	0.7	0.8	1.1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.0	1.4
NO2 (ug/l)	4.6	2.3	1.8	1.3	2.8	0.0	2.4	4.6	2.2	2.5	3.6	1.8	2.3	2.5	1.2	0.0	4.6
NH3 - N (ug/l)	17.9	19.4	106.1	4.1	9.0	11.9	4.1	14.8	19.1	16.2	5.9	9.3	3.6	18.6	25.9	3.6	106.1
NH4 (ug/l)	23.1	25.0	136.9	5.3	11.6	15.3	5.3	19.1	24.6	20.9	7.6	12.0	4.6	23.9	33.4	4.6	136.9
N orgánico (ug/l)	19.0	32.0	149.5	31.1	33.5	52.6	23.9	28.8	85.6	124.4	32.5	15.2	10.3	49.1	41.9	10.3	149.5
N total (ug/l)	436.5	267.6	660.7	230.1	194.1	254.9	272.4	215.4	273.7	205.9	42.4	59.5	144.2	250.6	152.4	42.4	660.7
P total (ug/l)	14.6	107.5	36.9	14.3	18.0	22.6	21.5	20.9	25.4	25.4	16.0	19.1	22.9	28.1	23.6	14.3	107.5
PO4 - P (ug/l)	3.4	2.7	1.1	1.7	3.5	5.3	8.8	17.2	15.2	3.1	5.2	11.6	7.8	6.7	5.0	1.1	17.2
Seston total (mg/l)	10.5	15.8	3.2	10.1	8.2	7.2	6.0	7.5	9.2	11.6	8.1	8.6	6.9	8.7	2.9	3.2	15.8
Seston orgánico (mg/l)	6.0	8.4	3.1	5.2	4.0	4.7	3.2	4.7	5.9	6.3	6.0	6.5	3.9	5.2	1.4	3.1	8.4
Seston inorgánico (mg/l)	4.5	7.5	0.1	4.8	4.2	2.6	2.8	2.7	3.3	5.2	2.1	2.2	3.0	3.5	1.7	0.1	7.5

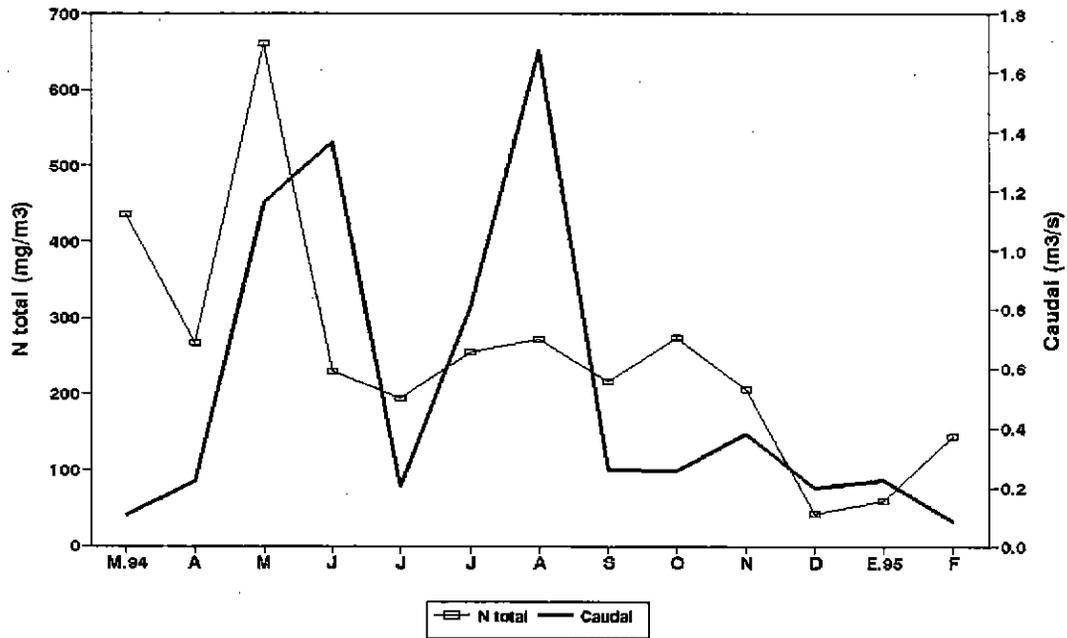
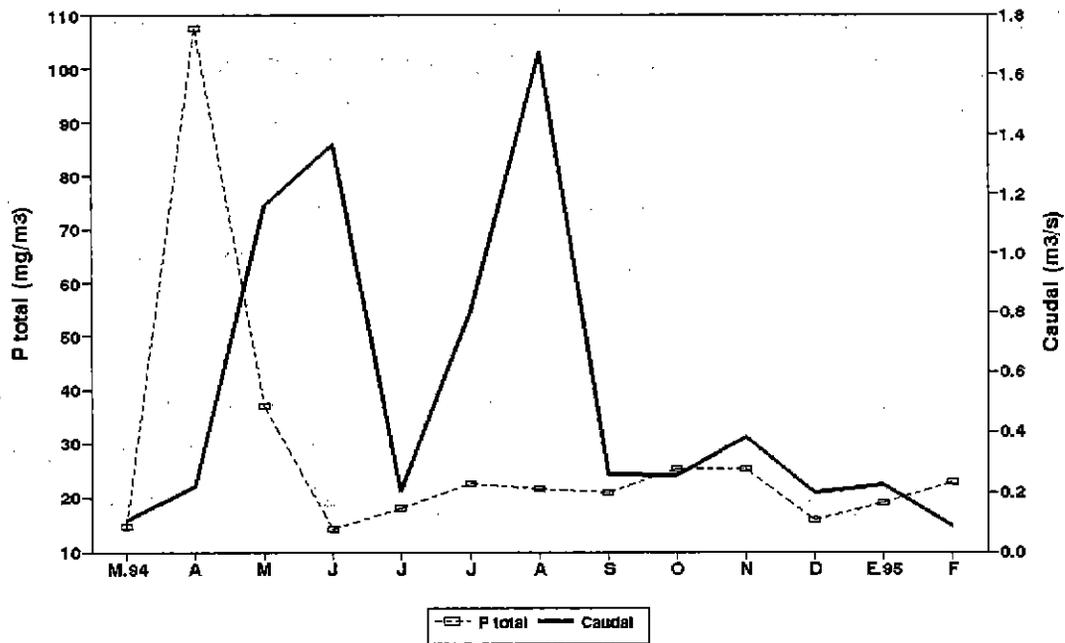


Figura 50: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Piedras Negras.

* **Río (Arroyo) N°45 (Sin nombre en la carta)**(Tabla 58; Fig.51).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 0.4 km² la que está cubierta en un 100% de bosque nativo. Su ancho puede aumentar 4 veces de su mínimo. El caudal aumentó 200 veces desde su mínimo.

Físico. La temperatura fue alta con un mínimo (10.1°C) en invierno y un máximo (16.5°C) en verano. El color registró valores muy altos. Turbidez con valores más altos que los normales.

Químicos. Los valores de pH fueron cercanos a la acidez. La Conductividad presentó valores bajos. Las concentraciones de Nitrato fueron altas especialmente en otoño. Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con concentraciones muy altas. Fósforo soluble y Fósforo total con concentraciones relativamente altas. El Sestón fué alto constituido predominantemente de materia orgánica.

Biológico. Se realizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales bastante altas.

Este afluente también fué muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 58: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) SIN NOMBRE (45).

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
Caudal (m ³ /s)	0.000	0.004	0.248	0.215	0.038	0.098	0.224	0.031	0.036	0.029	0.022	0.036	0.016	0.1	0.1	0.000	0.2
Ancho (m)	0.5	0.8	2.0	1.8	1.3	2.0	2.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.2	1.3	1.3	0.4	0.5	2.0
Temperatura (°C)	13.0	10.6	12.2	11.5	10.1	10.3	11.4	10.4	13.9	15.2	16.4	13.2	16.5	12.7	2.2	10.1	16.5
Color (unid. Pt-Co)	215.0	245.0	87.5	77.5	77.5	45.0	117.5	57.5	57.5	112.5	37.5	57.5	14.0	95.3	66.8	14.0	245.0
Turbidez (mg/l)	7.5	9.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	5.0	2.5	3.0	2.5	4.4	1.9	2.5	9.0
pH	7.1	6.9	6.3	5.9	6.3	5.7	6.6	6.6	6.5	7.0	6.7	6.9	5.8	6.5	0.4	5.7	7.1
Conductividad (uS)	55.3	38.0	40.6	46.4	49.9	50.9	49.5	54.1	54.1	45.5	49.8	46.4	58.6	48.7	5.6	38.0	58.6
NO ₃ - N (ug/l)	1585.8	1029.0	1923.3	890.6	751.8	819.0	1152.4	781.4	895.5	560.7	681.6	144.4	369.8	895.0	453.2	144.4	1923.3
NO ₃ (ug/l)	7069.4	4558.6	8520.1	3945.1	3330.3	3628.4	5151.1	3461.8	4144.4	2483.8	3019.6	639.8	1638.2	3968.5	2009.7	639.8	8520.1
NO ₂ - N (ug/l)	15.8	4.9	0.7	0.7	1.1	0.2	0.7	12.2	1.2	1.5	2.3	0.7	5.0	3.6	4.7	0.2	15.6
NO ₂ (ug/l)	51.3	15.8	2.2	2.1	3.6	0.7	2.2	40.1	3.9	5.0	7.7	2.2	16.4	11.8	15.4	0.7	51.3
NH ₃ - N (ug/l)	72.7	87.6	12.3	8.0	13.8	16.7	13.8	341.9	26.3	65.2	38.1	15.1	41.6	57.9	65.7	8.0	341.9
NH ₄ (ug/l)	93.8	113.0	15.6	10.3	17.8	21.5	17.8	441.0	33.9	84.1	49.2	19.5	53.7	74.7	110.5	10.3	441.0
N orgánico (ug/l)	81.2	97.9	23.1	117.0	78.4	64.5	136.1	674.8	168.3	465.4	114.0	158.4	106.6	175.7	177.0	23.1	674.8
N total (ug/l)	1598.8	1018.7	1931.3	997.9	862.2	811.5	1271.4	1027.4	1071.1	949.5	748.7	284.0	427.7	999.6	417.6	284.0	1831.3
P total (ug/l)	63.6	51.8	19.1	13.6	48.3	33.1	50.0	263.7	42.4	49.9	28.8	20.9	21.8	54.4	62.2	13.6	263.7
PO ₄ - P (ug/l)	4.8	2.3	1.0	0.4	4.4	8.1	6.2	252.0	31.7	17.8	3.2	12.6	3.6	26.9	65.5	0.4	252.0
Seston total (mg/l)	20.6	48.0	40.9	5.4	26.0	38.1	2.7	30.3	34.2	33.1	15.9	18.9	5.6	24.6	13.9	2.7	48.0
Seston orgánico (mg/l)	10.7	20.5	15.5	4.2	12.0	14.8	1.3	13.5	14.6	14.3	7.6	8.4	2.5	10.8	5.5	1.3	20.5
Seston inorgánico (mg/l)	9.9	27.5	25.4	1.3	14.1	23.3	1.4	16.8	19.6	18.7	8.2	10.5	3.1	13.8	8.6	1.3	27.5

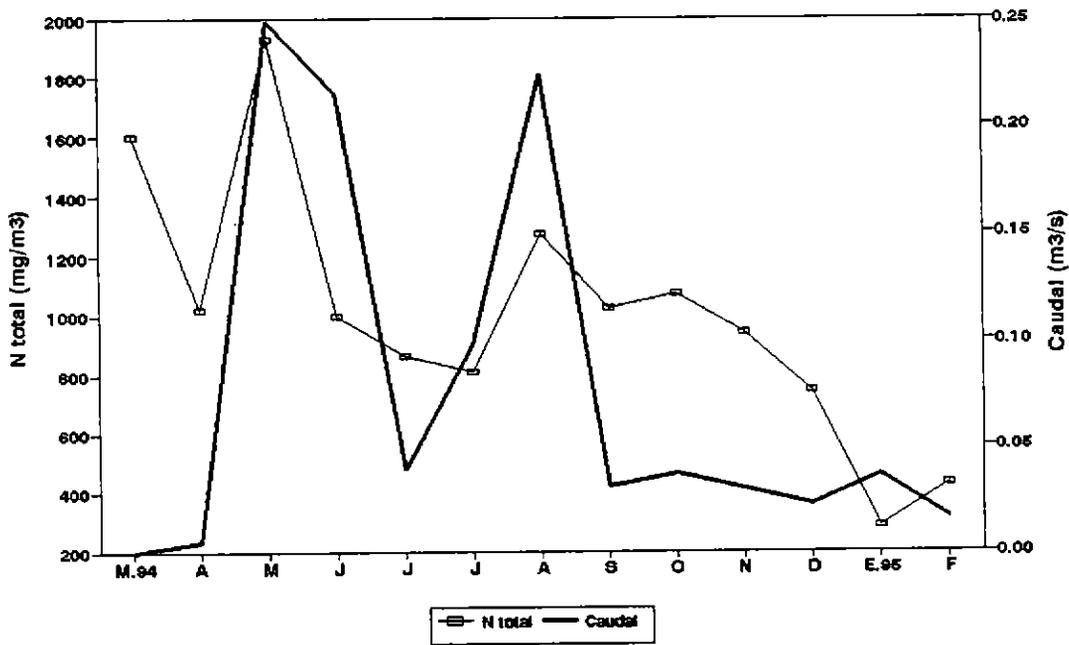
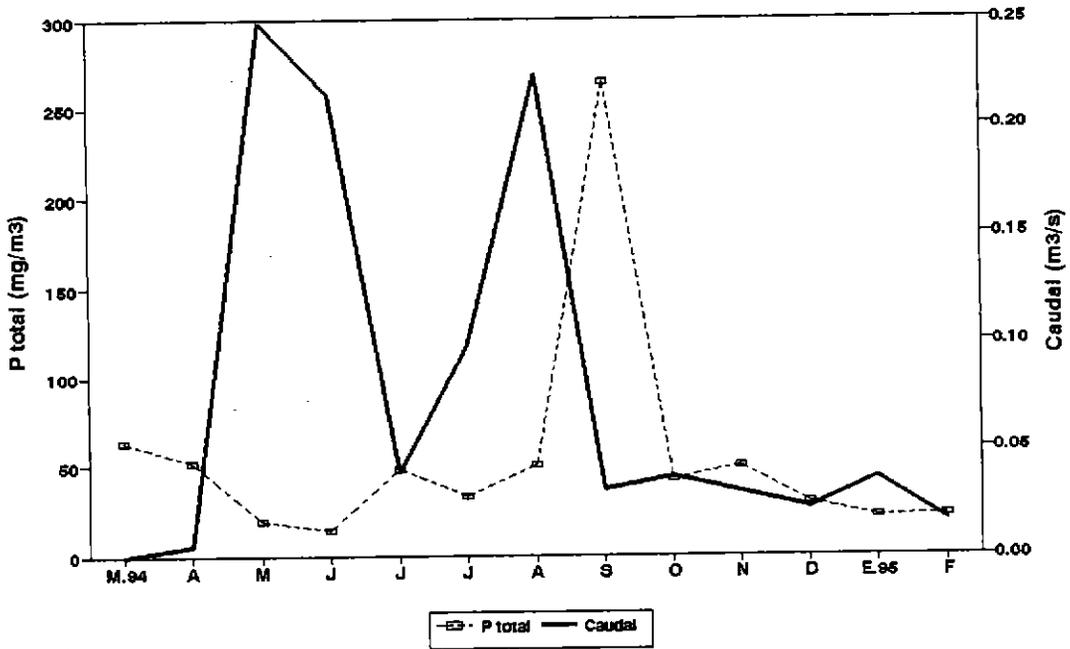


Figura 51: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) N° 45.

* **Arroyo N°46 (Sin nombre en la carta)**(Tabla 59; Fig.52).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 2.3 km² cubierta en un 74% de bosque nativo y 35% de praderas. Su longitud es de 2 km. Su ancho aumentó 1.4 veces de su mínimo. El caudal aumentó 31.8 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura es relativamente alta, con un mínimo (8.5°C) en invierno y un máximo (14.2°C) en verano. Los valores de color fueron muy altos. La Turbidez mostró algunos valores muy altos, especialmente en el mes de abril.

Químico. El pH mantuvo tendencia a la acidez. La Conductividad presentó valores bajos. Nitrato y Nitrógeno orgánico con altas concentraciones. Nitrito con bajas concentraciones. Amonio y Nitrógeno total con altas concentraciones especialmente en el mes de abril. Fósforo soluble y total relativamente altos, especialmente en abril. Seston con concentraciones altas especialmente en Abril y constituidas de materia orgánica.

Biológico. Las concentraciones de Coliformes fecales encontradas en este afluente estuvieron en el límite que se acepta para aguas limpias.

Este afluente también fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 59: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluyente, ARROYO SIN NOMBRE (46).

ARROYO SIN NOMBRE (46)	MAR.94												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo	
	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB					
Caudal (m3/s)	0.076	0.043	0.665	0.555	0.105	0.168	0.717	0.077	0.114	0.140	0.110	0.022	0.034	0.2	0.2	0.022	0.7
Ancho (m)	0.8	0.9	1.1	1.1	0.8		1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	0.1	0.8	1.1
Temperatura (°C)	11.3	9.2	11.9	10.9	9.8	9.5	10.9	8.5	11.8	11.7	13.8	12.2	14.2	11.2	1.6	8.5	14.2
Color (unid. Pt-Co)	62.0	475.0	65.0	300.0	52.5	37.5	52.5	45.0	45.0	130.0	37.5	62.0	70.0	110.3	125.1	37.5	475.0
Turbidez (mg/l)	3.0	90.0	3.0	11.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	5.0	2.5	3.0	4.0	10.5	23.1	2.5	90.0
pH	7.2	6.9	6.4	6.1	6.6	5.9	6.8	6.9	6.5	7.3	6.4	6.4	6.0	6.6	0.4	5.9	7.3
Conductividad (uS)	49.8	34.0	40.6	42.0	47.7	46.4	46.0	43.9	50.1	47.8	37.6	44.2	54.1	44.9	5.2	34.0	54.1
NO3 - N (ug/l)	753.2	1538.7	689.3	260.7	233.3	151.3	315.4	251.4	273.2	159.6	168.5	731.9	218.8	442.0	381.4	151.3	1538.7
NO3 (ug/l)	3256.9	6816.2	3053.6	1154.9	1033.7	670.4	1409.7	1113.6	1210.5	707.0	746.4	3242.5	969.4	1952.7	1684.3	670.4	6816.2
NO2 - N (ug/l)	1.3	2.8	0.7	0.2	0.2	0.6	0.5	1.0	0.4	0.8	1.2	1.2	0.6	0.9	0.7	0.2	2.8
NO2 (ug/l)	4.1	9.3	2.1	0.8	0.6	1.9	1.5	3.2	1.3	2.5	3.8	3.9	1.9	2.8	2.2	0.6	9.3
NH3 - N (ug/l)	6.6	171.6	8.0	3.2	5.1	11.9	15.7	9.0	9.0	11.9	11.6	9.3	3.6	21.3	43.5	3.2	171.6
NH4 (ug/l)	8.5	221.3	10.3	4.1	6.6	15.3	20.3	11.6	11.6	15.4	15.0	12.0	4.6	27.4	56.1	4.1	221.3
N orgánico (ug/l)	15.4	606.8	26.7	28.7	43.0	47.8	128.9	49.4	28.8	28.8	57.2	116.4	57.2	95.0	151.3	15.4	606.8
N total (ug/l)	761.4	1926.9	706.4	285.6	270.0	184.4	424.5	290.2	290.8	173.7	211.8	837.5	272.0	510.4	463.5	173.7	1926.9
P total (ug/l)	16.2	288.8	13.9	14.3	24.9	22.4	17.3	19.8	28.2	25.5	23.2	27.8	19.6	41.7	71.5	13.9	288.8
PO4 - P (ug/l)	2.9	2.7	1.2	1.5	6.4	3.2	8.0	19.4	20.0	2.3	3.2	18.5	5.0	7.3	6.8	1.2	20.0
Seston total (mg/l)	9.1	344.6	24.3	3.9	14.1	12.5	10.8	12.5	13.6	14.7	14.9	19.3	10.0	38.8	88.4	3.9	344.6
Seston orgánico (mg/l)	5.1	167.2	10.4	1.8	7.9	6.9	4.2	6.9	7.7	9.1	8.2	10.2	5.0	19.3	42.8	1.8	167.2
Seston inorgánico (mg/l)	4.0	177.5	13.9	2.2	6.2	5.6	6.6	5.6	5.9	5.6	6.6	9.1	5.1	19.5	45.7	2.2	177.5

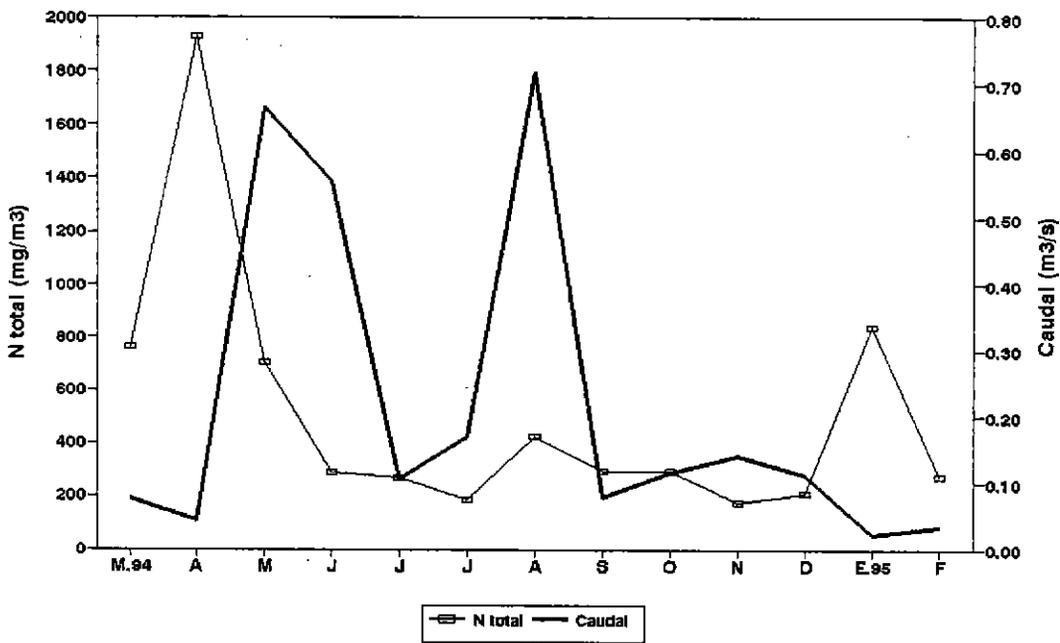
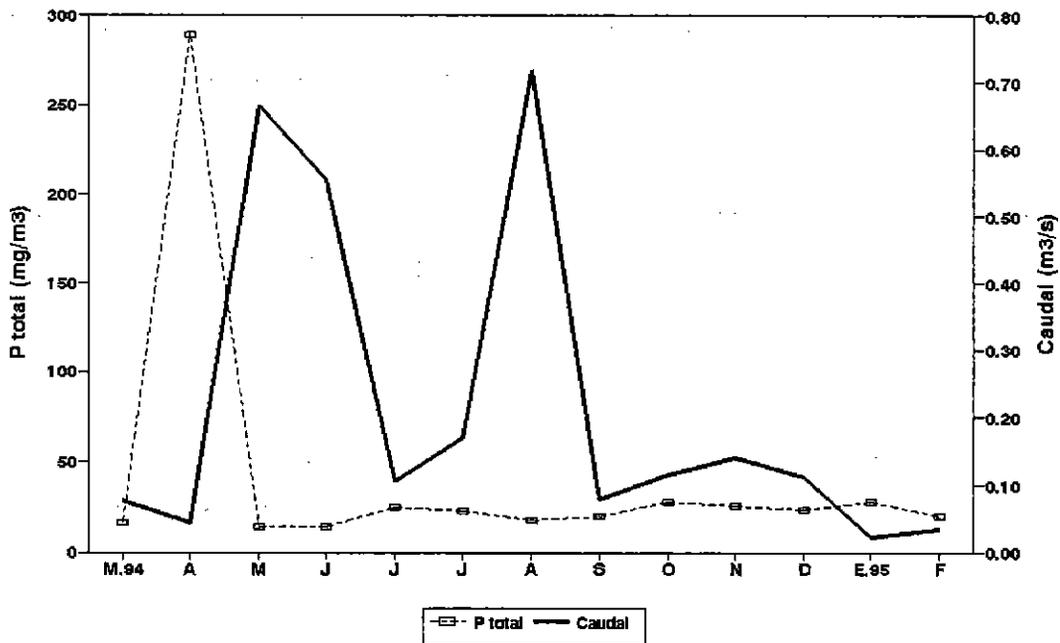


Figura 52: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) N° 46.

*** Río El Chacay (N°47)(Tabla 60; Fig.53).**

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 6.1 km² la cual está cubierta en un 93.4% de praderas. Su longitud es de 5 km. El caudal aumentó 16.5 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue alta, con un mínimo (8.9°C) en invierno y un máximo (15°C) en verano. El Color presentó valores muy altos. La Turbidez fue baja.

Químico. El pH mantiene valores alrededor de la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Las concentraciones altas fueron presentados por el Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total. El Nitrito con bajas concentraciones. Las concentraciones de Fósforo soluble y Fósforo total fueron relativamente altas. El Seston presentó bajas concentraciones con predominio de materia inorgánica.

Biológico. Se relizó también un análisis bacteriológico durante el verano encontrándose concentraciones de coliformes fecales altas.

Este afluente también fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 60: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO EL CHACAY.

RIO EL CHACAY	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AUGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
Caudal (m3/s)	0.245	0.226	1.848	3.292	0.484	1.122	1.171	0.412	0.301	0.401	0.342	0.417	0.174	0.8	0.9	0.2	3.3
Ancho (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	1.5	1.5
Temperatura (°C)	11.5	9.4	11.7	11.3	9.1	8.9	10.5	9.0	12.6	13.0	14.8	12.8	15.0	11.5	2.0	8.9	15.0
Color (unid. Pt-Co)	62.0	29.0	62.0	37.5	29.0	25.0	52.5	29.0	37.5	45.0	45.0	42.5	65.0	43.2	13.2	25.0	65.0
Turbidez (mg/l)	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5	3.0	2.7	0.2	2.5	3.0
pH	7.4	7.3	6.6	6.3	6.9	6.2	6.8	7.0	7.2	7.4	6.6	6.6	6.5	6.8	0.4	6.2	7.4
Conductividad (uS)	66.3	49.0	43.4	39.8	53.0	52.0	46.0	55.2	71.9	56.4	58.6	58.6	86.8	56.7	12.1	39.8	86.8
NO3 - N (ug/l)	205.3	224.6	743.8	283.8	157.6	141.9	258.6	194.6	164.0	127.9	122.5	236.3	101.8	227.9	158.2	101.8	743.8
NO3 (ug/l)	909.5	994.8	3295.0	1257.3	698.3	628.5	1155.9	861.9	726.3	566.6	542.9	1046.9	450.8	1010.4	701.0	450.8	3295.0
NO2 - N (ug/l)	1.2	1.3	1.1	0.8	0.0	0.9	1.2	1.3	0.6	1.8	2.0	1.0	11.2	1.9	2.7	0.0	11.2
NO2 (ug/l)	4.0	4.1	3.6	2.7	0.0	2.9	3.9	4.4	2.0	5.8	6.7	3.3	36.9	6.2	9.0	0.0	36.9
NH3 - N (ug/l)	3.7	12.3	6.5	0.0	4.1	7.0	9.9	7.6	10.5	13.3	10.5	9.3	3.6	7.6	3.7	0.0	13.3
NH4 (ug/l)	4.8	15.8	8.4	0.0	5.3	9.1	12.8	9.8	13.5	17.2	13.5	12.0	4.6	9.8	4.8	0.0	17.2
N organico (ug/l)	22.7	49.8	21.4	31.1	55.0	26.3	74.1	15.8	59.8	95.9	49.8	42.4	131.2	51.9	31.7	15.8	131.2
N total (ug/l)	224.4	259.9	757.8	315.7	160.0	207.3	321.0	201.9	210.8	208.4	160.8	267.6	239.6	272.0	148.2	160.0	757.8
P total (ug/l)	32.1	14.4	11.2	18.5	24.3	19.2	55.4	21.5	25.5	30.2	27.7	26.7	75.4	29.4	16.9	11.2	75.4
PO4 - P (ug/l)	9.2	6.9	2.3	2.0	5.5	5.0	12.4	18.2	14.0	8.8	12.8	17.7	21.9	10.7	6.0	2.0	21.9
Seston total (mg/l)	7.7	4.7	20.2	2.6	5.6	4.5	5.4	4.4	6.8	8.2	9.1	23.6	8.7	8.6	6.0	2.6	23.6
Seston organico (mg/l)	5.3	2.6	7.2	1.9	2.2	3.1	2.4	3.5	3.9	5.4	5.3	7.9	4.6	4.3	1.8	1.9	7.9
Seston inorganico (mg/l)	2.4	2.2	12.9	0.7	3.4	1.5	3.1		2.9	2.8	3.8	15.6	4.1	4.6	4.4	0.7	15.6

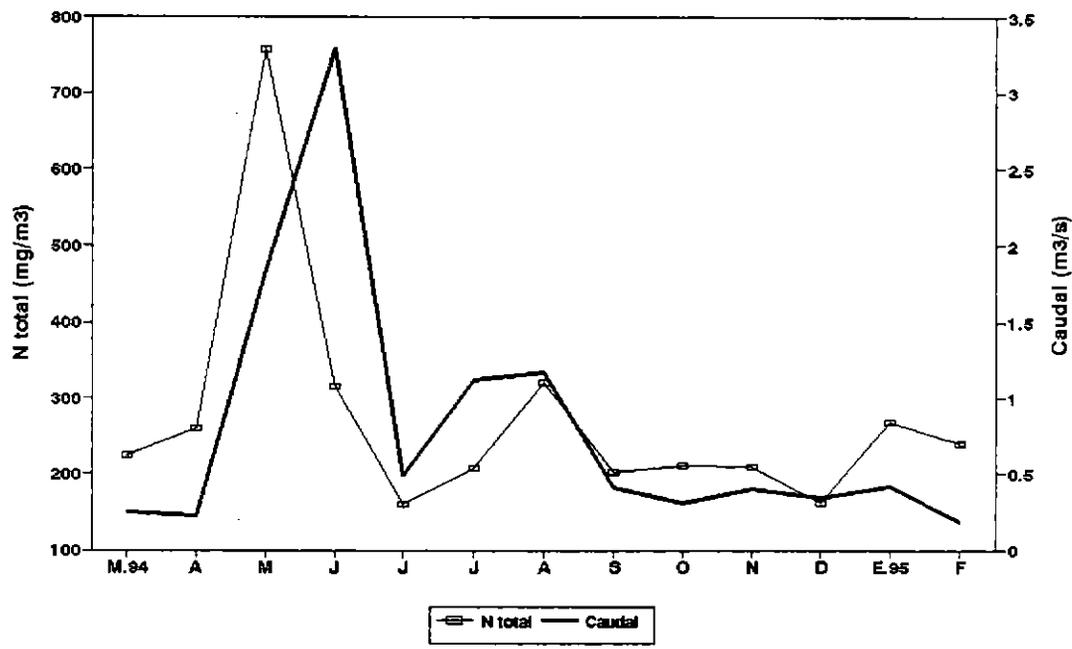
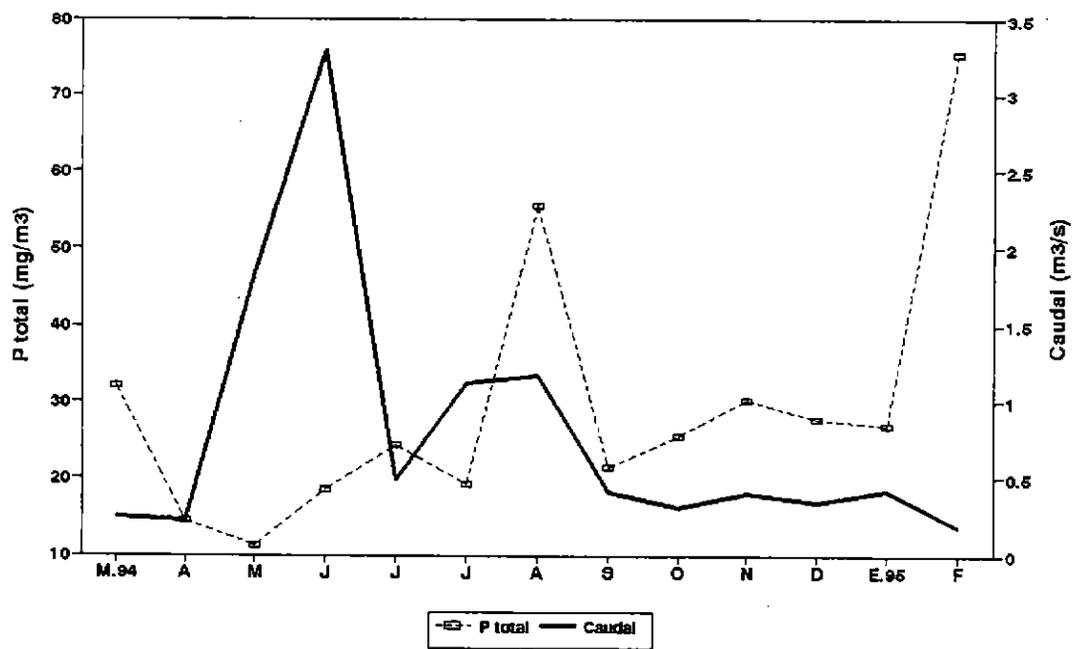


Figura 53: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río El Chacay.

* **Río N°48 (Sin nombre en la carta)**(Tabla 61; Fig.54).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 0.8 km² la que se encuentra cubierta en un 100% de pradera. Su longitud es 1 km. El caudal aumentó 5.2 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué relativamente alta, con un mínimo (9.8°C) en invierno y un máximo (15.1°C) en verano. Los valores de Color fueron altos. La Turbidez sigue manteniéndose baja.

Químico. El pH presentó valores cercanos a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico, Fósforo soluble y Fósforo total con altas concentraciones. Nitrito con bajas concentraciones. Nitrógeno total con relativas altas concentraciones. Seston con altas concentraciones especialmente de materia inorgánica.

Biológico. Del análisis bacteriológico realizado en el verano se determinó que este afluente es el que presentó la concentración de Coliformes fecales más alta (33700 ufc/100 ml).

Este afluente también fue muestreado dos veces en el invierno (mes de Julio de 1994) para poder visualizar en forma más óptima la variación de los nutrientes y las condiciones extremas de estos cuerpos de agua.

Tabla 61: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, RIO SIN NOMBRE (48).

RIO SIN NOMBRE (48)	RIO SIN NOMBRE (48)												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo	
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95					FEB
Caudal (m3/s)	0.023	0.012	0.062	0.038	0.039	0.053	0.060	0.051	0.019	0.012	0.022	0.013	0.025	0.033	0.018	0.012	0.062
Ancho (m)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6
Temperatura (°C)	12.8	11.8	12.5	11.2	10.3	9.8	11.2	10.5	13.8	13.6	14.9	13.6	15.1	12.4	1.7	9.8	15.1
Color (unld.Pt-Co)	175.0	90.0	62.0	77.5	37.5	37.5	37.5	45.0	100.0	37.5	70.0	37.5	145.0	73.2	42.8	37.5	175.0
Turbidez (mg/l)	7.0	4.0	3.0	4.0	2.5	2.5	2.5	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	6.0	3.7	1.4	2.5	7.0
pH	7.4	7.2	6.3	6.2	6.9	6.1	6.9	7.2	7.2	7.7	6.5	7.4	6.3	6.9	0.5	6.1	7.7
Conductividad (uS)	89.6	65.0	56.4	58.0	65.8	56.4	62.1	61.7	80.6	69.0	78.5	76.3	102.6	70.9	13.4	56.4	102.6
NO3 - N (ug/l)	230.9	106.0	657.2	163.9	60.9	57.7	100.9	71.1	97.3	41.6	86.4	120.4	60.2	142.6	156.4	41.6	657.2
NO3 (ug/l)	1022.9	469.4	2911.6	726.3	269.8	255.8	450.8	314.8	431.0	184.1	382.9	533.2	266.6	632.2	692.7	184.1	2911.6
NO2 - N (ug/l)	1.8	1.5	0.9	0.7	0.2	0.8	0.6	1.6	1.1	1.0	2.5	0.5	1.7	1.1	0.6	0.2	2.5
NO2 (ug/l)	5.9	5.0	2.8	2.2	0.6	2.5	1.9	5.4	3.5	3.2	8.1	1.8	5.6	3.7	2.0	0.6	8.1
NH3 - N (ug/l)	13.7	16.5	6.5	9.0	9.9	8.0	10.9	45.0	39.3	24.9	35.8	17.4	19.7	19.7	12.3	6.5	45.0
NH4 (ug/l)	17.6	21.3	8.4	11.6	12.8	10.3	14.0	58.1	50.7	32.1	46.2	22.4	25.4	25.5	15.9	8.4	58.1
N organico (ug/l)	154.4	67.6	24.9	83.6	28.7	69.3	107.5	83.0	155.4	98.5	148.5	121.4	151.0	99.5	43.6	24.9	155.4
N total (ug/l)	369.5	153.8	674.6	236.7	117.5	77.0	194.8	97.6	203.0	108.9	191.2	219.8	187.5	217.8	150.6	77.0	674.6
P total (ug/l)	129.3	37.1	20.7	46.2	33.9	40.2	40.9	44.7	78.8	36.5	94.6	27.0	139.3	59.2	37.4	20.7	139.3
PO4 - P (ug/l)	8.3	10.1	4.9	5.6	9.6	8.9	17.4	50.6	50.6	19.8	31.1	17.5	23.9	19.9	15.0	4.9	50.6
Seston total (mg/l)	54.1	11.5	14.7	7.5	19.8	12.3	10.0	6.4	21.8	9.1	10.9	16.3	19.1	16.4	11.8	6.4	54.1
Seston organico (mg/l)	25.6	5.4	7.3	4.6	9.2	6.8	2.9	4.0	13.5	5.1	6.2	7.8	8.9	8.3	5.6	2.9	25.6
Seston inorganico (mg/l)	28.5	6.1	7.4	2.9	10.7	5.5	7.1	2.3	8.2	4.0	4.8	8.5	10.2	8.2	6.4	2.3	28.5

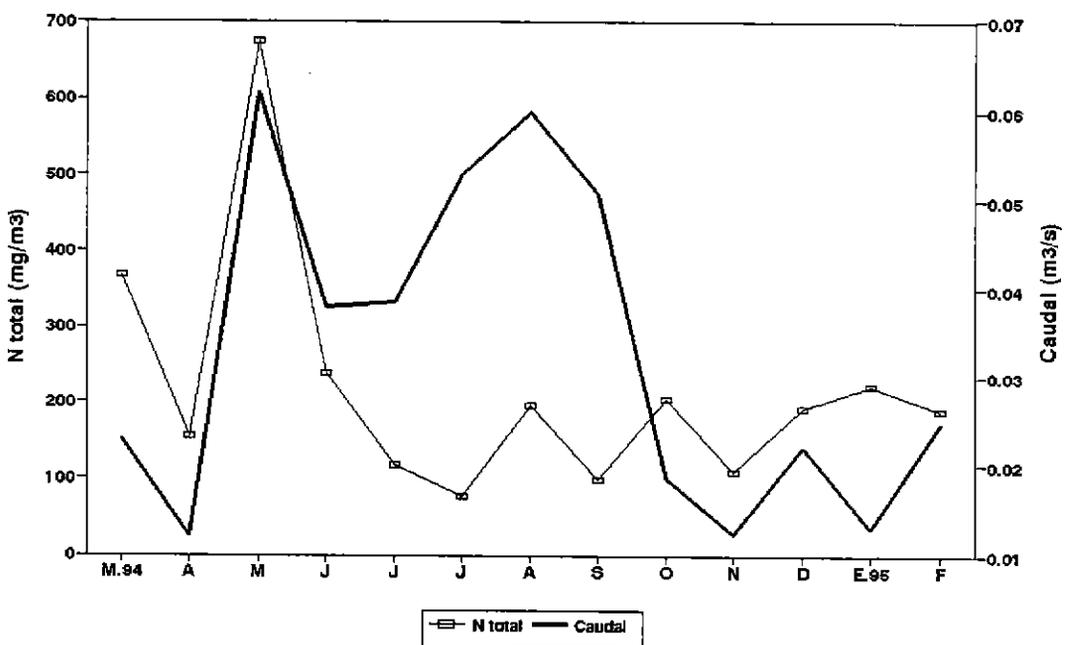
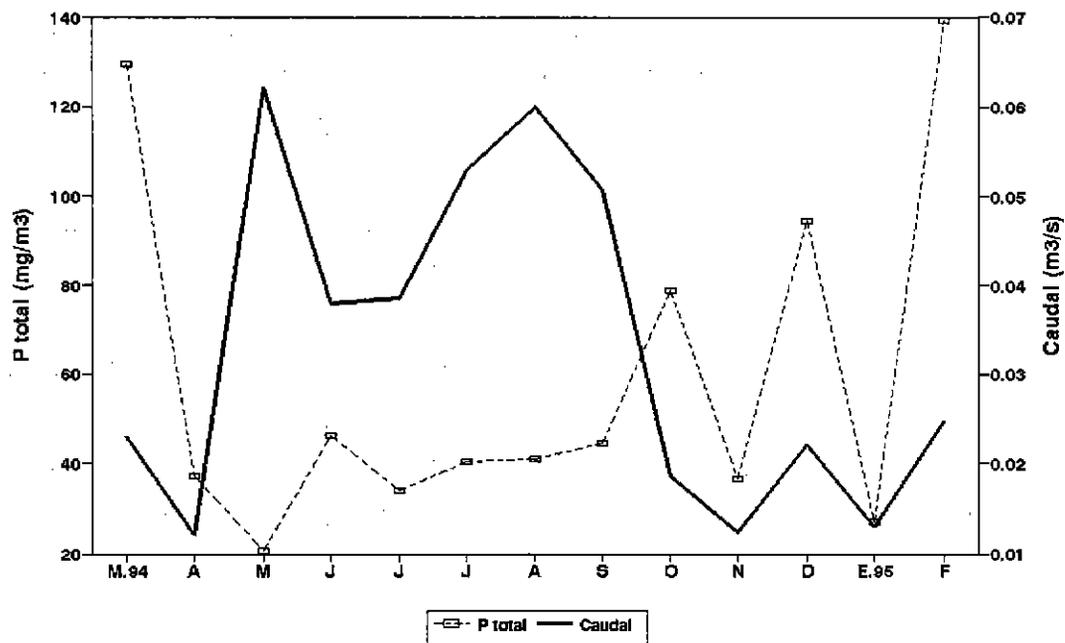


Figura 54: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río N° 48.

* **Arroyo Hullín-Pellinada (N° 50)**(Tabla 62; Fig.55).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 2.2 km², que está cubierta en un 100% de pradera. Su longitud es de 5 km. Su ancho aumentó 5 veces de su mínimo. El caudal aumentó 13.3 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué alta, con un mínimo (10.2°C) en otoño y un máximo (15.6°C) en verano. El Color presentó altos valores. La Turbidez se mantuvo baja.

Químico. El pH mantuvo valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad se mantuvo baja. Los nutrientes Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total presentaron concentraciones altas. La concentraciones bajas se presentaron en el Nitrito. Fósforo soluble y Fósforo total con relativas altas concentraciones. El Sestón con altas concentraciones, constituídas principalmente de materia inorgánica.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Marzo de 1994, ya que se encontraba seco, pero si fue posible realizar el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 62: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluente, ARROYO HULLIN-PELLINADA.

ARROYO HULLIN-PELLINADA	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
Caudal (m3/s)	0.072	0.468	0.555	0.443	0.172	0.450	0.296	0.121	0.341	0.160	0.045	0.045	0.3	0.2	0.045	0.6
Ancho (m)	1.2	0.5	0.5	0.5	0.5	2.6	1.6	1.6	2.5	1.2	1.0	1.0	1.2	0.7	0.5	2.6
Temperatura (°C)	10.2	11.5	11.6	11.0	10.5	10.8	11.3	15.6	13.9	15.2	14.2	14.2	12.3	1.9	10.2	15.6
Color (unid.Pt-Co)	62.0	29.0	42.5	32.5	45.0	117.5	82.5	70.0	107.5	62.0	70.0	70.0	65.5	27.3	29.0	117.5
Turbidez (mg/l)	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	5.0	4.0	4.0	5.0	3.0	4.0	4.0	3.5	0.9	2.5	5.0
pH	6.8	6.3	6.3	7.8	7.3	6.8	7.4	7.5	7.2	5.9	6.8	6.8	6.9	0.6	5.9	7.8
Conductividad (uS)	61.5	55.2	49.5	52.0	42.0	51.0	52.3	51.2	53.1	59.1	65.0	65.0	53.8	6.0	42.0	65.0
NO3 - N (ug/l)	1218.1	2208.5	661.3	493.1	594.0	660.1	80.9	753.0	373.1	52.5	443.1	443.1	685.3	570.2	52.5	2208.5
NO3 (ug/l)	5396.4	9783.8	2929.6	2184.3	2655.3	2924.4	358.4	3335.9	1652.8	232.7	1963.0	1963.0	3037.9	2525.9	232.7	9783.8
NO2 - N (ug/l)	2.2	0.2	1.2	2.4	0.9	1.8	1.6	1.3	0.8	0.8	2.4	2.4	1.4	0.7	0.2	2.4
NO2 (ug/l)	7.5	0.6	4.0	7.8	3.0	5.9	5.2	4.1	2.5	2.5	7.8	7.8	4.6	2.3	0.6	7.8
NH3 - N (ug/l)	8.0	2.3	7.0	9.9	14.8	14.8	13.3	11.9	9.3	79.6	12.8	12.8	16.7	20.2	2.3	79.6
NH4 (ug/l)	10.3	2.9	9.1	12.8	19.0	19.1	17.2	15.4	12.0	102.7	16.5	16.5	21.5	26.1	2.9	102.7
N organico (ug/l)	19.6	73.0	31.1	26.3	43.0	31.3	95.9	98.5	84.3	49.8	254.7	254.7	73.4	63.4	19.6	254.7
N total (ug/l)	1229.6	2278.7	684.6	509.0	618.9	674.2	161.2	837.4	446.2	0.4	683.7	683.7	738.5	577.1	0.4	2278.7
P total (ug/l)	12.8	8.5	15.1	27.2	25.6	38.2	24.3	13.9	25.3	49.4	25.1	25.1	24.1	11.3	8.5	49.4
PO4 - P (ug/l)	1.5	3.9	1.6	1.2	7.6	2.9	2.3	4.2	14.2	26.9	5.2	5.2	6.5	7.4	1.2	26.9
Seston total (ug/l)	8.9	8.3	8.3	13.8	10.2	22.6	17.6	15.2	20.0	20.7	8.8	8.8	14.6	5.2	8.3	22.6
Seston organico (ug/l)	5.1	6.6	6.6	7.5	6.9	11.1	8.1	8.4	9.5	10.9	5.2	5.2	7.9	2.0	5.1	11.1
Seston inorganico (ug/l)	3.9	1.6	1.6	6.3	3.3	11.5	9.5	6.8	10.5	9.8	3.7	3.7	6.7	3.3	1.6	11.5

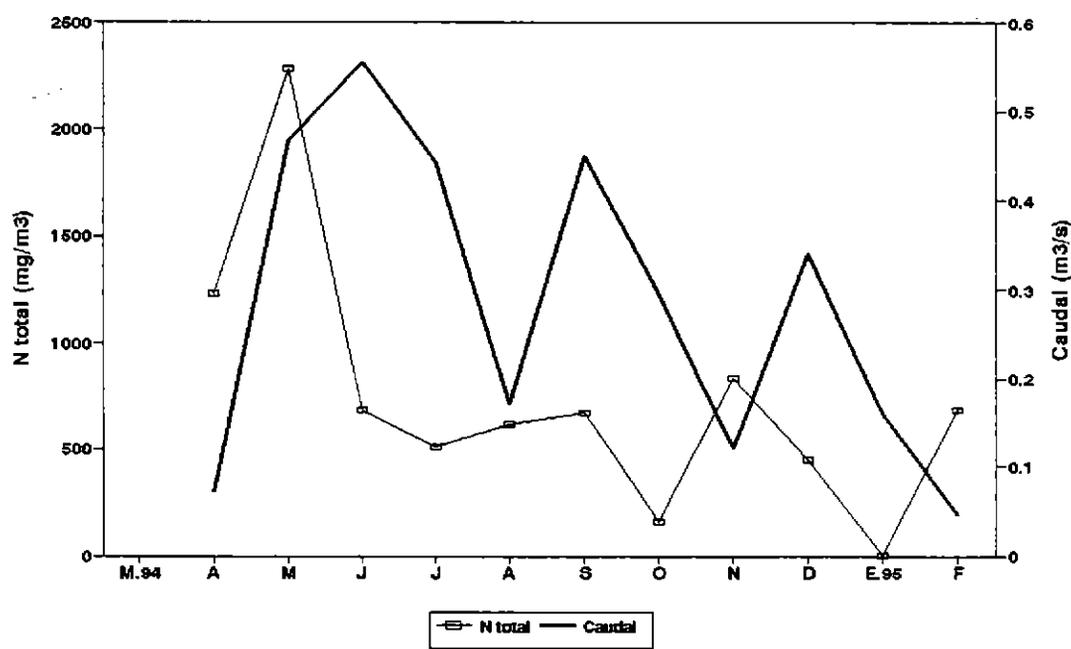
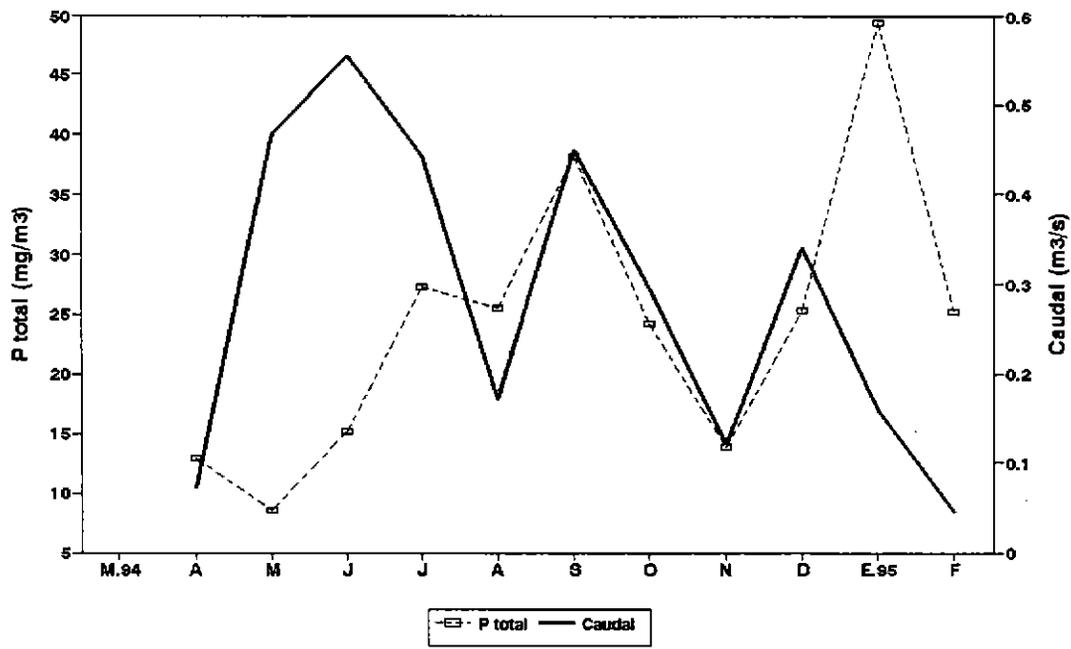


Figura 55: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Huillín-Pellinada.

* **Río (Arroyo) Pellinada (N° 51)**(Tabla 63; Fig.56).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 2.4 km² la cual está cubierta en un 100% de pradera. Su longitud es de 4 km. Su ancho aumentó 1.7 veces de su mínimo. El caudal aumentó 23 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué alta, con un mínimo (10.8°C) en invierno y un máximo (15.9°C) en primavera. El Color presentó altos valores. La Turbidez fue baja.

Químico. El pH presentó valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad baja. Nitrato, Amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total con altas concentraciones. Nitrito con bajas concentraciones. Los valores de Seston fueron altos, predominado materia inorgánica.

En este afluente no hubieron inconvenientes para realizar los muestreos durante todo el período de estudio.

Tabla 63: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) PELLINADA.

RIO (ARROYO) PELLINADA	MAR.94												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB					
Caudal (m ³ /s)	0.028	0.032	0.432	0.739	0.557	0.091	0.210	0.150	0.077	0.130	0.079	0.047	0.2	0.2	0.03	0.7
Ancho (m)	1.1	0.7	0.8	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.1	0.7	1.2
Temperatura (°C)	11.9	10.8	11.4	11.3	11.0	10.8	11.0	11.7	15.9	14.2	15.2	14.7	12.5	1.8	10.8	15.9
Color (unid.Pt-Co)	29.0	45.0	20.0	37.5	25.0	20.0	70.0	29.0	29.0	45.0	77.5	45.0	39.3	17.7	20.0	77.5
Turbidez (mg/l)	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	4.0	2.5	2.5	3.0	4.0	3.0	2.9	0.5	2.5	4.0
pH	7.5	7.0	6.6	6.4	7.9	7.4	6.9	7.3	7.4	7.3	6.1	6.7	7.0	0.5	6.1	7.9
Conductividad (uS)	88.5	82.7	68.8	52.4	58.6	52.0	61.7	59.3	78.6	64.1	86.4	81.2	69.5	12.8	52.0	88.5
NO ₃ - N (ug/l)	506.4	609.2	3099.6	542.5	538.3	310.1	426.3	460.1	139.9	207.9	373.1	207.9	618.4	761.8	139.9	3099.6
NO ₃ (ug/l)	2243.4	2698.6	13731.0	2403.3	2384.6	1386.2	1886.3	2038.4	619.8	920.9	1652.8	920.9	2740.7	3374.4	619.8	13731.0
NO ₂ - N (ug/l)	1.8	0.2	0.2	0.8	0.9	0.4	1.1	2.1	1.6	0.9	1.0	1.4	1.0	0.6	0.2	2.1
NO ₂ (ug/l)	6.4	0.6	0.7	2.7	2.8	1.4	3.7	7.0	5.4	2.9	3.2	4.5	3.4	2.0	0.6	7.0
NH ₃ - N (ug/l)	5.1	3.7	0.0	5.1	6.1	7.0	9.0	6.1	6.1	3.6	9.3	4.7	5.5	2.4	0.0	9.3
NH ₄ (ug/l)	6.6	4.8	0.0	6.6	7.8	9.1	11.6	7.9	7.9	4.6	12.0	6.1	7.1	3.1	0.0	12.0
N organico (ug/l)	70.2	16.0	32.0	38.3	28.7	40.6	28.8	54.6	44.3	91.7	202.8	44.8	57.7	47.9	16.0	202.8
N total (ug/l)	571.8	620.6	3131.8	575.0	560.0	342.1	444.5	509.0	177.9	295.9	564.9	248.0	670.1	755.5	177.9	3131.8
P total (ug/l)	31.3	19.3	6.8	28.9	27.1	29.9	38.9	24.7	37.3	31.4	31.5	29.1	28.0	8.1	6.8	38.9
PO ₄ - P (ug/l)	12.5	11.0	2.6	4.0	3.8	23.0	14.2	14.2	22.6	20.5	5.2	26.9	13.4	8.1	2.6	26.9
Seston total (mg/l)	8.2		4.4	61.2	7.7	5.7	11.1	7.3	5.8	23.9	7.3	7.7	13.6	15.8	4.4	61.2
Seston orgánico (mg/l)	5.3		2.1	26.7	4.3	4.1	5.7	2.3	4.0	11.8	5.3	4.9	6.9	6.7	2.1	26.7
Seston inorgánico (mg/l)	2.9		2.3	34.5	3.5	1.6	5.4	5.1	1.8	12.2	2.0	2.7	6.7	9.2	1.6	34.5

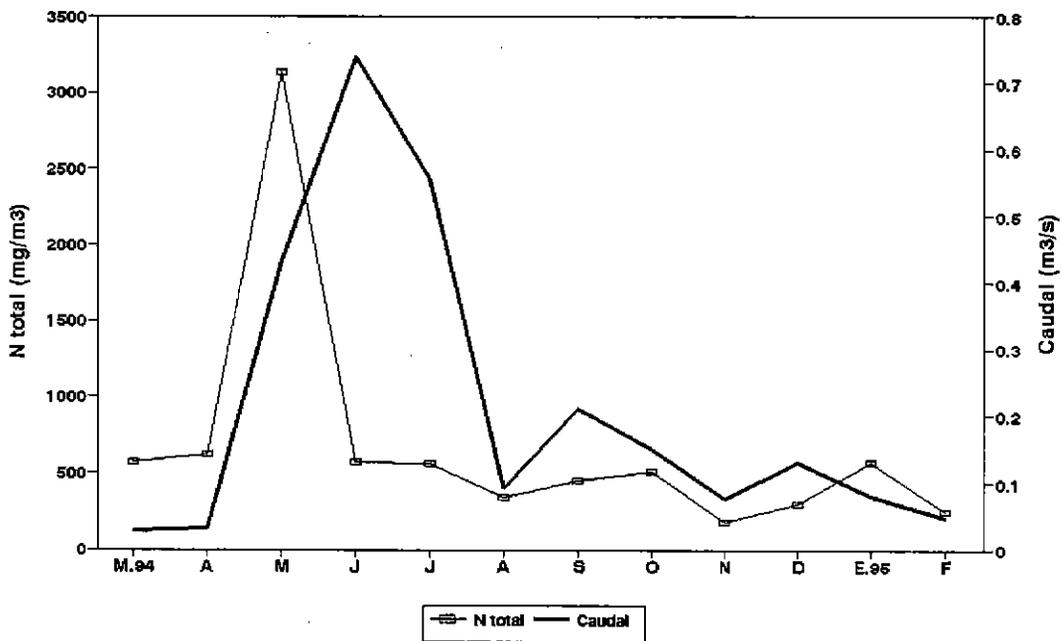
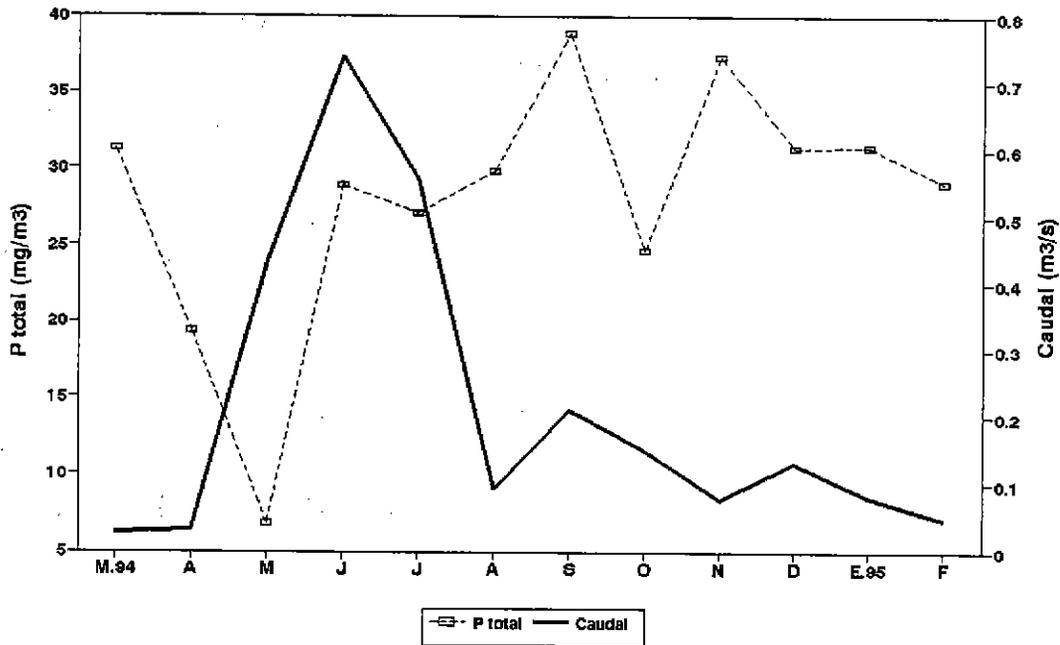


Figura 56: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Pellinada.

* **Río Negro (N° 53)**(Tabla 64; Fig.57).

Morfometría. Está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 45.4 km² la que se encuentra cubierta en un 77.9% de praderas, 9.9% de matorral y quila, y 8.1% de bosque nativo. Su longitud es de 18 km. Su ancho aumentó 1.4 veces de su mínimo. El caudal aumentó 8.7 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué alta, con un mínimo (7.9°C) en invierno y un máximo (16°C) en verano. El Color presentó valores muy altos. Los valores de Turbidez fueron bajos.

Químico. Los valores de pH alrededor de la neutralidad. La Conductividad presentó valores bajos. Todos los nutrientes (Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total) presentaron altas concentraciones. El Sestón también presentó altas concentraciones especialmente de materia orgánica.

Biológico. En este afluente, el análisis bacteriológico realizado durante el verano, presentó concentraciones de Coliformes fecales por sobre el límite (300 ufc/100 ml).

Para este afluente no hubieron inconvenientes para realizar sus muestreos durante todo el período de estudio.

Tabla 64: Parametros morfometricos, fisicos y quimicos del afluyente, RIO NEGRO.

RIO NEGRO

	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
Caudal (m ³ /s)	2.1	4.4	5.4	16.4	18.3	5.7	10.5	11.0	3.1	7.9	4.7	2.4	7.7	5.2	2.1	18.3
Ancho (m)	19.0	23.0	23.0	23.0	25.0	20.0	25.0	25.0	20.0	23.0	20.0	18.0	22.0	2.4	18.0	25.0
Temperatura (°C)	9.9	9.6	10.8	10.7	10.1	7.9	10.5	10.3	15.2	15.2	16.0	14.0	11.7	2.6	7.9	16.0
Color (unid.Pt-Co)	50.0	235.0	87.5	65.0	57.5	37.5	77.5	45.0	52.5	95.0	37.5	50.0	74.2	51.7	37.5	235.0
Turbidez (mg/l)	3.0	9.0	4.0	3.0	3.0	2.5	4.0	3.0	3.0	4.0	2.5	3.0	3.7	1.7	2.5	9.0
pH	7.1	6.7	7.1	6.2	6.7	7.1	6.9	7.0	7.5	7.2	6.6	6.5	6.9	0.3	6.2	7.5
Conductividad (uS)	58.6	45.1	44.8	40.3	46.4	40.9	48.1	51.1	49.1	49.8	59.1	59.6	49.4	6.4	40.3	59.6
NO ₃ - N (ug/l)	333.4	589.9	525.8	162.9	156.6	116.6	135.5	154.1	107.1	95.2	98.5	91.9	214.0	166.3	91.9	589.9
NO ₃ (ug/l)	1477.0	2613.4	2329.4	721.6	693.7	521.3	600.4	682.7	474.6	421.7	436.2	407.1	948.3	736.3	407.1	2613.4
NO ₂ - N (ug/l)	2.0	3.1	0.9	1.2	1.0	0.5	1.3	1.4	2.1	0.8	1.2	1.4	1.4	0.7	0.5	3.1
NO ₂ (ug/l)	9.8	10.0	3.0	3.9	3.2	1.6	4.3	4.7	6.9	2.5	3.9	4.6	4.9	2.6	1.6	10.0
NH ₃ - N (ug/l)	12.2	45.0	36.4	9.9	7.0	10.9	10.5	10.5	0.0	9.3	12.8	9.3	14.5	12.3	0.0	45.0
NH ₄ (ug/l)	15.8	58.0	47.0	12.8	9.1	14.0	13.5	13.5	0.0	12.0	16.5	12.0	18.7	15.8	0.0	58.0
N organico (ug/l)	103.2	105.0	293.6	40.6	21.5	64.5	26.2	28.8	90.8	22.6	89.3	39.9	77.2	72.2	21.5	293.6
N total (ug/l)	423.8	640.0	773.4	191.9	170.0	167.6	149.5	170.8	200.0	106.5	172.4	121.1	273.9	209.8	106.5	773.4
P total (ug/l)	32.1	30.5	108.3	17.5	28.1	22.1	21.9	23.8	54.8	30.8	34.6	29.1	36.1	23.5	17.5	108.3
PO ₄ - P (ug/l)	9.8	1.7	2.7	3.2	2.4	9.4	3.9	4.6	7.4	18.7	10.8	16.7	7.6	5.4	1.7	18.7
Seston total (mg/l)	4.6	20.0	8.3	33.4	11.4	4.3	6.2	9.8	7.9	16.5	10.0	3.9	11.4	8.1	3.9	33.4
Seston organico (mg/l)	2.9	10.6	7.0	27.7	5.6	2.5	3.3	4.5	4.7	8.9	6.1	2.6	7.2	6.6	2.5	27.7
Seston inorganico (mg/l)	1.7	9.4	1.2	5.8	5.8	1.9	2.9	5.3	3.2	7.6	3.9	1.3	4.1	2.5	1.2	9.4

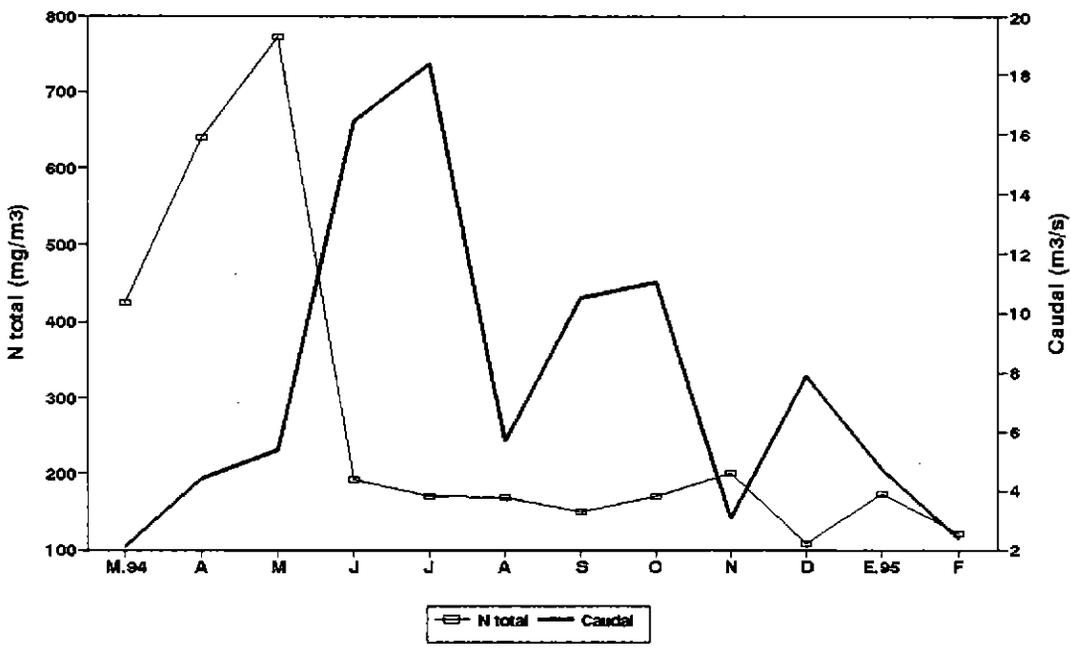
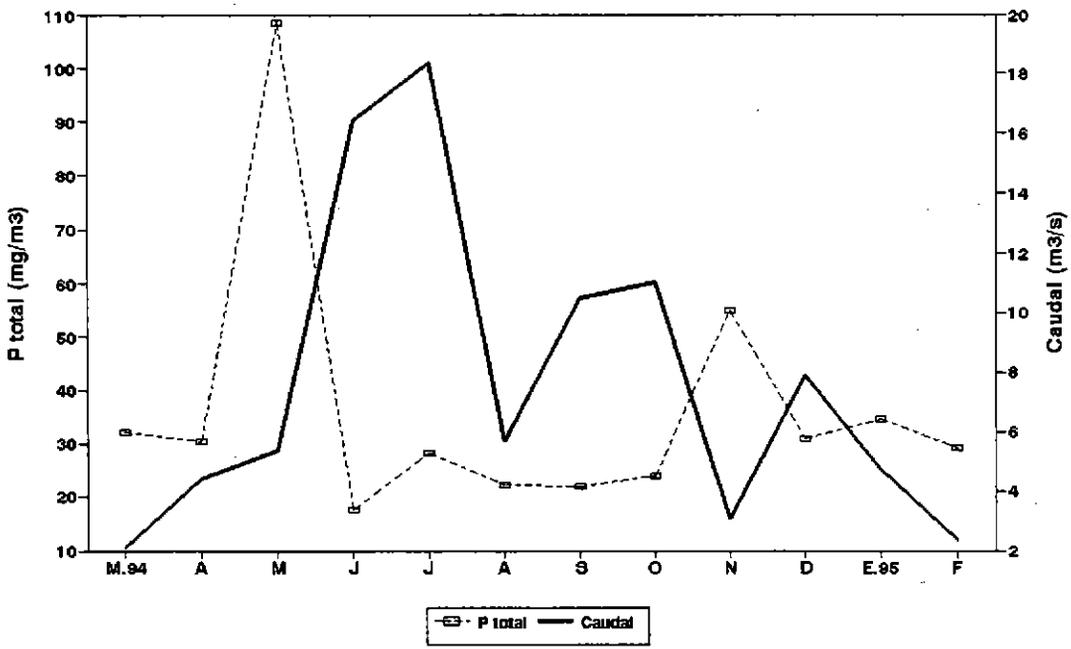


Figura 57: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Negro.

* **Río Huillín-Rupanco (N° 54)**(Tabla 65 y 66; Figs.58 y 59).(Bocatoma y Desague Piscicultura Fluvial).

Morfometría. Este afluente está ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 7.4 km²la cual se encuentra cubierta en un 77% de pradera y 22.1% de bosque nativo. Su longitud es de 4 km. El ancho permaneció sin variaciones en la bocatoma pero aumentó 10.5 veces en el desague. Su caudal en la bocatoma es más pequeño que en el desague, aumentando 6.5 veces y 16 veces de su mínimo respectivamente.

Físico. La temperatura fue relativamente alta con un promedio semejante entre la bocatoma y el desague, aumentando sólo el mínimo de invierno en el desague. El color fué alto, en cambio la Turbidez fué baja, estos dos parámetros fueron semejantes en la bocatoma y desague.

Químico. El pH fue cercano a la neutralidad en ambos lugares del río. La Conductividad fue baja y no hay mayores diferencias entre ambos lugares (bocatoma y desague). Nitrato fué alto siendo mayor en la bocatoma que en el desague. Las concentraciones de Nitrito fueron bajas y semejantes en la bocatoma y desague. Las concentraciones de amonio fué alta siendo mayor en el desague. Nitrógeno orgánico fué alto siendo mayor en el desague. Nitrógeno total fué relativamente alto, siendo mayor en el desague. Fósforo total fué más alto en la bocatoma que en el desague. Sestón total fué superior en el desague que en la bocatoma, constituido principalmente de materia orgánica.

Para este afluente no hubieron inconvenientes en realizar sus muestreos durante todo el período de estudio.

Tabla 65: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO HUILLIN-RUPANCO (BOCATOMA).

RIO HUILLIN-RUPANCO (BOCATOMA)	RIO HUILLIN-RUPANCO (BOCATOMA)												Promedio	D.E.	Minimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.021	0.083	0.055	0.135	0.090	0.057	0.084	0.076	0.090	0.040	0.107	0.131	0.08	0.03	0.02	0.13
Ancho (m)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6
Temperatura (°C)	9.8	10.1	10.5	10.6	10.5	7.9	10.5	10.2	14.1	13.5	13.7	12.4	11.2	1.8	7.9	14.1
Color (unid.Pt-Co)	52.5	95.0	95.0	87.5	45.0	29.0	45.0	29.0	62.0	57.5	65.0	72.5	61.3	22.0	29.0	95.0
Turbidez (mg/l)	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	4.0	3.3	0.6	2.5	4.0
pH	7.2	6.9	7.1	6.8	7.1	7.4	7.2	6.9	7.7	7.2	6.2	6.9	7.0	0.3	6.2	7.7
Conductividad (uS)	80.7	74.7	70.2	56.4	54.2	59.7	60.5	54.6	76.7	61.9	81.5	80.1	67.6	10.3	54.2	81.5
NO ₃ - N (ug/l)	557.7	997.0	157.2	249.1	133.5	210.2	250.3	257.9	185.8	0.0	201.3	199.0	283.2	247.5	0.0	997.0
NO ₃ (ug/l)	2470.6	3990.7	412.6	1103.6	591.2	939.7	1108.8	1142.2	823.2	0.0	891.0	862.0	1196.3	1010.8	0.0	3990.7
NO ₂ - N (ug/l)	2.3	2.5	1.2	1.5	1.3	2.3	1.7	0.3	1.5	0.0	0.8	1.1	1.4	0.7	0.0	2.5
NO ₂ (ug/l)	7.4	8.2	6.6	4.9	4.1	7.6	5.5	0.9	4.8	0.0	2.8	3.5	4.7	2.5	0.0	8.2
NH ₃ - N (ug/l)	0.0	13.6	33.6	8.0	11.9	6.1	9.0	13.3	6.1	0.0	11.6	9.3	10.2	8.3	0.0	33.6
NH ₄ (ug/l)	0.0	17.6	120.4	10.3	15.3	7.8	11.6	17.2	7.9	0.0	15.0	12.0	19.6	30.9	0.0	120.4
N orgánico (ug/l)	48.3	106.8	149.5	40.6	43.0	59.7	28.8	54.6	23.6	42.4	118.9	74.5	65.9	37.5	23.6	149.5
N total (ug/l)	608.3	1088.6	124.2	58.1	162.4	264.4	269.2	295.6	203.0	42.4	306.0	256.7	306.6	274.6	42.4	1088.6
P total (ug/l)	55.5	52.7	131.8	59.6	42.4	166.0	53.1	47.0	100.0	10.9	49.0	72.9	70.1	40.9	10.9	166.0
PO ₄ - P (ug/l)	31.1	22.2	19.5	12.2	9.5	38.0	30.7	29.3	44.8	5.0	45.5	59.8	29.0	15.6	5.0	59.8
Seston total (mg/l)	9.0		3.3	2.8	6.4	8.3	8.5	11.3	12.0	14.7	16.7	10.7	9.4	4.1	2.8	16.7
Seston orgánico (mg/l)	7.6		2.3	2.5	3.9	6.1	5.3	6.4	7.2	8.5	9.5	6.6	6.0	2.2	2.3	9.5
Seston inorgánico (mg/l)	1.3		1.0	0.3	2.5	2.2	3.2	4.9	4.8	6.3	7.2	4.1	3.4	2.1	0.3	7.2

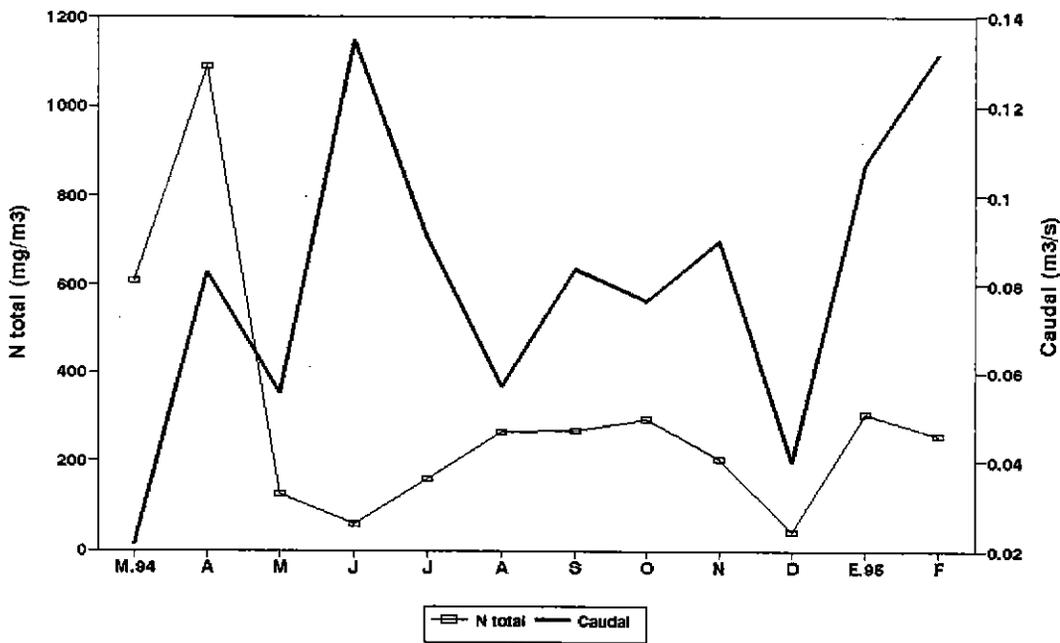
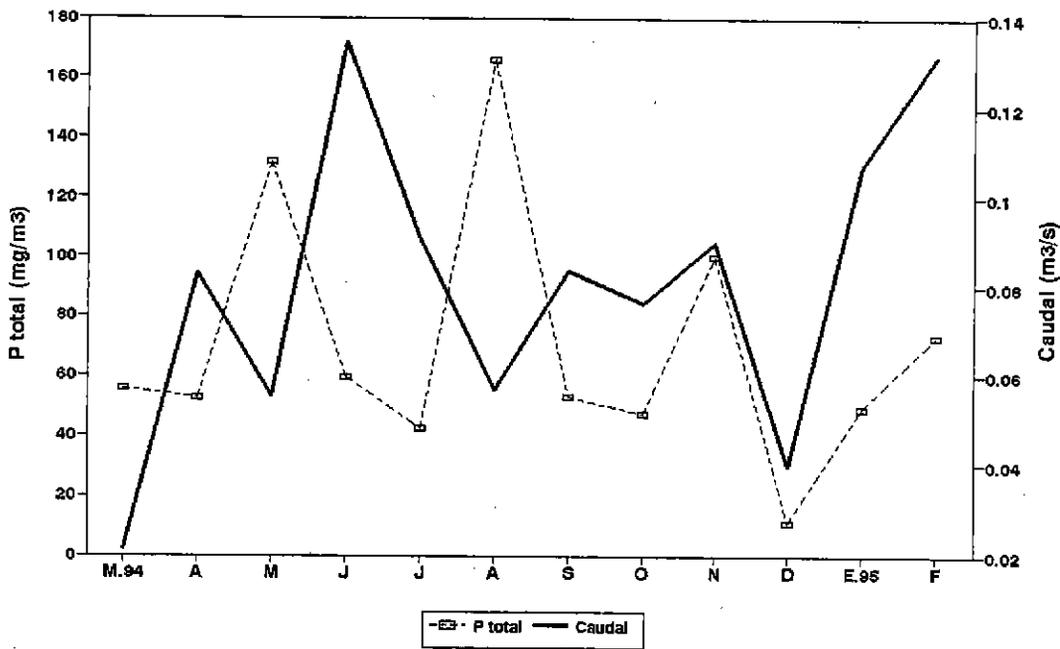


Figura 58: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Huillín-Rupanco (Bocatoma).

Tabla 66: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO HUILLIN-RUPANCO (DESAGUE).

RIO HUILLIN-RUPANCO (DESAGUE)	Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO HUILLIN-RUPANCO (DESAGUE)												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.122	0.339	0.526	1.424	1.649	0.878	0.791	0.737	0.369	0.099	0.303	0.364	0.6	0.5	0.1	1.6
Ancho (m)	1.4	1.5	2.6	3.0	6.3	2.6	3.2	3.0	2.5	0.6	2.0	1.7	2.5	1.4	0.6	6.3
Temperatura (°C)	10.4	10.4	11.1	10.7	10.5	8.7	10.5	10.3	14.3	13.7	14.4	12.9	11.5	1.8	8.7	14.4
Color (unid.Pt-Co)	52.5	77.5	87.5	70.0	62.0	62.0	57.5	37.5	45.0	77.5	62.0	62.0	62.8	13.5	37.5	87.5
Turbidez (mg/l)	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	4.0	3.0	3.0	3.3	0.5	2.5	4.0
pH	7.3	6.7	7.0	6.7	6.8	7.3	7.0	6.8	7.5	7.2	7.5	6.9	7.1	0.3	6.7	7.5
Conductividad (uS)	71.3	71.3	61.9	55.2	52.0	64.1	62.9	59.8	72.9	64.1	83.1	80.7	66.6	9.1	52.0	83.1
NO ₃ - N (ug/l)	557.7	997.0	157.2	249.1	133.5	210.2	250.3	257.9	185.8	0.0	201.3	199.0	283.2	247.5	0.0	997.0
NO ₃ (ug/l)	3052.6	4416.7	696.6	1187.5	968.5	930.3	1084.6	881.2	14.6	824.0	920.0	901.5	1323.2	1147.7	14.6	4416.7
NO ₂ - N (ug/l)	2.3	2.6	2.0	1.7	1.7	3.8	2.4	1.7	1.8	1.0	1.5	1.1	2.0	0.7	1.0	3.8
NO ₂ (ug/l)	7.4	8.4	3.9	5.5	5.5	12.4	8.0	5.5	8.4	2.7	4.8	3.5	6.3	2.6	2.7	12.4
NH ₃ - N (ug/l)	56.3	47.8	93.3	26.4	13.8	32.2	37.8	39.3	29.2	10.5	12.8	13.9	34.4	22.6	10.5	93.3
NH ₄ (ug/l)	72.7	61.7	43.3	34.0	17.8	41.5	48.8	50.7	60.0	13.5	16.5	18.0	39.9	19.2	13.5	72.7
N organico (ug/l)	172.6	290.0	56.9	76.4	43.0	133.7	67.5	88.2	57.2	109.0	148.5	47.3	107.5	68.1	43.0	290.0
N total (ug/l)	791.3	1131.8	172.1	312.1	245.5	304.1	265.9	238.1	7.8	282.3	241.4	229.4	351.8	291.5	7.8	1131.8
P total (ug/l)	72.8	60.0	50.2	43.4	48.7	68.0	56.7	49.1	78.0	14.6	61.9	77.4	56.7	16.9	14.6	78.0
PO ₄ - P (ug/l)	37.0	21.2	20.8	12.7	8.8	11.0	36.5	33.9	51.2	7.8	59.4	65.8	30.5	19.3	7.8	65.8
Seston total (mg/l)	9.8	6.0	8.3	5.4	18.3	25.2	10.3	10.5	10.8	15.0	14.8	9.0	11.9	5.3	5.4	25.2
Seston orgánico (mg/l)	7.4	4.1	7.0	3.5	8.5	18.6	5.8	4.8	6.6	7.7	8.9	5.7	7.4	3.7	3.5	18.6
Seston inorgánico (mg/l)	2.4	1.9	1.2	1.9	9.8	6.6	4.5	5.8	4.3	7.2	5.9	3.3	4.6	2.5	1.2	9.8

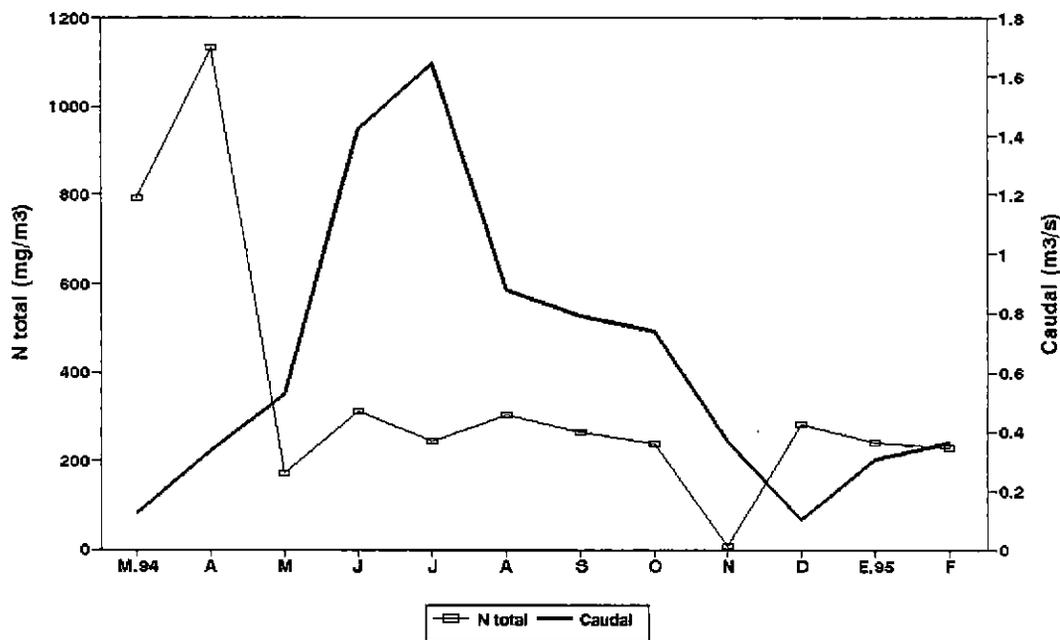
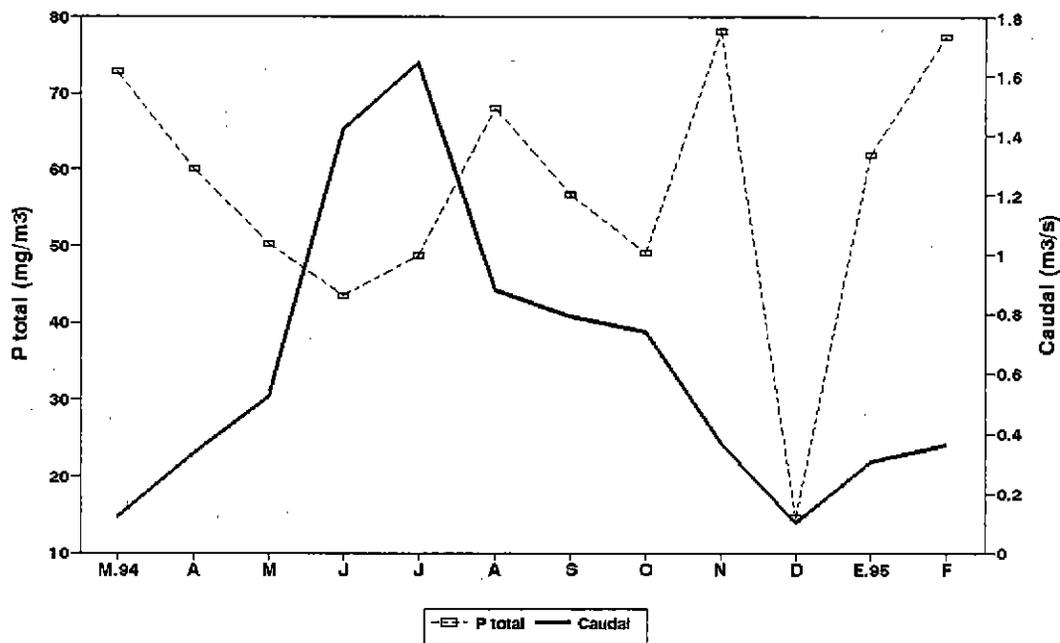


Figura 59: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río Huillín-Rupanco (Desague).

* **Río (Arroyo) El Parrón (N° 55)**(Tabla 67; Fig.60).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 4.8 km² que está cubierta en un 100% de praderas. Su longitud es de 6 km. Su ancho aumentó 2 veces desde su mínimo. El caudal aumentó 5 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue alta, con un mínimo (7.6°C) en invierno, y un máximo (15.1°C) en primavera. El Color y la Turbidez presentaron valores muy altos.

Químico. El pH al igual que en la mayoría de los afluentes se mantuvo con valores cercanos a la neutralidad. Los valores de Conductividad fueron bajos. Todos los nutrientes (Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno total, Nitrógeno orgánico, Fósforo total y Fósforo soluble) presentaron concentraciones muy altas. El Seston también presentó concentraciones altas, especialmente de materia orgánica.

Para este afluente no hubieron inconvenientes en realizar los muestreos durante todo el período de estudio.

Tabla 67: Parametros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) EL PARRON.

RIO (ARROYO) EL PARRON	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	Caudal (m ³ /s)	0.062	0.203	0.165	0.429	0.456	0.208	0.258	0.224	0.229	0.198	0.079				
Ancho (m)	1.1	1.3	1.3	2.0	2.0	1.6	1.8	2.1	2.0	1.6	1.5	1.0	1.6	0.4	1.0	2.1
Temperatura (°C)	9.5	9.4	10.5	10.5	10.3	7.6	10.4	9.9	15.1	13.7	14.0	12.7	11.1	2.1	7.6	15.1
Color (unid.Pt-Co)	105.0	210.0	117.5	387.5	82.5	52.5	20.0	72.5	52.5	95.0		65.0	114.5	98.2	20.0	387.5
Turbidez (mg/l)	5.0	7.5	5.0	16.0	4.0	3.0	2.5	4.0	3.0	4.0		3.0	5.2	3.7	2.5	16.0
pH	7.3	6.5	7.1	6.5	6.5	7.2	7.0	7.1	7.7	7.1	6.1	6.9	6.9	0.4	6.1	7.7
Conductividad (uS)	50.9	57.5	54.2	47.8	52.0	55.3	55.8	58.1	64.9	57.5		79.0	57.5	8.0	47.8	79.0
NO3 - N (ug/l)	589.7	968.1	596.3	348.0	284.9	402.6	371.6	342.1	169.4	219.9	227.6	201.3	393.5	218.3	169.4	968.1
NO3 (ug/l)	2652.2	4288.9	2641.8	1541.5	1262.0	1799.8	1646.2	1515.5	38.8	974.2	1008.1	891.8	1688.4	1047.9	38.8	4288.9
NO2 - N (ug/l)	2.5	3.4	2.6	2.6	1.6	1.8	2.3	1.0	2.8	0.7	1.9	2.0	2.1	0.7	0.7	3.4
NO2 (ug/l)	8.2	11.1	8.4	8.6	5.2	5.8	7.5	3.2	6.0	2.3	6.4	6.5	6.6	2.3	2.3	11.1
NH3 - N (ug/l)	17.9	10.8	47.8	26.4	9.9	6.1	13.3	20.5	23.4	11.6	34.7	17.4	20.0	11.4	6.1	47.8
NH4 (ug/l)	23.1	13.9	61.7	34.0	12.8	7.8	17.2	26.5	37.7	15.0	44.7	22.4	26.4	15.0	7.8	61.7
N orgánico (ug/l)	95.8	87.2	92.5	81.2	40.6	52.6	41.7	62.3	90.8	74.5	160.9	42.4	76.9	32.3	40.6	160.9
N total (ug/l)	664.9	1044.8	629.8	397.8	314.3	449.2	398.4	378.9	225.3	280.1	345.7	223.2	446.0	224.1	223.2	1044.8
P total (ug/l)	113.2	33.8	17.8	88.7	47.7	35.3	40.4	37.9	47.2	34.2	47.9	51.0	49.2	24.4	17.8	113.2
PO4 - P (ug/l)	20.4	10.9	7.9	6.3	4.9	30.0	19.8	18.8	31.3	21.1	33.3	35.3	20.0	10.3	4.9	35.3
Seston total (mg/l)	7.2	12.3	20.3	23.4	18.5	8.9	9.1	9.8	7.8	9.5	8.9	6.7	11.9	5.4	6.7	23.4
Seston orgánico (mg/l)	5.8	7.9	9.3	8.1	8.8	5.0	5.4	4.1	4.9	5.9	5.9	4.8	6.3	1.7	4.1	9.3
Seston inorgánico (mg/	1.5	4.3	10.9	15.3	9.7	3.9	3.7	5.8	2.9	3.6	2.9	1.9	5.5	4.0	1.5	15.3

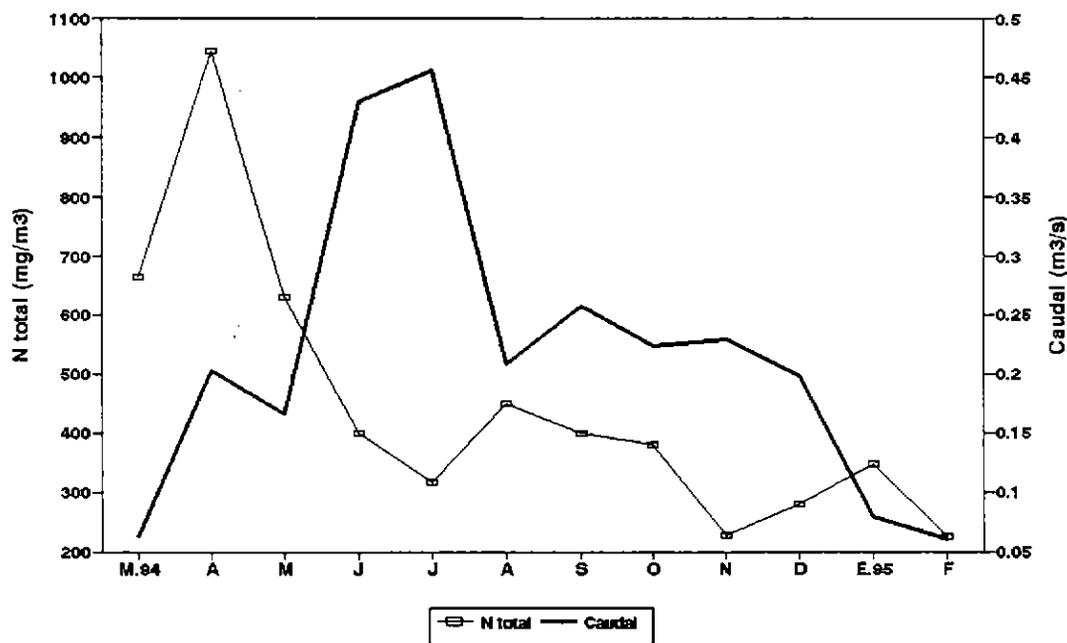
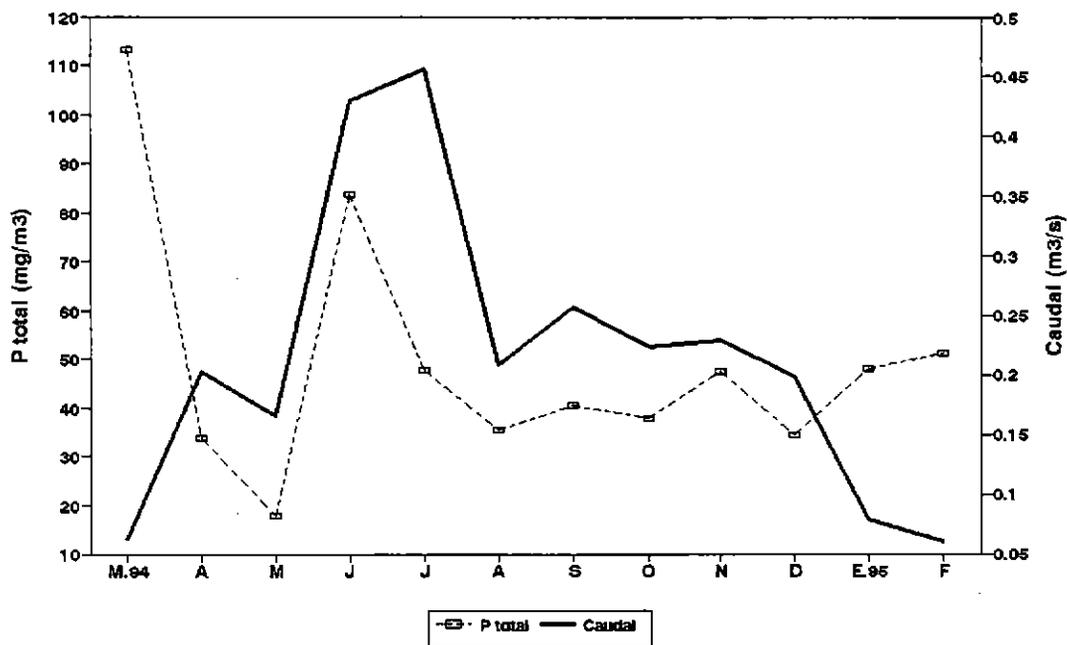


Figura 60: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) El Parrón.

*** Río (Arroyo) Chalupa (N° 56)**(Tabla 68; Fig.61).

Morfometría. Se encuentra ubicado en el sector del valle central. Tiene una subcuenca de 1.3 km² cubierta en un 100% de pradera. Su longitud es de 1 km. Su ancho aumentó 4 veces de su mínimo. El caudal aumentó 100 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fué alta con un mínimo de invierno y un máximo de primavera. El Color tuvo valores muy altos. La Turbidez con valores bajos.

Químico. El pH mantiene sus valores alrededor de la neutralidad. La Conductividad fue baja. El Nitrato, Nitrógeno orgánico, Amonio, Nitrito, Nitrógeno total, Fósforo soluble y Fósforo total presentaron concentraciones altas. Las concentraciones de Seston también fueron altas, especialmente de materia orgánica.

Para este afluente no hubieron inconvenientes en realizar los muestreos durante todo el período de estudio.

Tabla 68: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO (ARROYO) CHALUPA.

RIO (ARROYO) CHALUPA	Promedio D.E. Mínimo Máximo															
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m ³ /s)	0.017	0.005	0.009	0.064	0.174	0.041	0.087	0.062	0.030	0.090	0.028	0.002	0.1	0.05	0.002	0.2
Ancho (m)	0.5	0.7	1.2	1.0	1.0	0.8	1.2	1.2	0.7	0.9	0.6	0.3	0.8	0.3	0.3	1.2
Temperatura (°C)	11.8	11.4	11.4	10.9	10.4	8.5	10.8	10.5	14.0	15.4	14.8	12.7	11.9	1.9	8.5	15.4
Color (unid.Pt-Co)	32.5	62.0	52.5	45.0	105.0	25.0	29.0	29.0	14.0	29.0	29.0	7.0	38.3	24.8	7.0	105.0
Turbidez (mg/l)	2.5	3.0	3.0	3.0	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	0.7	2.5	5.0
pH	7.7	6.5	6.9	6.5	6.7	7.1	6.7	7.0	7.4	7.0	5.7	6.5	6.8	0.5	5.7	7.7
Conductividad (uS)	91.8	60.8	57.5	46.5	45.3	50.9	48.6	54.6	54.1	54.2	61.8	60.6	57.2	11.7	45.3	91.8
NO ₃ - N (ug/l)	490.4	1420.1	718.1	590.9	215.5	217.6	172.7	172.7	172.7	136.8	107.2	124.7	378.3	369.0	107.2	1420.1
NO ₃ (ug/l)	2172.5	6290.9	3181.4	2617.5	954.5	972.6	765.1	765.1	750.5	605.9	475.0	552.5	1675.3	1635.0	475.0	6290.9
NO ₂ - N (ug/l)	0.9	2.7	1.7	1.4	1.4	1.5	1.9	1.4	1.4	0.7	2.0	0.7	1.5	0.5	0.7	2.7
NO ₂ (ug/l)	3.0	9.0	5.5	4.5	4.7	4.8	6.2	4.6	9.3	2.2	6.5	2.4	5.2	2.2	2.2	9.3
NH ₃ - N (ug/l)	6.6	8.0	36.4	12.8	17.7	7.0	23.4	19.1	19.1	7.0	4.7	3.6	13.8	9.3	3.6	36.4
NH ₄ (ug/l)	6.5	10.3	47.0	16.5	22.8	9.1	30.2	24.6	30.2	9.1	6.1	4.6	18.2	12.4	4.6	47.0
N orgánico (ug/l)	51.9	48.0	73.0	40.6	59.7	38.3	52.0	101.1	59.8	69.5	7.8	17.7	51.6	23.7	7.8	101.1
N total (ug/l)	534.7	1460.6	745.8	616.3	253.9	248.2	196.4	250.6	203.7	197.9	110.9	138.5	413.1	370.5	110.9	1460.6
P total (ug/l)	34.7	21.9	89.1	27.1	45.9	21.1	19.3	21.3	25.8	15.8	19.4	43.4	32.1	19.5	15.8	89.1
PO ₄ - P (ug/l)	15.9	8.2	4.6	4.4	3.1	15.2	8.4	8.4	18.6	9.0	15.9	37.9	12.5	9.1	3.1	37.9
Seston total (mg/l)	4.4	5.5	15.9	11.9	20.0	3.3	2.2	23.7	2.9	3.7	2.3	1.4	8.1	7.4	1.4	23.7
Seston orgánico (mg/l)	2.9	3.6	8.5	3.6	8.2	2.0	2.0	10.4	2.5	2.7	1.9	0.7	4.1	3.0	0.7	10.4
Seston inorgánico (mg/l)	1.4	1.9	7.5	8.4	11.9	1.3	0.1	13.3	0.4	1.1	0.4	0.7	4.0	4.6	0.1	13.3

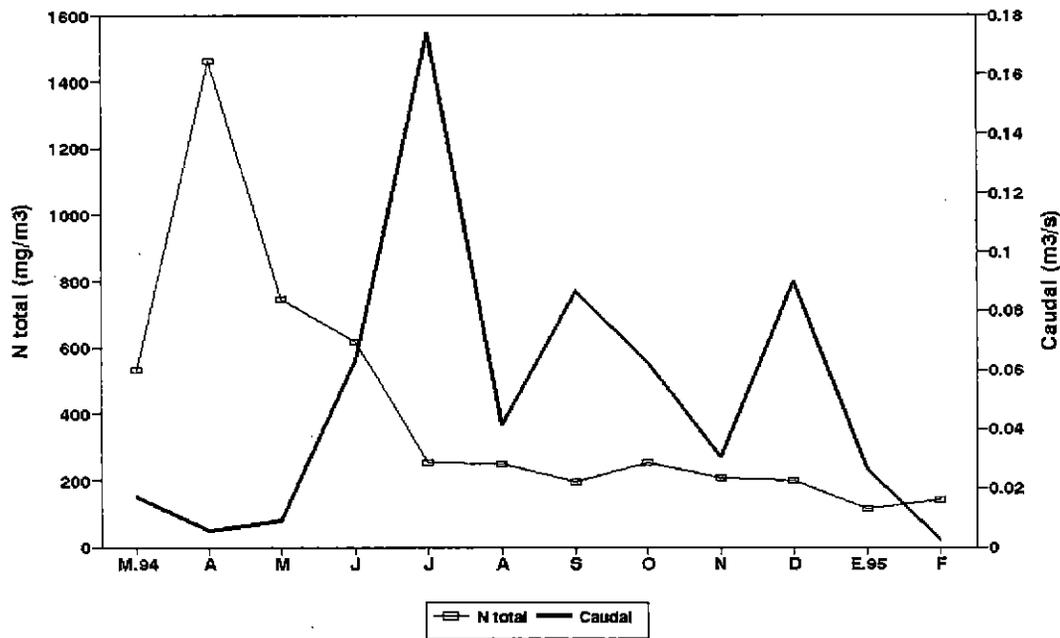
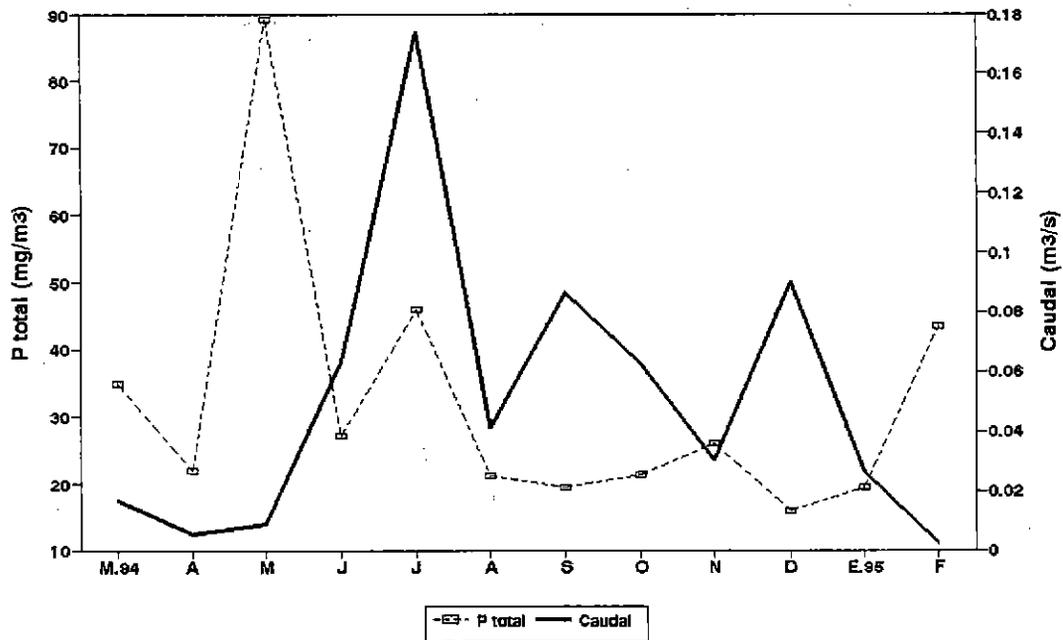


Figura 61: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del afluente del Lago Rupanco, Río (Arroyo) Chalupa.

*** Río Rahue (N° 57). Efluente del lago Rupanco** (Tabla 69; Fig.62).

Morfometría. El único efluente del Lago Rupanco se encuentra ubicado en el sector del valle central. Su cuenca es la misma del lago. El caudal aumentó 4.1 vez de su mínimo.

Físico. La temperatura fué alta y refleja la temperatura del lago, con un mínimo (10°C) en primavera y un máximo (18.7°C) en verano. El Color con algunos valores muy alto especialmente en Mayo. La Turbidez presentó valores bajos.

Químico. El pH mantiene su cercanía a la neutralidad. La Conductividad sigue siendo baja. Nitrato con concentraciones irregulares y algunas muy alta como en Noviembre. Nitrito, Fósforo total y Fósforo soluble con bajas concentraciones. Amonio con concentraciones altas en Mayo y Noviembre y las otras bajas. Nitrógeno orgánico con altas concentraciones. Nitrógeno total irregular con valores altos en Noviembre y en Mayo. El Seston presentó valores bajos en materia orgánica.

Este efluente fue muestreado sin mayores inconvenientes durante todo el período de estudio.

Tabla 69: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluente, RIO RAHUE.

RIO RAHUE	MORFOMETRICOS												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB				
Caudal (m3/s)	54.7	70.9	102.0	227.0	131.3	192.5	150.3	148.3	125.2	125.5	114.6	75.9	126.5	47.5	54.7	227.0
Temperatura (°C)	17.8	16.5	13.8	12.5	10.9	10.3	10.0	11.1	13.6	14.3	18.3	18.7	14.0	3.0	10.0	18.7
Color (unid.Pt-Co)	7.0	7.0	70.0	20.0	5.0	5.0	14.0	5.0	14.0	2.5		14.0	14.9	18.2	2.5	70.0
Turbidez (mg/l)	2.5	2.5	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	0.4	2.5	4.0
pH	7.1	7.2	7.0	6.3	6.7	7.2	7.1	7.0	7.4	7.3	6.4	6.8	6.9	0.3	6.3	7.4
Conductividad (uS)	44.2	43.0	46.4	46.0	51.4	45.9	49.8	46.5	45.5	48.7		38.4	46.0	3.3	38.4	51.4
NO3 - N (ug/l)	9.8	16.2	22.6	4.1	6.2	14.6	5.5	35.0	512.6	0.0	0.0	2.2	52.4	139.1	0.0	512.6
NO3 (ug/l)	43.4	71.8	100.2	18.2	27.6	65.4	24.3	155.0	765.1	0.0	0.0	9.7	106.7	203.3	0.0	765.1
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	1.0
NO2 (ug/l)	1.2	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	3.2	0.0	4.6	0.0	0.7	0.7	1.2	1.3	0.0	4.6
NH3 - N (ug/l)	0.0	5.1	17.9	7.0	0.0	2.2	6.1	6.1	4.7	3.6	0.0	3.6	4.7	4.6	0.0	17.9
NH4 (ug/l)	0.0	6.6	23.1	9.1	0.0	2.8	7.9	7.9	24.6	4.6	0.0	4.6	7.6	7.9	0.0	24.6
N orgánico (ug/l)	4.4	5.3	122.8	26.3	12.0	16.8	10.7	23.6	44.3	32.5	37.4	17.7	29.5	30.6	4.4	122.8
N total (ug/l)	14.6	15.1	122.5	21.7	18.4	28.8	9.2	50.7	532.3	27.9	37.6	15.5	74.5	141.1	9.2	532.3
P total (ug/l)	4.3	5.6	3.4	14.1	11.9	12.7	10.4	9.8	11.6	10.6	12.2	12.6	9.9	3.4	3.4	14.1
PO4 - P (ug/l)	1.2	1.3	0.5	1.3	0.6	4.8	2.7	1.7	2.1	4.6	3.4	2.6	2.2	1.4	0.5	4.8
Seston total (mg/l)	4.5	2.0	4.2	2.3	2.2	1.7	1.8	1.5	1.4	2.0	1.6	0.4	2.1	1.1	0.4	4.5
Seston orgánico (mg/l)	2.1	1.2	3.6	1.5	1.1	1.4	1.6	1.0	1.3	1.9	1.6	0.1	1.5	0.8	0.1	3.6
Seston inorgánico (mg/l)	2.5	0.8	0.6	0.7	1.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.3	0.6	0.6	0.0	2.5

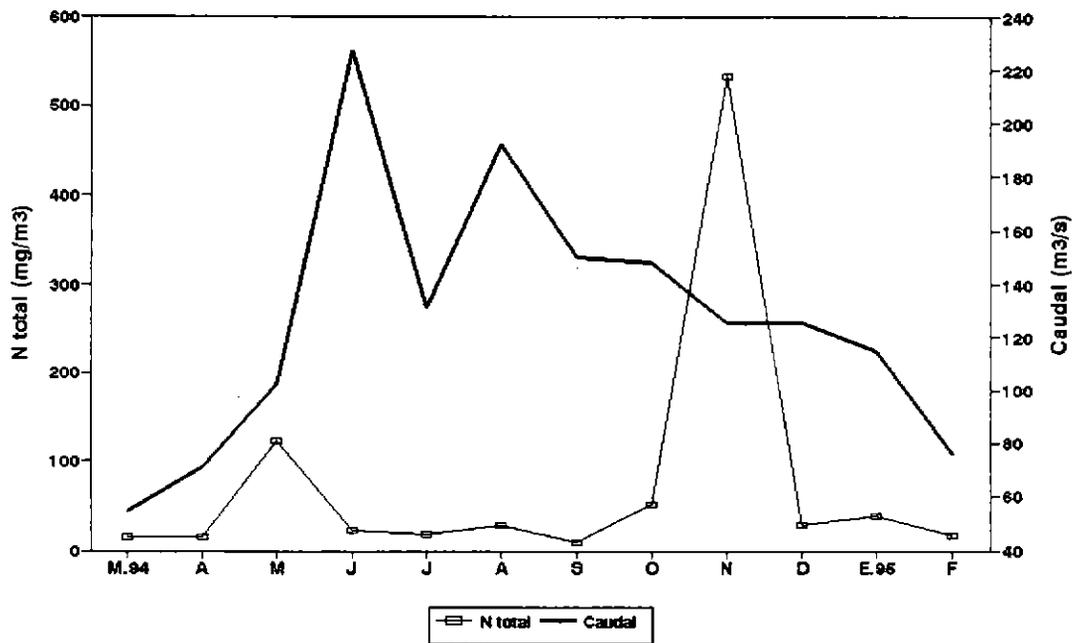
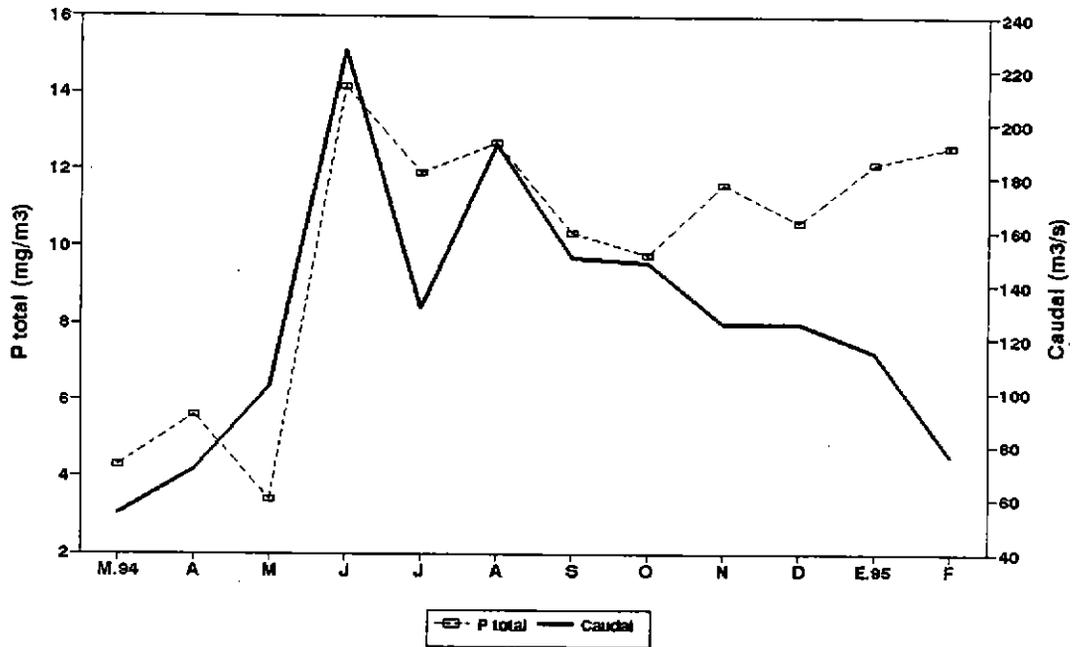


Figura 62: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del efluente del Lago Rupanco, Río Rahue.

* **Río El Poncho (N° 58)**(Tabla 70; Fig.63).

Morfometría. Este afluente se encuentra ubicado en el sector cordillerano. Tiene una subcuenca de 11.8 km², que está cubierta en un 54.2% de bosque nativo y 45.8% de lava. Su longitud es de 6 km. Su ancho aumentó 13.3 veces su mínimo. El caudal aumentó 44 veces de su mínimo.

Físico. La temperatura fue baja, con un mínimo (4.3°C) en primavera y un máximo (12.6°C) a finales de la primavera. Los valores de Color fueron irregulares con altos valores en Mayo y Junio. La Turbidez fue baja.

Químico. El pH con valores cercanos a la neutralidad. La Conductividad fue baja. Nitrato con bajas concentraciones con excepción de Noviembre. Nitrito, Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con bajas concentraciones. Amonio con bajas concentraciones con excepción de Mayo. Fósforo soluble y total con bajas concentraciones a excepción de Agosto. El Seston en general con bajas concentraciones especialmente de materia inorgánica.

Este afluente no pudo ser muestreado en el mes de Marzo de 1994 y Febrero de 1995, ya que se encontraba seco, pero si fue posible realizar el doble muestreo del mes de Julio.

Tabla 70: Parámetros morfométricos, físicos y químicos del afluyente, RIO EL PONCHOCO.

RIO EL PONCHOCO	MAR.94 ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC ENE.95 FEB												Promedio	D.E.	Mínimo	Maximo
	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95				
Caudal (m3/s)	0.17	2.27	1.76	4.44	0.51	0.24	0.21	0.06	0.61	0.13	0.05	1.0	1.3	0.1	4.4	
Ancho (m)	2.0	4.0	3.0	0.3	2.0	2.3	1.4	3.6	2.8	1.1	2.3	1.1	0.3	4.0		
Temperatura (°C)	7.3	9.0	6.9	9.7	6.6	7.3	4.3	8.1	6.7	12.6	11.2	8.2	2.2	4.3	12.6	
Color (unid. Pt-Co)	7.0	62.0	70.0	14.0	14.0	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	7.0	17.6	23.2	2.5	70.0	
Turbidez (mg/l)	2.5	3.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	0.4	2.5	4.0	
pH	7.3	7.1	5.9	6.5	6.2	6.7	6.7	6.7	6.7	6.5	7.1	6.7	0.4	5.9	7.3	
Conductividad (uS)	44.0	49.8	31.0	74.8	48.1	44.2	39.2	66.2	43.7	43.1	50.9	48.6	11.7	31.0	74.8	
NO3 - N (ug/l)	25.8	173.3	29.4	7.3	5.2	12.5	9.9	27.3	4.4	9.8	2.2	27.9	46.9	2.2	173.3	
NO3 (ug/l)	114.4	767.6	130.0	32.2	22.9	56.0	43.7	121.1	2270.8	43.6	9.7	328.4	647.6	9.7	2270.8	
NO2 - N (ug/l)	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.0	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.5	
NO2 (ug/l)	1.3	0.6	1.4	0.8	1.4	0.5	1.4	1.3	0.0	1.7	1.2	1.0	0.5	0.0	1.7	
NH3 - N (ug/l)	2.3	46.4	9.0	6.1	4.1	3.2	7.6	4.7	4.7	3.6	3.6	8.6	12.1	2.3	46.4	
NH4 (ug/l)	2.9	78.3	11.6	7.8	5.3	4.1	9.8	6.1	6.1	4.6	4.6	12.8	20.8	2.9	78.3	
N orgánico (ug/l)	30.2	59.8	14.4	43.0	16.8	19.2	13.3	33.9	8.1	17.7	7.8	24.0	15.4	7.8	59.8	
N total (ug/l)	53.5	191.9	32.6	17.0	42.7	27.8	13.7	55.6	6.4	23.4	5.7	42.8	49.9	5.7	191.9	
P total (ug/l)	8.1	9.8	15.7	12.0	17.9	45.8	15.4	9.6	8.9	10.9	10.2	14.9	10.2	8.1	45.8	
PO4 - P (ug/l)	7.2	1.1	0.8	1.0	2.5	4.8	9.4	1.9	1.3	3.6	4.4	3.5	2.7	0.8	9.4	
Seston total (mg/l)	4.0	16.9	16.4	6.8	22.7	2.2	1.4	0.1	1.9	1.7	2.1	6.9	7.5	0.1	22.7	
Seston orgánico (mg/l)	1.0	4.3	4.1	1.9	8.2	1.6	1.3	0.1	1.7	1.5	1.1	2.4	2.2	0.1	8.2	
Seston inorgánico (mg/l)	3.1	12.6	12.2	4.8	14.6	0.5	0.1	0.0	0.2	0.2	0.9	4.5	5.5	0.0	14.6	

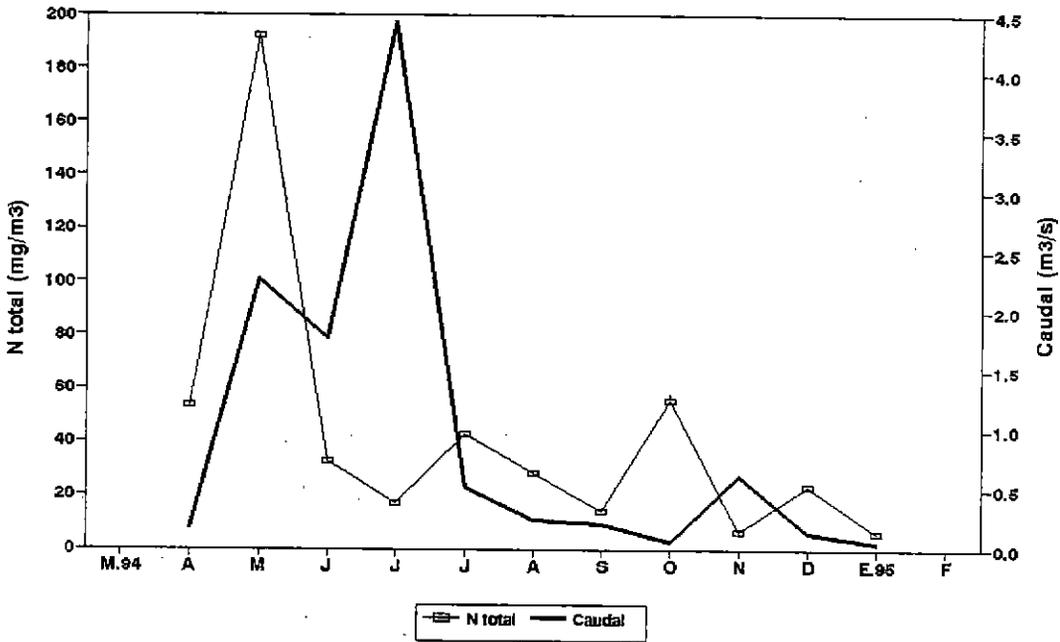
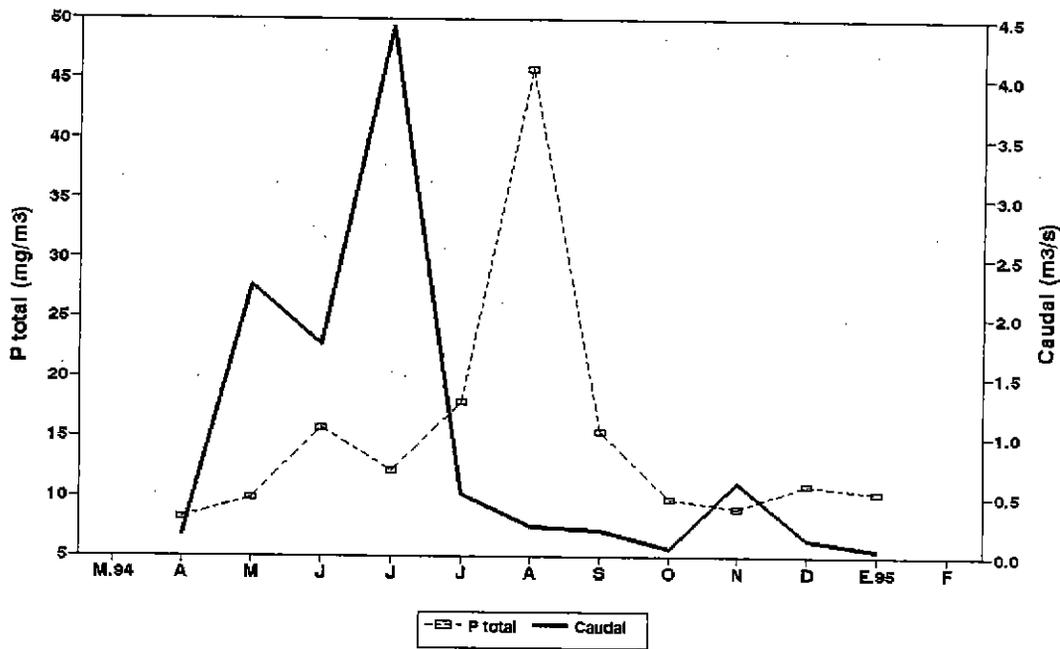


Figura 63: Representación gráfica del Fósforo total, Nitrógeno total y caudal del efluente del Lago Rupanco, Río El Poncho.

ESTIMACION DEL BALANCE HIDRICO DE LA CUENCA DEL LAGO RUPANCO

El ciclo hidrológico es un modelo de circulación general que implica un despliegue complejo de los movimientos y transformaciones del agua. Conocer el valor de cada uno de los componentes del balance hídrico es un antecedente indispensable para estimar la capacidad de carga y balance de nutrientes de una cuenca lacustre.

En este estudio se determinó la variación temporal de cada uno de los componentes del balance hídrico [1] de la cuenca del lago Rupanco para el período abril 1994 - marzo 1995.

$$N = A + EvTr \pm W [1]$$

donde:

- N = Precipitación
- A = Escorrentía
- EvTr = Evapotranspiración
- $\pm W$ = Variación de la reserva de agua

Métodos

Para determinar el aporte de agua por precipitación que llega a la cuenca del lago Rupanco se instaló una red de estaciones pluviométricas. Esta red estuvo compuesta por 5 pluviómetros y 3 pluviógrafos. La ubicación de cada uno de estos instrumentos se decidió de modo tal para que se pudiera contar con una información pluviométrica que sea representativa para la cuenca, y que a su vez fuesen accesibles durante todo el año (Fig. 64). En consideración a estos criterios y al número de instrumentos disponibles para el estudio, la mayor parte de los instrumentos se situaron cerca de la orilla del lago. Sólo dos de estos aparatos fueron ubicados en lugares de mayor altura. Esta decisión se

adoptó para establecer la influencia que tiene la altura sobre los montos de precipitación en la cuenca. Cada mes se midió el agua acumulada en los pluviómetros.

Para determinar la distribución espacial y temporal de las precipitaciones de la cuenca del lago, se utilizó la carta base de la zona, en la cual está registrada la información geográfica, el uso del suelo y la ubicación de las estaciones pluviométricas. Sobre esta carta se proyectó una grilla que tiene aristas equivalentes a 3,5 km (Fig. 65).

El área de representatividad de cada estaciones pluviométricas en la cuenca, se determinó con la metodología propuesta por Thiessen (Wechmann, 1964). Este método supone que cada estación pluviométrica representa la precipitación caída sobre cierta fracción del área total.

La influencia que tiene la altura sobre la cantidad de precipitación, se determinó a través de una relación calculada, entre los valores de precipitación de dos pares de estaciones pluviométricas, localizadas en un mismo sector de la cuenca pero ubicadas a distintas alturas (El Encanto y Taique, Club de Pesca y Frutillar respectivamente).

Con estos antecedentes se determinó la precipitación para todos los vértices de la grilla de cada uno de los períodos considerados.

Mediante el programa computacional SURFER, se confeccionaron 5 mapas con la distribución espacial de las precipitaciones (isoyetas), para cada uno de los trimestres considerados en el estudio (1º Período : 26 abril - 21 julio 1994; 2º Período: 22 julio - 19 octubre 1994; 3º Período: 20 octubre 1994 - 20 enero 1995 y 5º Período: 21 enero -1 mayo 1995) y para todo el año respectivamente.

Para establecer la cantidad total de agua que ingresó a la cuenca, se sumaron los valores de pluviometría estimados para cada uno de los vértices del reticulado, clasificándolos previamente según su ubicación en: sobre el lago y sobre las vertientes.

Una parte de la precipitación incidente es interceptada por la cubierta vegetal y devuelta a la atmósfera por evaporación, por lo tanto no participa en la economía hídrica de la cuenca. A pesar que esta pérdida de agua no altera el flujo de nutrientes si lo hace sobre el balance hídrico. Para establecer en forma aproximada la magnitud de

esta pérdida de agua, se utilizaron los antecedentes de Huber y Oyarzun, 1983; Huber y Oyarzun, 1990; Huber y Oyarzun, 1992; Huber y Martínez (1995).

La variación temporal del contenido de agua del lago, como consecuencia de la variación en altura del espejo de agua, se determinó por simple diferencia entre los volúmenes de agua del lago de dos períodos consecutivos. Para conocer este parámetro se instaló, en el atracadero del Club de Pesca, una regla que permitió establecer la variación periódica de la altura del nivel del lago.

La pérdida de agua por evaporación del lago, se consideró equivalente a la registrada por una bandeja evaporimétrica clase A, también ubicada en el recinto del Club de Pesca.

La descarga del lago se determinó mediante un limnógrafo instalado en la desembocadura del lago y con las mediciones diarias de caudal registradas por la Dirección General de Aguas. Los volúmenes estacionales de la descarga fueron calculados mediante la curva de aforo establecida para el río Rahue por la DGA en la desembocadura del lago.

Precipitaciones

La Figura 66 muestra el área de representatividad de cada una de las estaciones pluviométricas en la cuenca.

En las Figuras 67 y 68 se representa la relación entre la altura y la cantidad de precipitación para las localidades de El Encanto y Taique, y Club de Pesca y Frutillar respectivamente. En ambos casos se observa que existe un aumento de la cantidad de la precipitación con la altura. Como no se pudo determinar esta relación para otros lugares de la cuenca, se acordó que el aumento de precipitación con la altura era constante para toda los sitios.

En las Figuras 69, 70, 71, 72 y 73 se muestra la distribución espacial de las precipitaciones para cada uno de los cuatro trimestres considerados y para todo el período del estudio respectivamente.

La mayor variación espacial de las precipitaciones en la cuenca se produjeron durante el trimestre de invierno (Fig. 69; 26/04-21/07/94). La cantidad de precipitación del borde oriental triplica a la del lado occidental. Los vientos predominantes que se registraron durante este período en la zona, el origen de las precipitaciones y la topografía del lugar, son en gran medida los responsables de esta distribución. Esta variación espacial va disminuyendo en los trimestres siguientes (Fig. 70 y 71), a medida que se va acerca el período estival, y se hace mínima durante el último período (Fig.72). Los valores de precipitación, para todo el período de estudio, oscilaron entre 4.600 mm para las altas cumbres de la cordillera y 2.000 mm en el extremos occidental del lago.

Tabla 71: Variación temporal de los aportes de agua por precipitación (10^6 m^3).

	Superficie km^2	Período 1 10^6 m^3	Período 2 10^6 m^3	Período 3 10^6 m^3	Período 4 10^6 m^3	Total 10^6 m^3
Lago	233	230,9	155,4	119,7	102,9	609,0
Vertientes	727	942,9	651,3	420,0	387,4	2.401,8
Cuenca	960	1.173,8	806,8	539,7	490,4	3.010,8

Balance hídrico

En la Tabla 71 se presenta la cantidad de agua (millones de m^3) que alcanzó la cuenca por precipitación para cada uno de los cuatro períodos y para todo el año. Del total de la precipitación un 79,8 % llegó a las vertientes, mientras que el 20,2 % restante lo hizo sobre el lago. Según estos valores, la cuenca recibió en promedio para todo el período, una precipitación equivalente a 3.010 mm.

Tabla 72. Variación temporal de las pérdidas de agua por intercepción de las cubiertas vegetales (10^6 m^3).

	Período 1 10^6 m^3	Período 2 10^6 m^3	Período 3 10^6 m^3	Período 4 10^6 m^3	Total 10^6 m^3
Intercepción	46.8	48.0	40.8	39.8	175.4

La relación entre la cantidad de agua perdida por intercepción y la precipitación por período, para los tres principales tipos de cubierta vegetal de la cuenca están presentadas en la Figura 74. Las pérdidas de agua por intercepción fueron estimadas en 175,4 millones de m^3 lo que equivale al 7,3% de la precipitación total del período (Tabla 72).

Tabla 73. Variación temporal de las pérdidas de agua por evaporación desde el lago ($10^6 m^3$).

	Período 1 $10^6 m^3$	Período 2 $10^6 m^3$	Período 3 $10^6 m^3$	Período 4 $10^6 m^3$	Total $10^6 m^3$
Evaporación	29,5	16,2	49,2	65,7	160,6

Las pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del lago, para todo el período, fue de 160,6 millones de m^3 (Tabla 73). Este valor es equivalente a 689 mm.

Tabla 74: Variación temporal del contenido de agua del lago ($10^6 m^3$).

	Período 1 $10^6 m^3$	Período 2 $10^6 m^3$	Período 3 $10^6 m^3$	Período 4 $10^6 m^3$	Total $10^6 m^3$
Variación del volumen	+ 209,7	-183,3	-53,6	+76,9	+49,8

La variación temporal del contenido de agua del lago están presentados en la Tabla 74. Durante el primer período y debido a los importantes aportes de agua por precipitación, el lago registró un aumento en su nivel y por lo tanto en su reserva de agua. En los meses siguientes, el contenido de agua disminuyó, pero mantuvo un nivel superior al de la fecha de inicio del estudio. Esta diferencia permitió, que al final del período, el lago tuvo un mayor volumen de agua de 49,8 millones de m^3 .

El caudal de descarga del lago Rupanco tuvo un curso anual similar al del aporte de agua por precipitación (Tabla 75). Las mayores descargas se produjeron durante el primer período, alcanzando valores de hasta $252 m^3/seg$ (1 julio 1994). Estos montos disminuyeron considerablemente en el último período, registrándose el valores mínimos el 19 de marzo 1995 con $54 m^3/seg$ (Fig. 75).

Tabla 75: Variación temporal de la descarga del lago (10^6 m^3).

	Período 1 $\text{m}^3 \cdot 10^6$	Período 2 $\text{m}^3 \cdot 10^6$	Período 3 $\text{m}^3 \cdot 10^6$	Período 4 $\text{m}^3 \cdot 10^6$	Total $\text{m}^3 \cdot 10^6$
Descarga	1.438,7	1.345,6	1.023,5	647,3	4.455,1

Tabla 76: Estimación del balance hídrico de la cuenca del lago Rupanco (10^6 m^3).

Precipitación	-	Evaporación	-	Intercepción	-	Descarga	+	Reserva	=	Evapotranspiración
3.010,8		160,6		175,4		4.455,1		49,8	=	-1.830,1

La cantidad de agua involucrada en la evapotranspiración, se obtuvo por simple suma algebraica de cada uno de los valores calculados de los demás componentes del balance hídrico de la cuenca Tabla 76. El resultado de esta operación matemática, arrojó un valor negativo de $1.830,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Esto indicaría que la cuenca está entregando más agua de la que está recibiendo. Esta inconsecuencia, considerando el volumen de agua que está involucrada, hace suponer que la cuenca está recibiendo agua por otra vía. Para corroborar esta hipótesis, se determinó la relación que existe entre el volumen de agua que salió durante el período por la desembocadura del lago y la superficie total de la cuenca. Este cálculo indica que la precipitación media para esta superficie, si no se consideran las pérdidas de agua por evapotranspiración e intercepción, fue de 4.640 mm/año. Si se hace esta misma relación para la cuenca superior del río San Pablo, ubicada un poco más hacia el norte y que incluye la cuenca del lago Puyehue, el valor promedio anual es de 2.247 mm. Este último valor está de acuerdo a los antecedentes pluviométricos para la zona (DGA 1987). La ausencia de similitud entre los valores de estas dos relaciones, estaría indicando que uno de estos resultados estaría siendo influenciado por condiciones que no han sido consideradas.

Si al valor de la precipitación, calculado en el ejercicio anterior para la cuenca del lago Rupanco, se le suman las pérdidas de agua por evapotranspiración e intercepción, que estimativamente para la zona es de 700 mm/año, la precipitación media de la cuenca estaría superando los 5.000 mm para el período de estudio. Este valor es extraordinariamente alto y no corresponde al de la zona (DGA 1987), lo que confirma la

sospecha que hay otras fuentes que aportan agua a la cuenca.

Otra alternativa para confirmar la inclusión de agua por otra vía a la cuenca del lago, fue establecer una relación entre la cantidad de agua aportada por cada microcuenca y su correspondiente superficie. Estos valores están presentados en la Tabla 77. El aporte total de agua de todas las microcuencas para el período fue de $3.831 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ lo que equivale a una precipitación media de 6.297 mm para las vertientes. Si a este valor se le agrega todavía las pérdidas de agua por evapotranspiración e interceptación estimada para la zona, la pluviometría media sobre las vertientes superaría los 7.000 mm, cantidad imposible para esta zona.

En algunos casos, la relación entre el aporte de agua y la correspondiente superficie de la microcuenca, indica que la precipitación estaría bordeando los 18.000 mm año. En general, todas las microcuencas que nacen en la precordillera o en la cordillera propiamente tal, presentan esta anomalía (Tabla 77). Este resultado confirma que los cauces de agua de estas microcuencas, están recibiendo un aporte importante de agua por vía subterránea.

Renovación teórica

La renovación teórica del volumen del lago, de acuerdo a la descarga aquí calculada de 4455 equivale a 8.5 años. Este valor corrige el cálculo dado en Campos (1992) de 12 años para un caudal del Rahue de $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Concentración de nutrientes en agua de lluvia

Se colectó agua de lluvia, en sectores sobre y a orillas del lago, en el club de Pesca y Caza. Se emplearon embudo y botellas muy limpias, evitando todo tipo de interferencia que pudiera perjudicar el análisis. En el agua se analizaron pH, Conductividad, Nitrógeno total como producto de Nitrato, Nitrito, Amonio, Nitrógeno orgánico. Se analizó Fósforo soluble y Fósforo total. Además se analizó Cloruro. Los análisis se realizaron en 9 meses porque en los otros meses no hubo lluvias o fue muy

reducida. Los resultados se entregan en Tabla 78.

El resultado de los análisis fue el siguiente:

- * **pH.** El pH fue ácido durante todo el año con un rango de 5.0 a 6.2 (Tabla 78).
- * **Conductividad.** La conductividad fue muy baja especialmente en invierno y aumentando en la primavera. Su rango fue de 5.1 a 31 μS (Tabla 78).
- * **Nitrógeno total.** Las concentraciones de nitrógeno total en comparación a las encontradas en el agua son relativamente altas (Tabla 78). Los promedios obtenidos para cada período de lluvia de acuerdo a los antecedentes anteriores de precipitaciones, se observa un aumento constante desde el primer período, otoño -invierno (39.8 ug/l), al segundo período invierno-primavera (80.37 ug/l), alcanzando su máximo en primavera verano (160.1 ug/l) (Tabla 79). Los que más contribuyen a la concentración de nitrógeno total fueron el nitrato, seguido del nitrógeno orgánico. Amonio y Nitrito presentaron bajas concentraciones. (Tabla 78).
- * **Fósforo total.** Las concentraciones obtenidas en aguas de lluvia fueron altas comparadas con las obtenidas en agua del lago (Tabla 78). La mayor concentración fue encontrada en el segundo período correspondiente a invierno-primavera (18.8 ug/l) (Tabla 79). El Fósforo soluble presentó bajas concentraciones (Tabla 78).
- * **Cloruro.** Sus concentraciones fueron bajas y semejantes a las aguas del lago. Esto parece revelar poca influencia marina en el agua de lluvia (Tabla 78).

Ingreso de Fósforo total y Nitrógeno total al lago

De acuerdo a las precipitaciones caídas sobre el lago en cada período y los promedios de concentraciones de fósforo total y nitrógeno total obtenidos en ese período se calculó el aporte de estos nutrientes proveniente del agua de lluvia (Tabla 79). Se calculó que el aporte de Fósforo total en todo el año de estudio fue de 7.5 toneladas de fósforo total y 123.5 toneladas de nitrógeno total (Tabla 79).

Tabla 77: Aporte de agua de las microcuencas del Lago Rupanco.

Estación	X Mes l/seg	Total periodo millones M ³	Area Km ²	PP mm
1	373.62	11.8	7.9	1496
2	2814.08	89.0	41.1	2165
3	131.32	4.2	4.1	1013
4	1905.63	60.3	18.9	3188
5	12031.11	380.5	73.2	5197
6	768.77	24.3	3.6	6753
7	2206.02	69.8	6.8	10259
8	2130.43	67.4	11.7	5758
9	1304.68	41.3	6	6876
10	3043.91	96.3	11	8751
11	520.08	16.4	1.8	9137
12	3806.27	120.4	11.7	10287
13	580.73	18.4	1.7	10802
14	1731.02	54.7	5.1	10733
16	184.83	5.8	1.2	4871
17	1295.28	41.0	8	5120
20	31614.84	999.7	166.9	5990
21	459.47	14.5	5	2906
25	627.58	19.8	1.1	18041
28	1326.17	41.9	4.6	9117
29	1112.93	35.2	18.7	1882
30	2392.01	75.6	7.3	10362
31	9732.11	307.8	25.4	12116
32	5414.89	171.2	13.6	12591
33	548.28	17.3	2.6	6668
34	104.62	3.3	0.3	11028
35	130.34	4.1	0.3	13739
36	49.78	1.6	0.3	5247
37	57.12	1.8	0.5	3613
39	42.58	1.3	1.7	792
40	20485.79	647.8	70	9254
41	652.95	20.6	2.6	7941
42	324.79	10.3	0.9	11412
43	526.18	16.6	3.6	4622
45	78.16	2.5	0.4	6179
46	224.05	7.1	2.3	3080
47	802.85	25.4	6.1	4162
48	31.67	1.0	0.8	1252
50	214.33	6.8	2.2	3081
51	214	6.8	2.4	2824
53	7264.49	229.7	45.4	5060
54	633.26	20.0	7.4	2706
55	214.18	6.8	4.8	1411
56	50.7	1.6	1.3	1233
58	994.97	31.5	11.8	2666
TOTAL		3831.2		X 6297

Tabla 78: Analisis de Precipitaciones (agua-lluvia). Lago Rupanco, 1994.

Fecha	pH	Conduct (uS)	NO3-N (ug/l)	NO2-N (ug/l)	NH3-N (ug/l)	N organ (ug/l)	N Total (ug/l)	PO4-P (ug/l)	P Total (ug/l)	Cloruro (mg/l)
Abril										
20	5.9	6.0	16.2	0.5	5.1	7.7	17.8	3.8	7.6	1.5
24			61.1	0.4	5.1	9.5	64.4	19.0	46.6	1.5
27	5.7		70.7	0.0	4.0	25.0	90.5	1.0	1.3	1.0
27	5.5		70.7	0.0	0.0	2.3	73.0	1.0	1.1	1.0
27	5.5		32.2	0.0	2.2	9.4	38.8	1.0	4.4	1.0
Mayo										
17	5.5			0.0	0.0			1.7		1.5
18	5.4			0.4	6.6			1.3		1.0
Junio										
15	5.1	5.1	10.4	0.4	4.1	16.8	22.3	0.5	10.7	1.5
15	5.0	5.0	7.3	0.5	7.0	28.7	27.5	0.4	12.0	1.5
20	5.5	5.1	28.3	0.4	8.0	28.7	47.1	1.1	11.9	1.5
21	5.5	5.2	8.3	0.4	4.1	21.5	24.9	0.7	10.7	1.5
22	5.8	6.4	27.3	0.5	7.0	28.7	47.5	0.5	11.5	1.5
23	5.6	6.2	6.2	0.4	3.2	12.0	14.5	0.5	10.5	1.5
Julio										
14	5.5	7.1	16.7	0.6	3.2	4.1	17.3	2.6	18.5	1.5
14	5.6	7.5	23.0	0.4	3.2	4.1	23.4	0.4	12.9	1.5
19	5.5	31.0	13.6	0.5	4.1	21.5	30.3	0.3	13.7	1.5
21	5.7	11.1	28.3	0.4	13.8	47.8	58.7	0.6	13.2	1.5
Agosto										
11	5.5	8.4	16.7	0.4	4.1	12.0	23.8	4.8	11.4	1.5
11	5.8	8.4	28.3	0.9	21.5	157.6	159.1	5.0	11.4	1.5
Septiembre										
13	6.2	11.75	39.4	1.9	29.8	114.0	117.5	14.4	28.9	1.5
27	4.8	11.86	50.3	0.9	9.0	15.8	55.4	4.6	15.1	1.5
28	5.6	11.86	13.1	1.3	9.0	114.0	116.8	1.3	12.3	1.5
Octubre										
18	5.6	11.51	13.1	1.1	8.0	39.1	43.0	5.2	15.4	1.5
20	5.0	5.81	19.7	1.5	17.7	49.4	47.8	2.3	17.2	1.5
Noviembre										
15	5.6	11.51	19.7	2.0	15.8	212.2	213.5	2.7	14.4	1.5
15	5.6	23.01	49.2	1.4	28.8	144.5	158.0	2.3	14.4	1.5
Diciembre										
13		16.58	18.6	0.28	13.8	116.4	117.5	8.0	17.8	1.5
27		2.65	17.5	0.71	13.8	151	151.4	8.4	12.4	1.5
Enero 95										
	sin lluvia									
Febrero										
	sin lluvia									

Tabla 79: Cargas o concentraciones en agua de lluvia. Lago Rupanco.

	PP en el Lago (10^6 m^3)	P total (ug/l) promedio	N total (ug/l) promedio
Primer período:			
Abril-Mayo-Junio-Julio	230.9	12.44	39.8
En el lago		2.8 ton	91.9 ton
Segundo período:			
Julio-Agosto-Septiembre-October	155.4	18.8	80.37
En el lago		2.9 ton	12.4 ton
Tercer período:			
Octubre-Noviembre-Diciembre-Enero	119.7	14.75	160.1
En el lago		1.8 ton	19.2 ton
TOTAL:	506	7.5 TON	123.5 TON

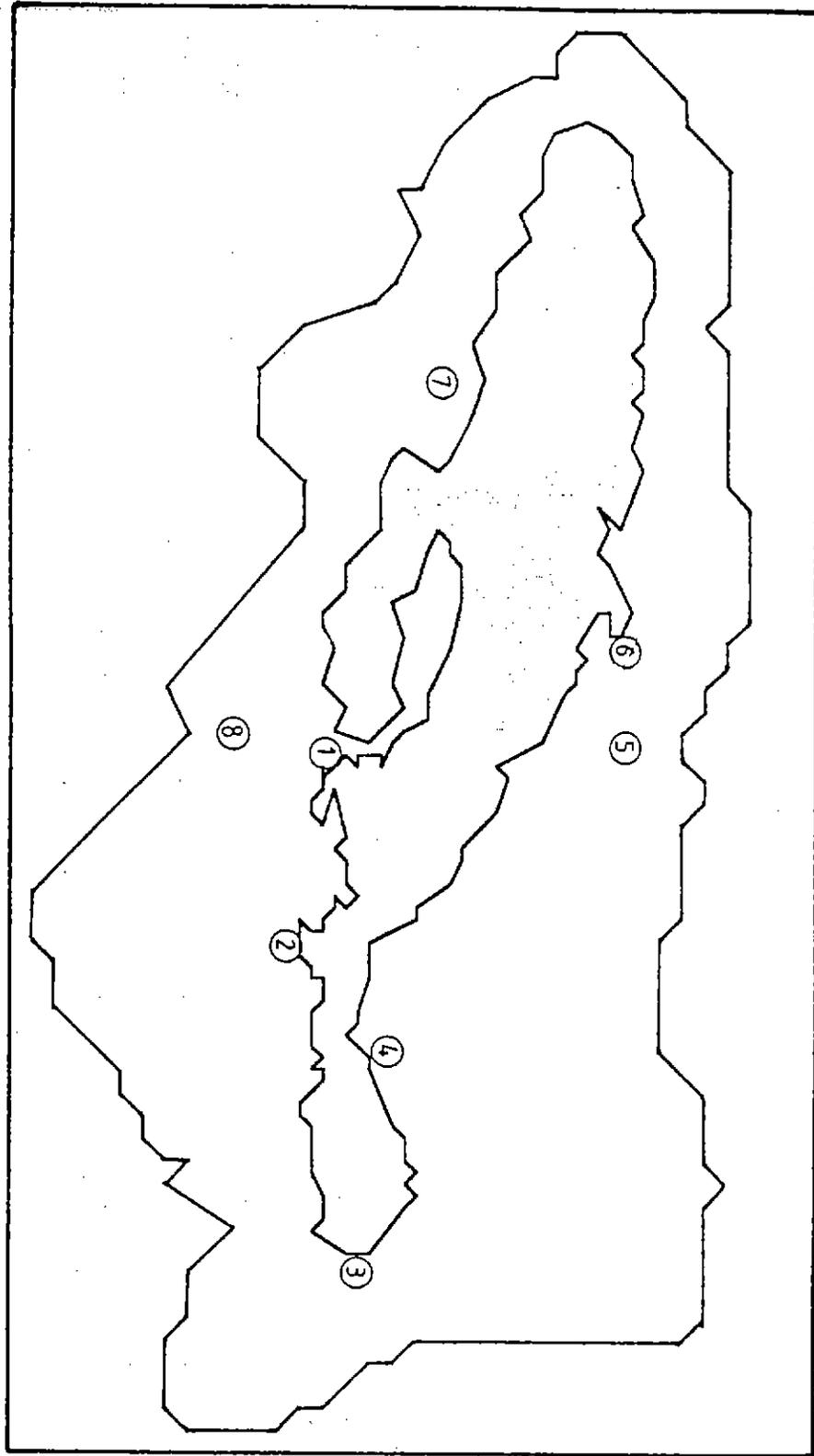


Figura 64: Distribución de los pluviómetros en la cuenca del Lago Rupanco. 1 Club de Pesca y Caza, 2 Puerto Rico, 3 Gaviotas, 4 Arrayán, 6 El Encanto, 7 Puente Negro y 8 Frutillar.

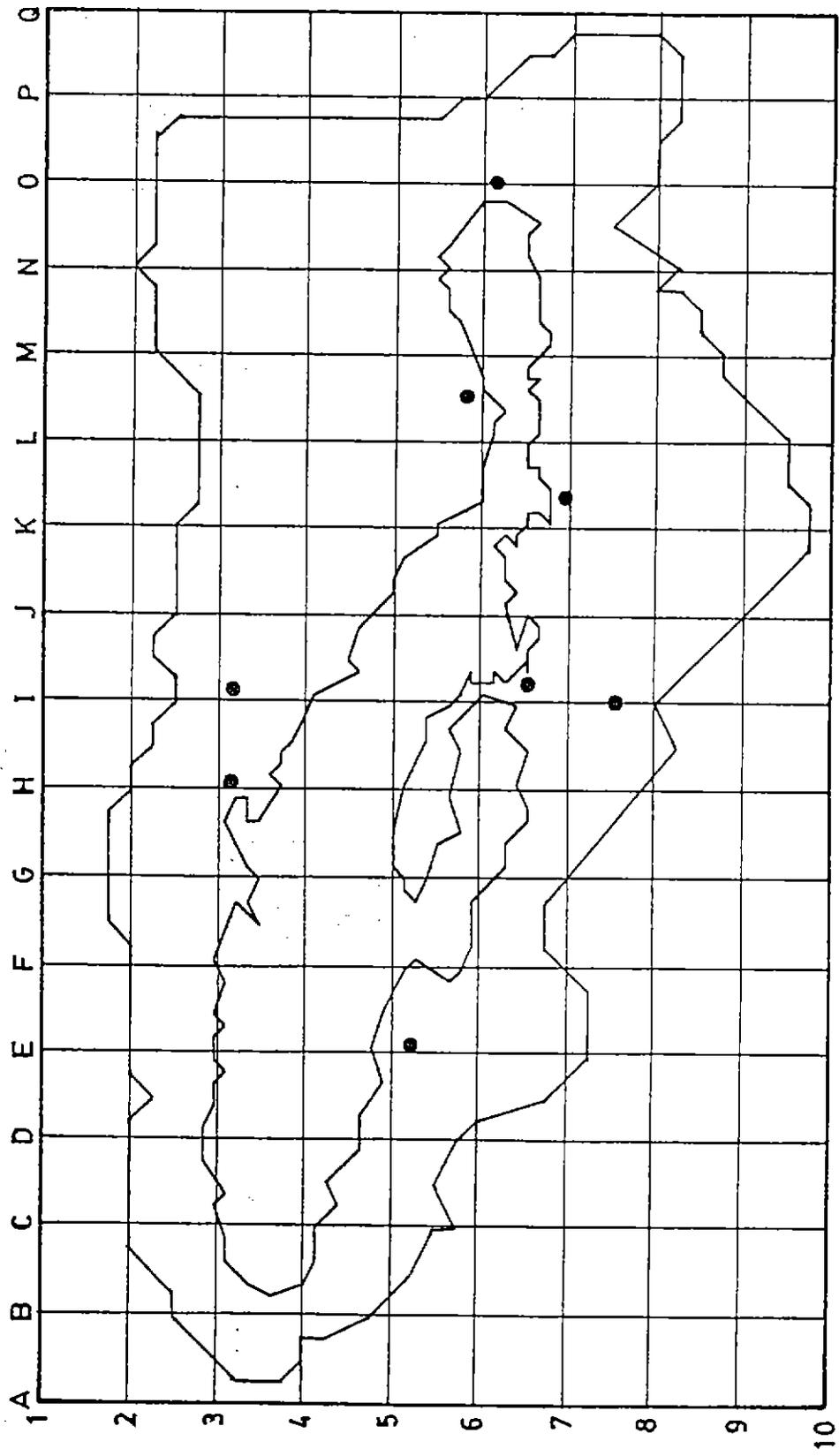


Figura 65: Trazado de la grilla sobre la cuenca del Lago Rupanco.



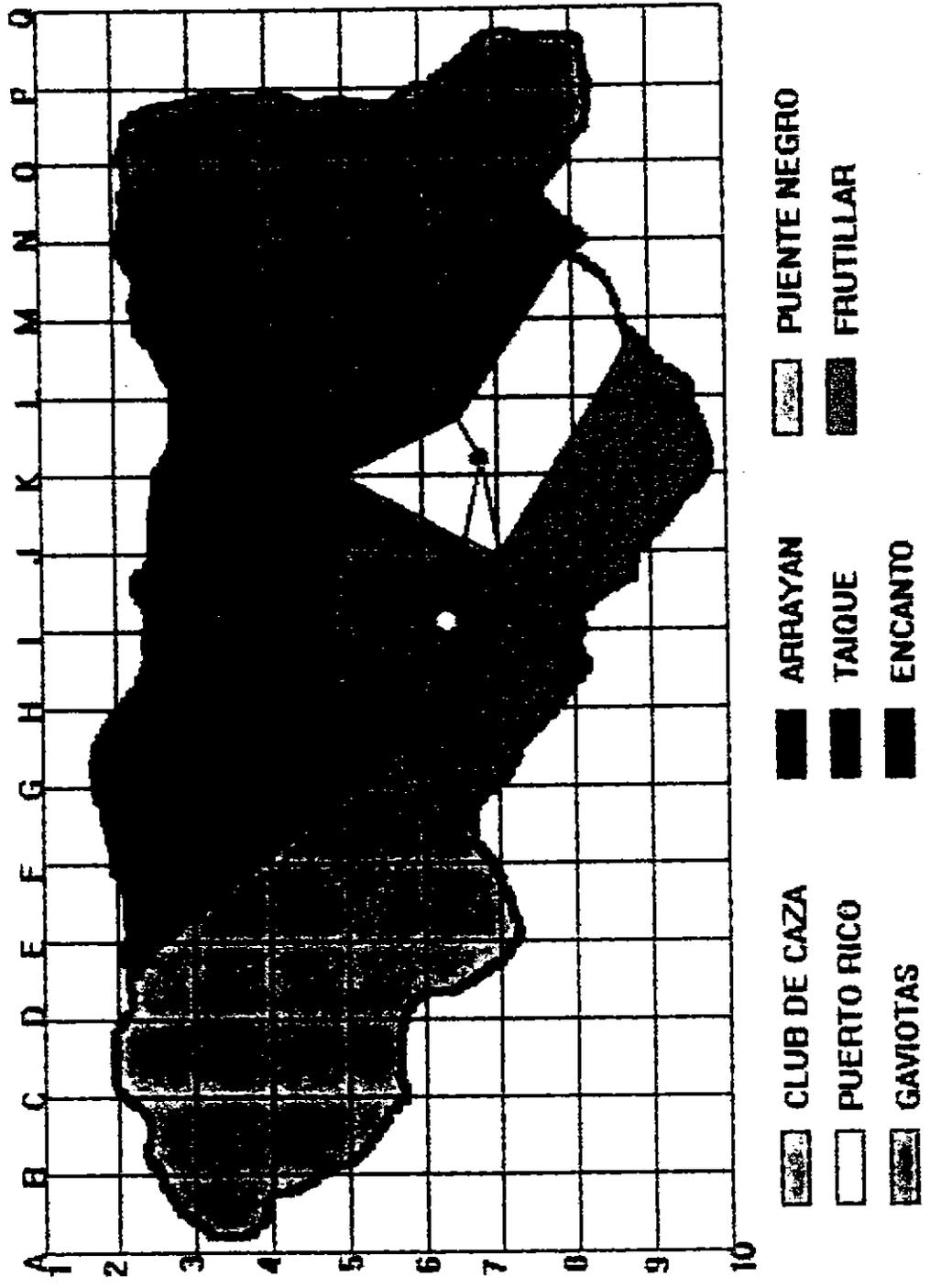


Figura 66: Areas de influencia de las estaciones pluviométricas.



Resultado de la regresión:

Constante	14.26269
Err estándar de est.Y	31.02086
R cuadrado	0.979513
Núm.de observaciones	9
Grado de libertad	7

Coefficiente(s) X	1.025024
Err estándar de coef.	0.05603

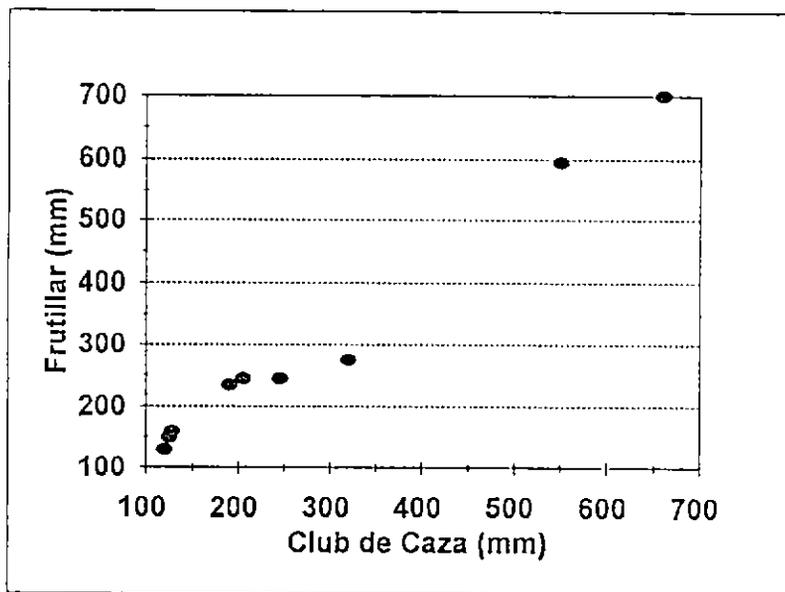


Figura 67: Relación entre la altura y la cantidad de precipitación de la estación pluviométrica Club de Pesca - Frutillar.

Resultado de la regresión:

Constante	45.81858
Err estándar de est.Y	57.61648
R cuadrado	0.740776
Núm.de observaciones	9
Grado de libertad	7

Coefficiente(s) X	0.739084
Err estándar de coef.	0.165249

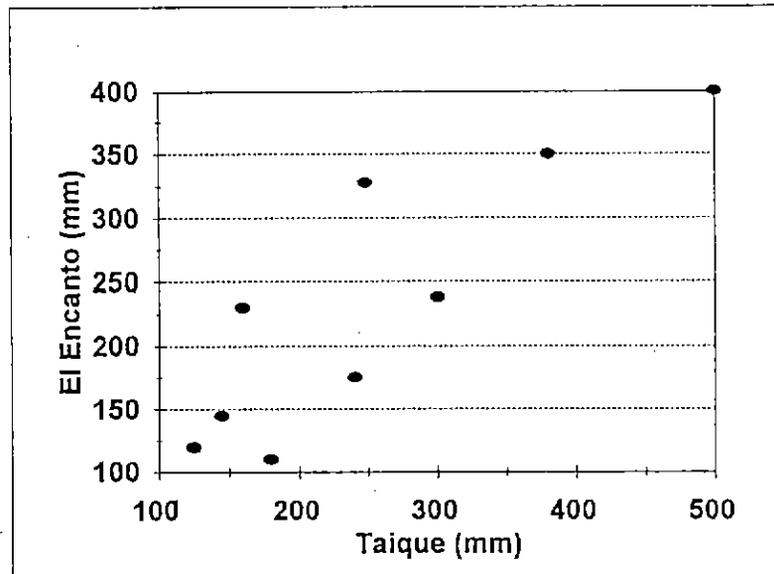


Figura 68: Relación entre la altura y la cantidad de precipitación de la estación pluviométrica El Encanto - Taique.

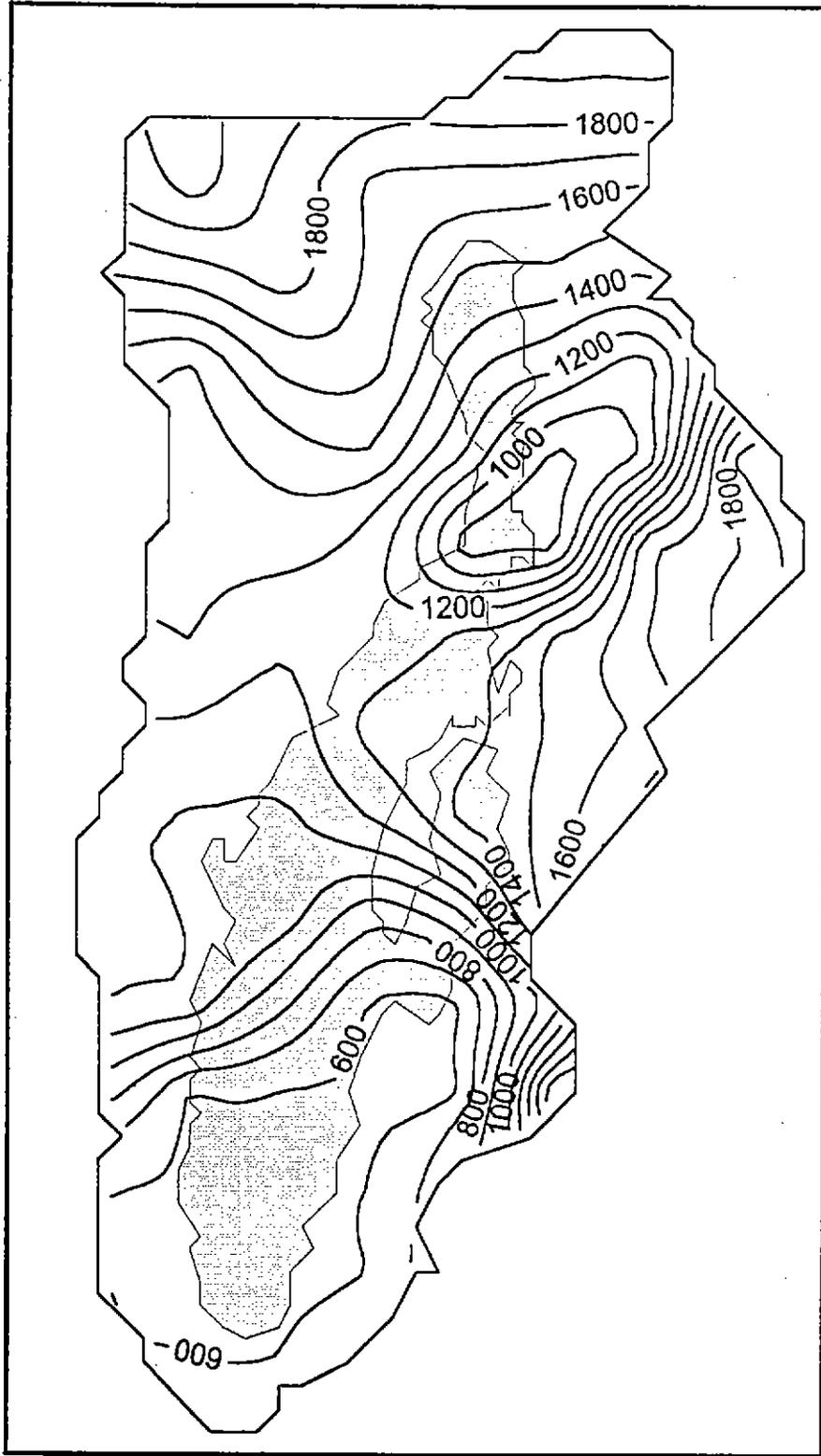


Figura 69: Distribución espacial de las precipitaciones para el período I
(26 Abril - 21 Julio 1994).

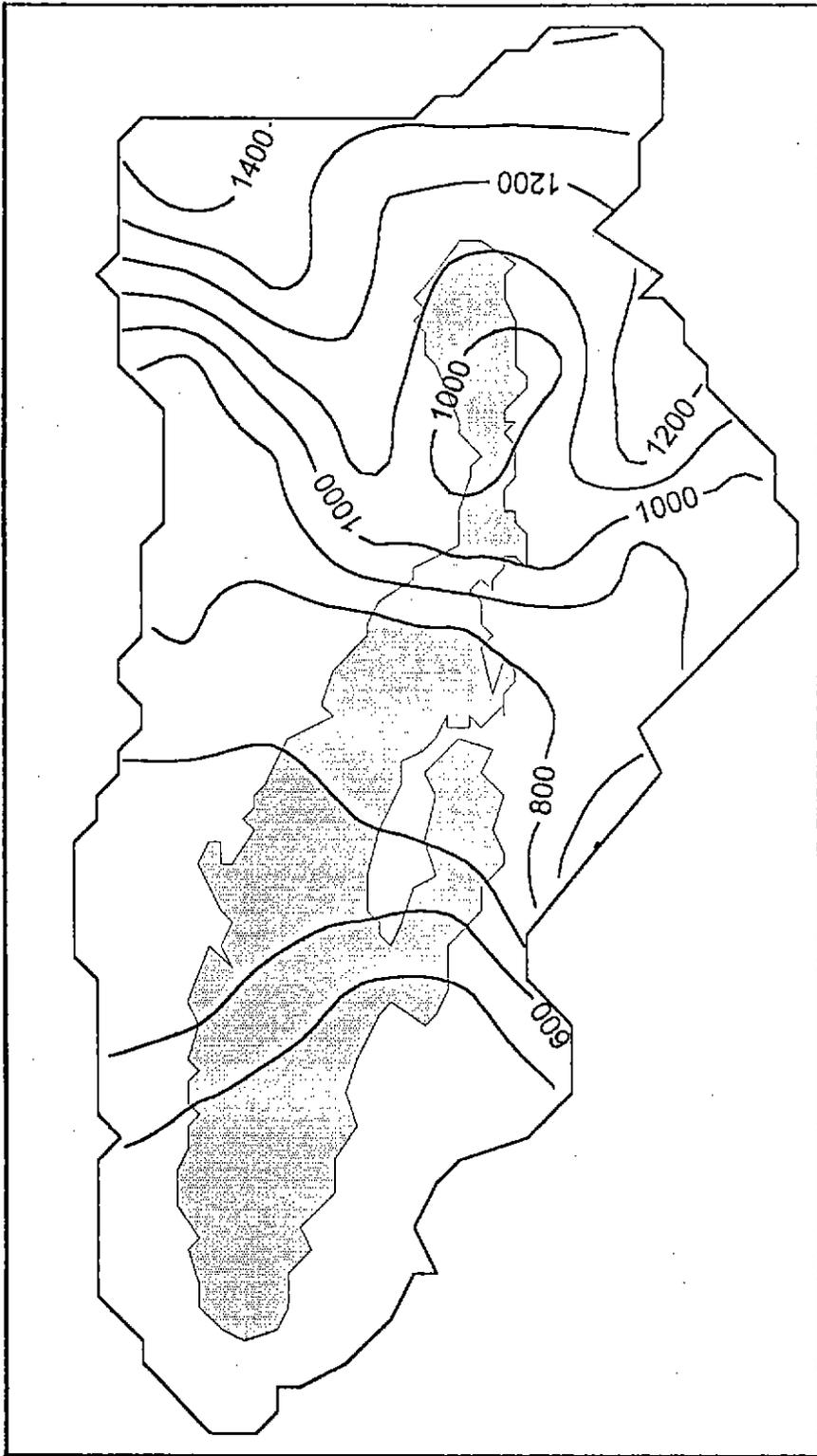


Figura 70: Distribución espacial de las precipitaciones para el período 2
(22 Julio - 19 Octubre).

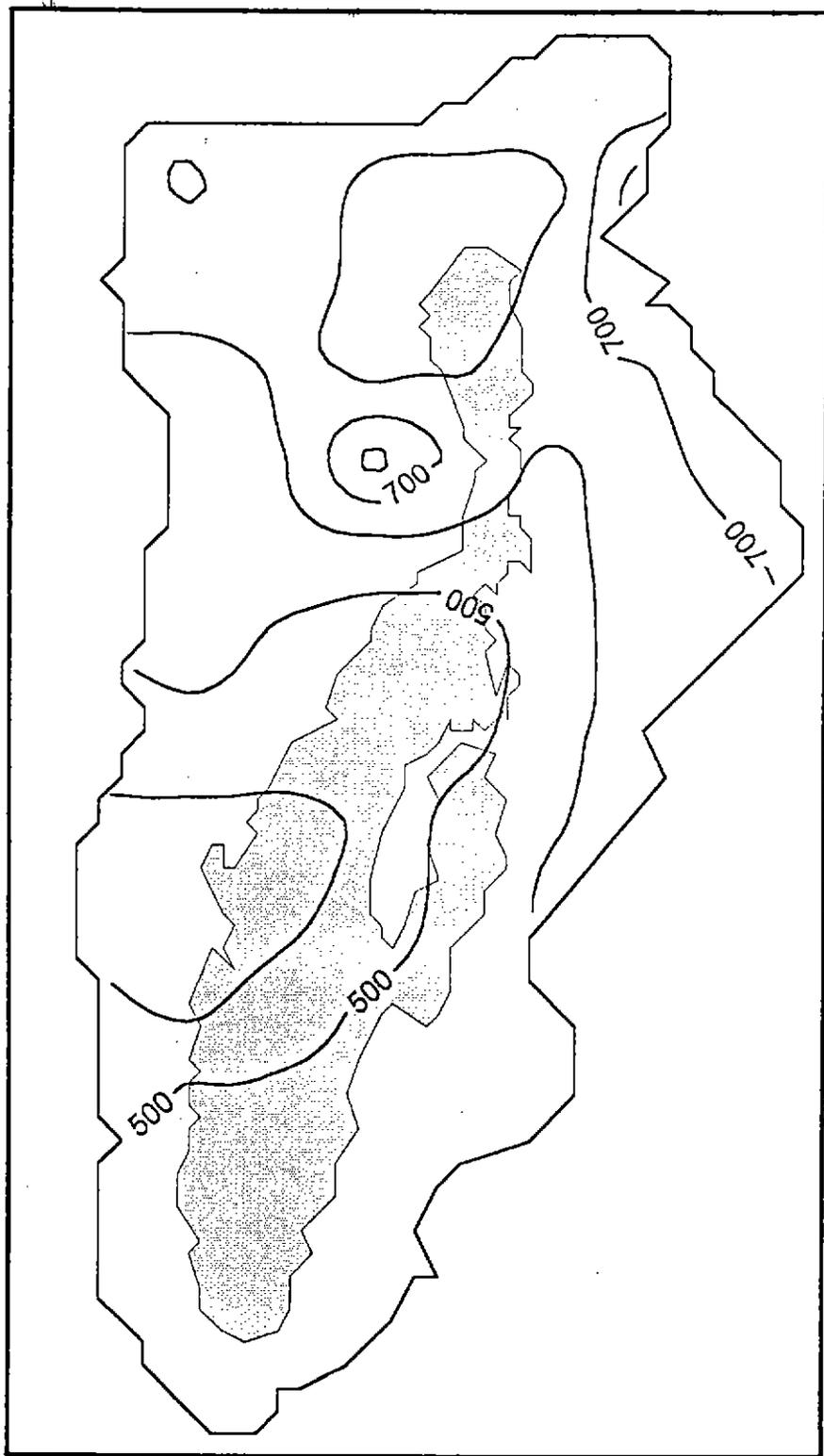


Figura 71: Distribución espacial de las precipitaciones para el período 3
(20 Octubre 1994 - 20 Enero 1995).

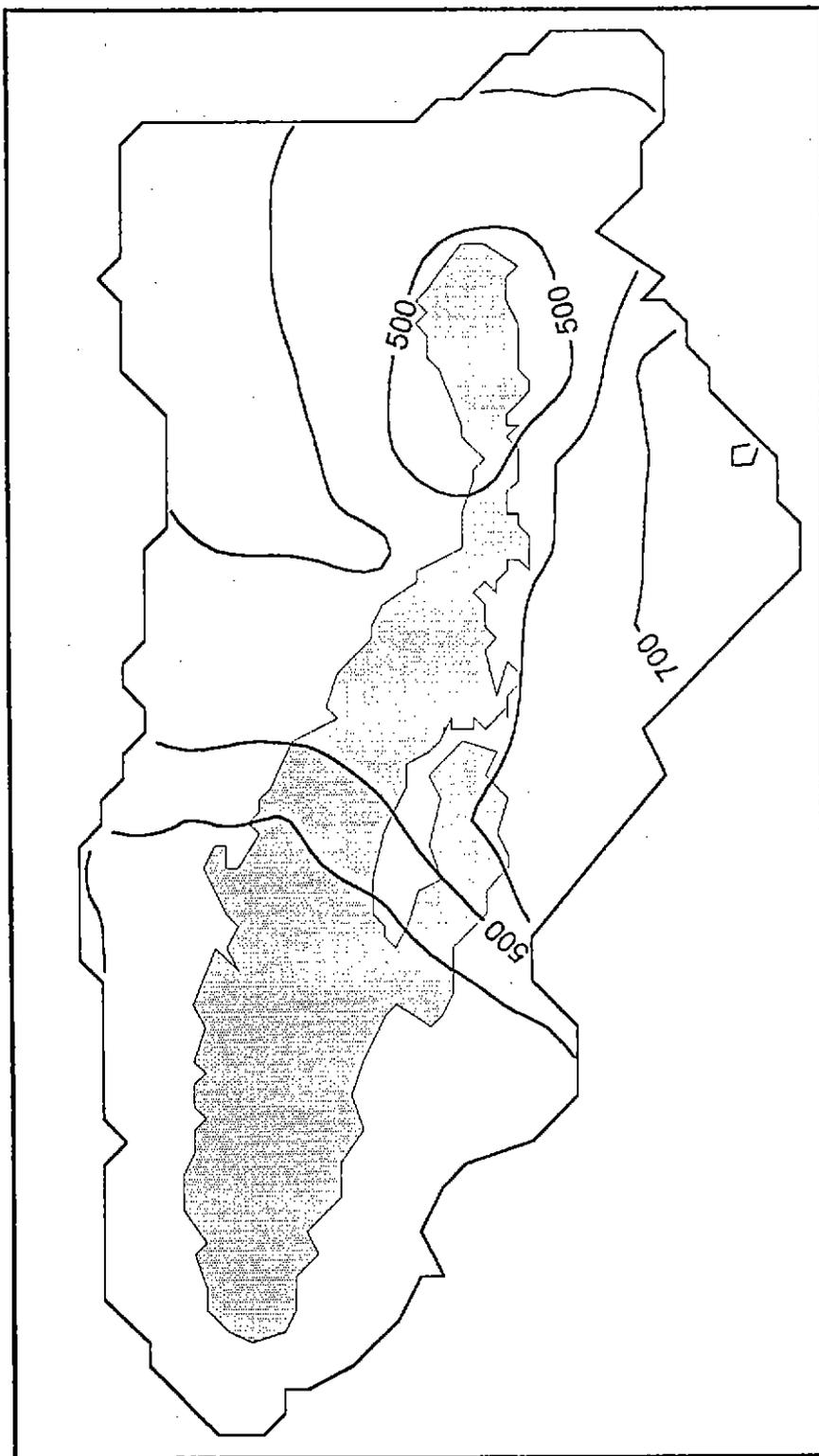


Figura 72: Distribución espacial de las precipitaciones para el período 4
(21 Enero - 1 Mayo 1995).

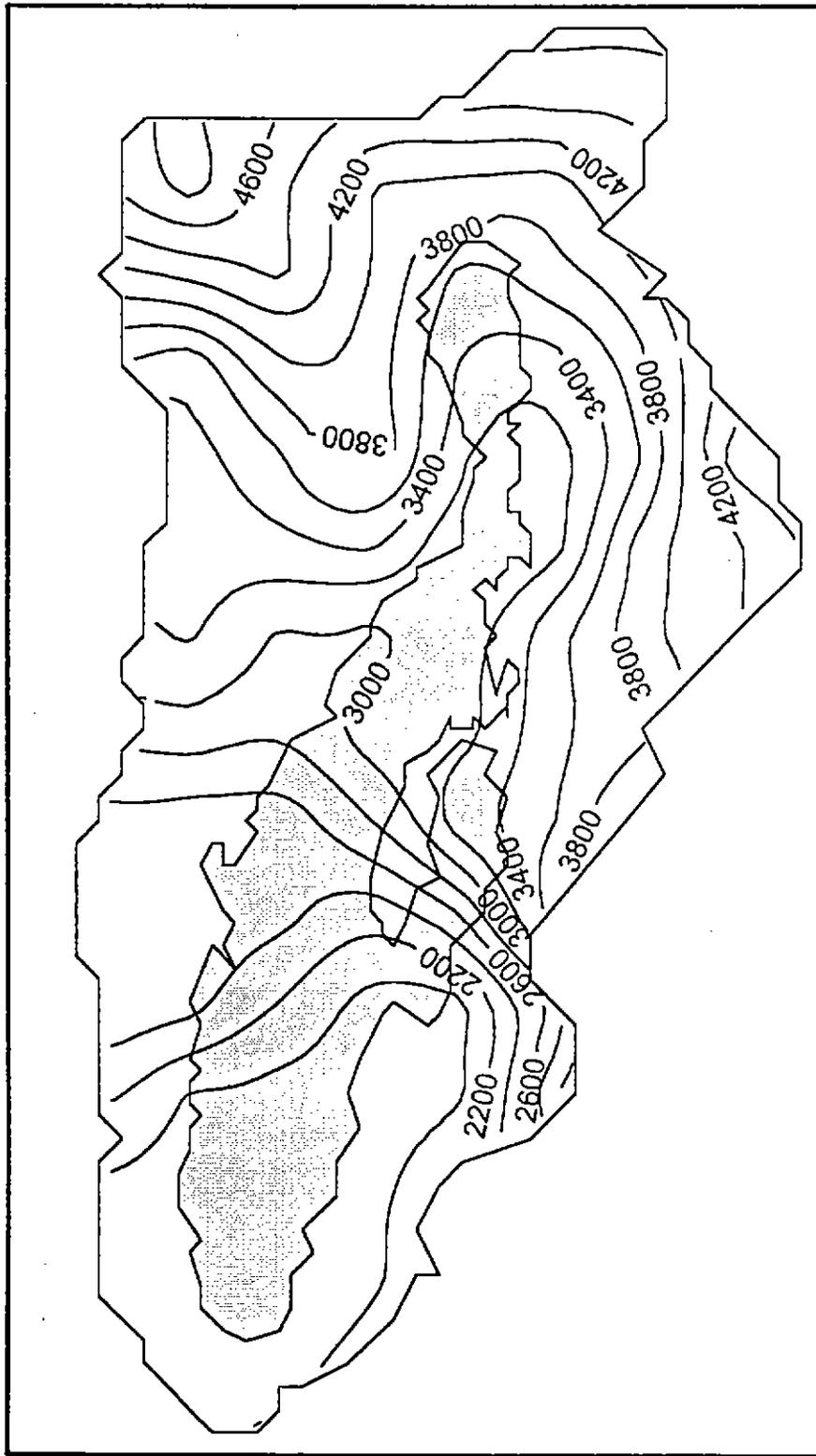


Figura 73: Distribución espacial de las precipitaciones para todo el período
(26 Abril 1994 - 1 Mayo 1995).

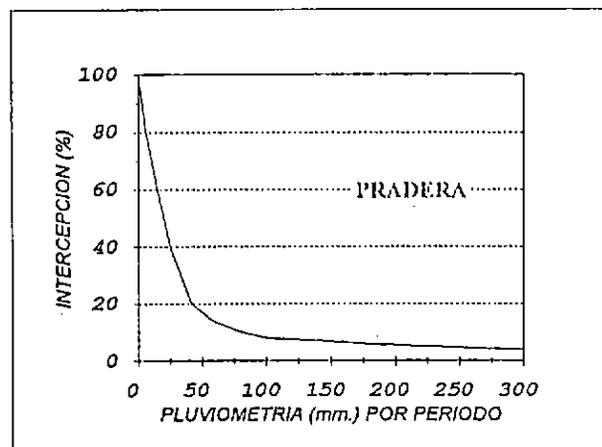
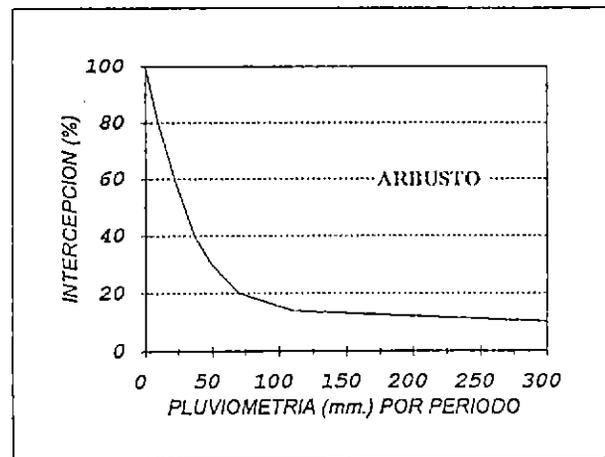
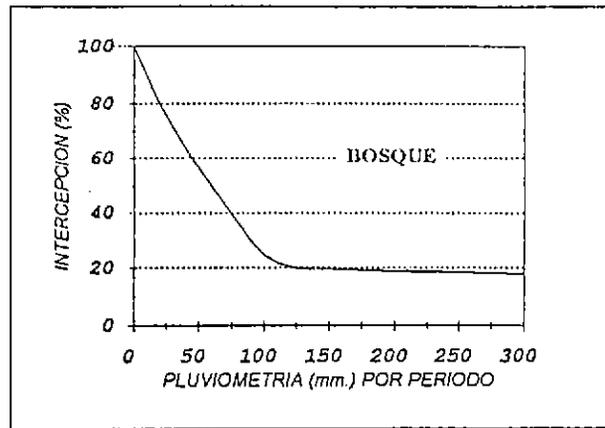


Figura 74: Intercepción de las precipitaciones por uso de suelo y cantidad de precipitación.

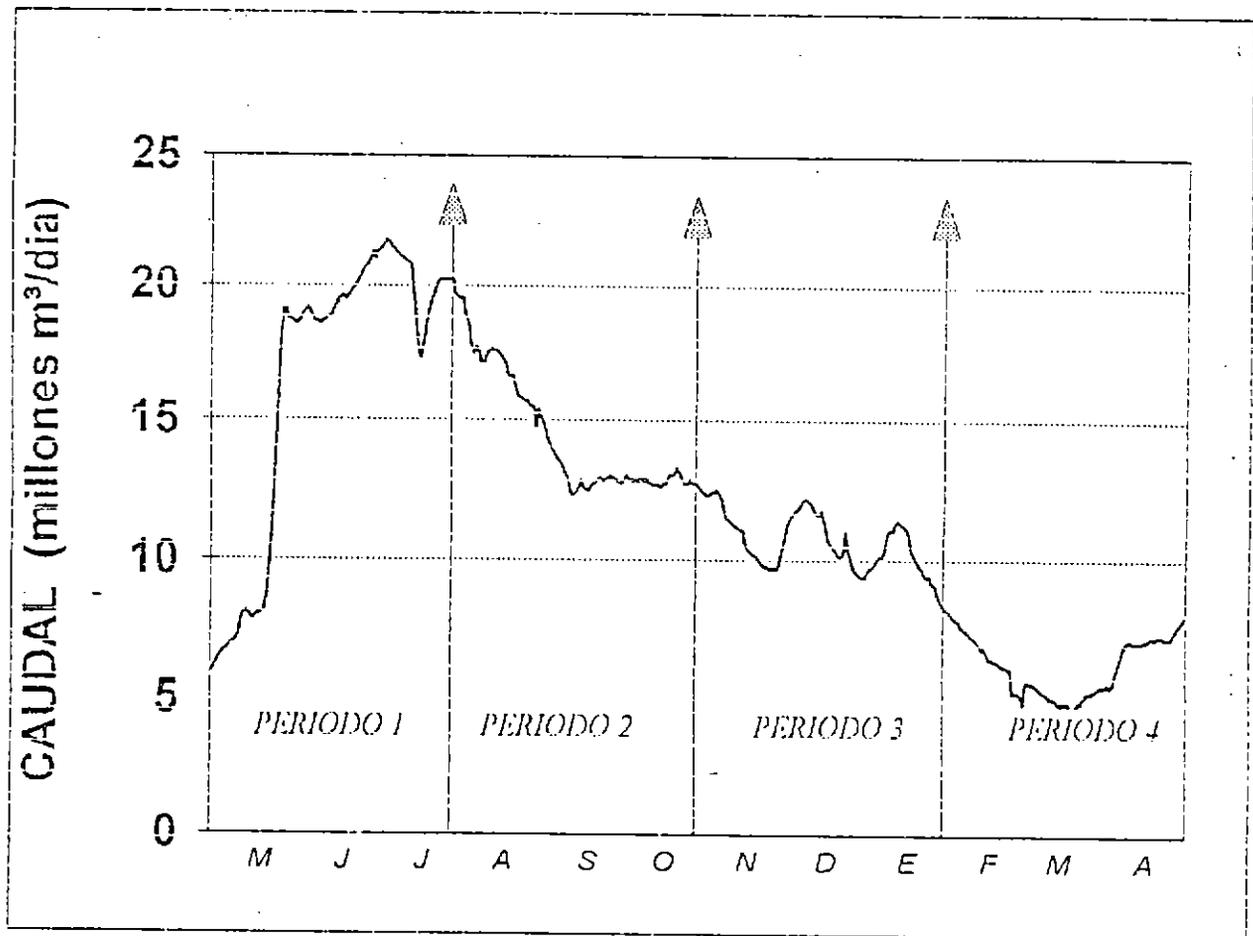


Figura 75: Variación temporal de la descarga del lago.



INGRESO DE NUTRIENTES POR LAS PISCICULTURAS FLUVIALES

En los ríos de la hoya del lago Rupanco, se encuentra una piscicultura fluvial en el río Huillín de la Universidad de los Lagos. Esta piscicultura tiene su desagüe a escasos metros del lago. Es la única piscicultura que se puede considerar que tiene un efecto directo en el lago en esta hoya.

Río Huillín (Tabla 80).

Las características de este río están expuestas en el Capítulo 6. Los efectos de la piscicultura en el río es posible evaluarlo en la diferencia entre el agua que entra por la bocatoma a la piscicultura y la que sale por el desagüe.

* **Factores físicos.** El caudal del año en la bocatoma fue de $2.548.036 \text{ m}^3 \cdot \text{año}$ y en el desagüe $19.956.716,6 \text{ m}^3 \cdot \text{año}$. La temperatura y turbidez no mostraron diferencias en el paso por la piscicultura. El Color reveló un pequeño aumento.

* **Factores químicos.** El único factor químico que no mostró diferencias fue la Conductividad. El nitrito mostró un aumento de 1.6 ug/l en el desagüe; el nitrato de 126.3 ug/l ; el amonio de 23.4 ug/l ; el nitrógeno total de 41.6 ug/l ; fósforo soluble de 1.5 ug/l . El fósforo total reveló una disminución de 13.4 ug/l . El seston total aumentó 3.3 ug/l , siendo el aumento de componente orgánico de 1.9 y el de inorgánico de 1.5 ug/l .

Ingreso de Fósforo y Nitrógeno

La diferencia entre el Fósforo total analizado en la bocatoma y el obtenido en el desagüe, durante todo el año mostró un marcado aumento. El río en la bocatoma aportó en total en el año 178 kilos de fósforo total y en el desagüe aumentó a 1093 kilos. Esto revela que la piscicultura en el año aportó 915 kilos de fósforo total al lago. La carga del río

en la bocatoma fue de $0.76 \text{ mg}^*/\text{m}^2$ y en el desague de $4.68 \text{ mg}^*\text{año}/\text{m}^2$. Esto equivale a una carga extra de fósforo total de $3.9 \text{ mg}^*\text{año}/\text{m}^2$.

El nitrógeno total que viene en el río fue aumentado al pasar por la piscicultura. El río en la bocatoma aportó en total 713 kilos de nitrógeno total al año y en el desague aumentó a 5914 kilos. La piscicultura aportó 5201 kilos de nitrógeno total al río. La carga del río en la bocatoma fue de $3,05 \text{ mg}^*\text{año}/\text{m}^2$ y en el desague de $25.34 \text{ mg}^*\text{año}/\text{m}^2$. La diferencia de carga aportada por la piscicultura fue de $22.3 \text{ mg}^*\text{año}/\text{m}^2$.

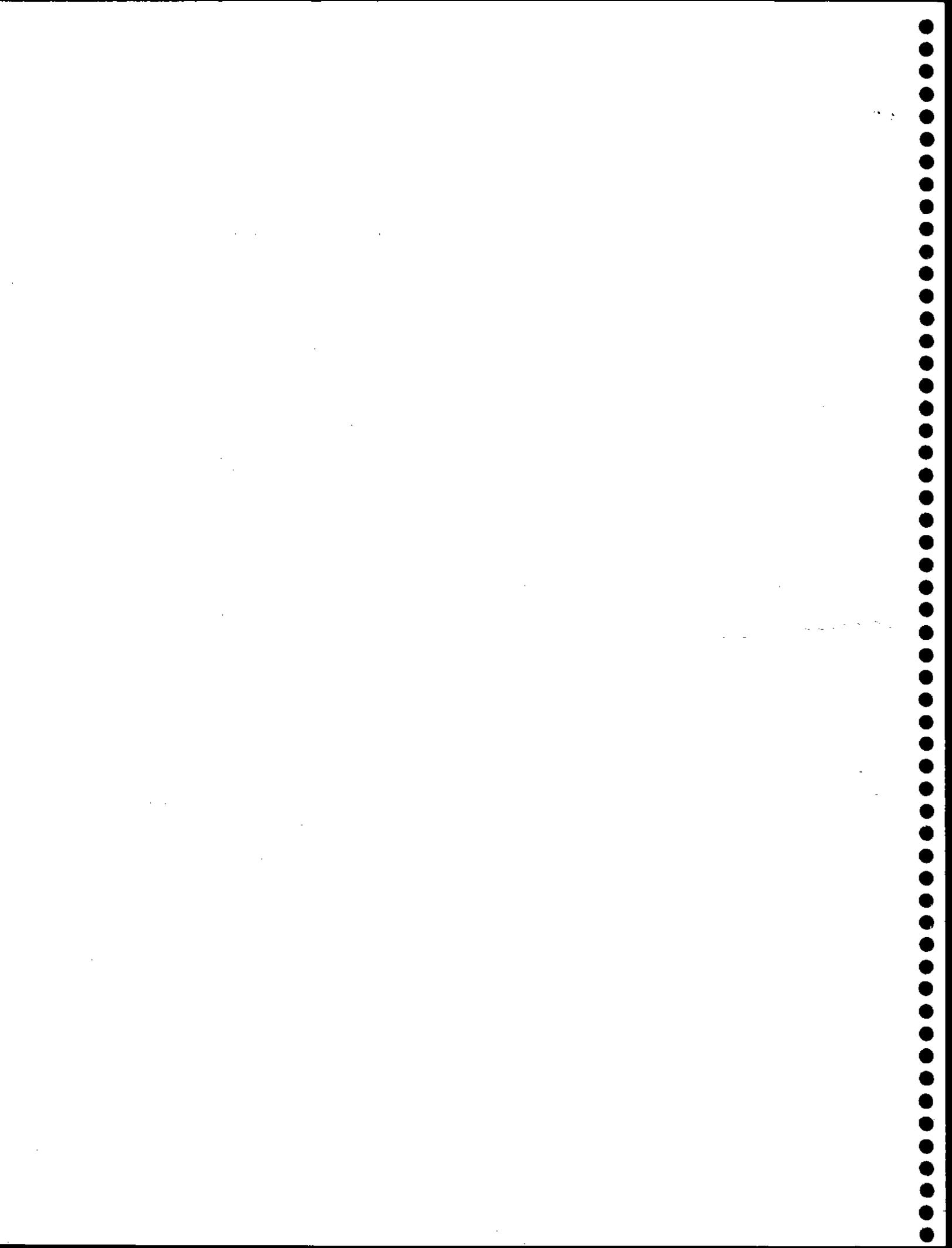
Tabla 80: Parámetros físicos y químicos medidos en la Piscicultura fluvial del Lago Rupanco.

R. Huillin-Rupanco	TEMPERATURA		COLOR		TURBIDEZ		pH		CONDUCTIVIDAD	
	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg
Marzo	9.8	10.4	52.5	52.5	3.0	3.0	7.20	7.30	80.7	71.3
Abril	10.1	10.4	95.0	77.5	4.0	4.0	6.93	6.72	74.7	71.3
Mayo	10.5	11.1	95.0	87.5	4.0	4.0	7.09	7.04	70.2	81.9
Junio	10.8	10.7	87.5	70.0	4.0	4.0	6.78	6.68	58.4	55.2
Julio	10.5	10.5	45.0	62.0	3.0	3.0	7.09	6.81	64.2	52.0
Agosto	7.9	6.7	20.0	62.0	2.5	3.0	7.36	7.26	69.7	64.1
Sept.	10.5	10.5	45.0	57.5	3.0	3.0	7.21	7.00	60.5	62.9
Oct.	10.2	10.3	29.0	37.5	2.5	2.5	6.91	6.80	54.61	59.84
Nov.	14.1	14.3	62.0	45.0	3.0	3.0	7.65	7.50	76.68	72.67
Dic.	13.5	13.7	57.5	77.5	3.0	4.0	7.16	7.21	81.01	84.12
Enero	13.7	14.4	65.0	62.0	3.0	3.0	6.17	7.47	81.48	83.12
Febrero	12.4	12.9	72.5	62.0	4.0	3.0	6.66	6.92	80.13	80.67
PROMEDIO	11.2	11.5	61.3	62.8	3.3	3.3	7.0	7.1	67.6	68.8
D. ESTANDAR	1.8	1.8	22.0	13.5	0.6	0.5	0.3	0.3	10.3	8.1

R. Huillin-Rupanco	NO2 - N		NO2		NO3-N		NO3		NH3-N	
	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg
Marzo	2.3	2.3	7.4	7.4	557.7	689.1	2470.6	3052.6	0.0	50.3
Abril	2.5	2.6	6.2	6.4	997.0	800.8	3980.7	4416.7	13.6	47.8
Mayo	1.2	2.0	6.6	3.9	157.2	93.1	412.8	696.8	33.6	93.3
Junio	1.5	1.7	4.9	5.5	249.1	268.0	1103.6	1167.5	8.0	26.4
Julio	1.3	1.7	4.1	5.5	133.5	218.8	591.2	958.5	11.9	13.8
Agosto	2.3	3.8	7.6	12.4	210.2	208.1	639.7	630.3	8.1	32.2
Sept.	1.7	2.4	5.5	8.0	250.3	244.8	1108.8	1084.8	9.0	37.8
Oct.	0.3	1.7	0.9	5.5	257.8	198.9	1142.2	881.2	13.3	38.3
Nov.	1.5	1.6	4.8	6.4	185.8	8.8	823.2	14.6	6.1	29.2
Dic.	0.0	1.0	0.0	2.7	0.0	166.0	0.0	824.0	0.0	10.5
Enero	0.8	1.5	2.8	4.8	201.3	207.9	891.0	620.0	11.8	12.8
Febrero	1.1	1.1	3.5	3.5	199	203.5	862.0	601.5	9.3	13.6
PROMEDIO	1.4	2.0	4.7	6.3	283.2	265.8	1166.3	1323.2	10.2	34.4
D. ESTANDAR	0.7	0.7	2.5	2.6	247.5	241.1	1010.8	1147.7	8.3	22.6

R. Huillin-Rupanco	NH4+		N ORG.		N TOT		PO4-P		P TOT	
	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg
Marzo	0.0	72.7	48.3	172.6	608.3	791.3	31.1	37.0	55.5	72.8
Abril	17.6	61.7	106.8	290.0	1088.6	1131.8	22.2	21.2	52.7	60.0
Mayo	120.4	43.3	149.5	56.9	124.2	172.1	19.5	20.8	131.8	50.2
Junio	10.3	34.0	40.6	78.4	56.1	312.1	12.2	12.7	59.6	43.4
Julio	15.3	17.8	43.0	43.0	162.4	245.5	9.5	8.8	42.4	46.7
Agosto	7.8	41.5	59.7	133.7	264.4	304.1	38.0	11.0	166.0	68.0
Sept.	11.8	48.8	28.8	67.5	269.2	265.9	30.7	36.5	53.1	56.7
Oct.	17.2	50.7	54.8	88.2	295.6	236.1	29.3	33.9	47.0	49.1
Nov.	7.9	60.0	23.8	57.2	203.0	7.8	44.8	51.2	100.0	78.0
Dic.	0.0	13.5	42.4	109.0	42.4	282.3	5.0	7.8	10.9	14.8
Enero	15.0	16.5	118.9	148.5	306.0	241.4	45.5	59.4	49.0	61.9
Febrero	12.0	16.0	74.5	47.3	256.7	229.4	59.6	65.8	72.9	77.4
PROMEDIO	19.6	39.9	65.9	107.5	308.6	351.6	29.0	30.5	70.1	58.7
D. ESTANDAR	30.9	19.2	37.5	86.1	274.6	291.5	15.6	19.3	40.9	16.9

R. Huillin-Rupanco	SESTON TOTAL		SESTON ORGANICO		SESTON INORGANICO	
	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg	54Bct	54 Dsg
Marzo	8.96	9.75	7.62	7.39	1.34	2.36
Abril	*	8.00	*	4.08	*	1.94
Mayo	3.28	8.25	2.30	7.01	0.98	1.24
Junio	2.75	5.44	2.47	3.50	0.28	1.94
Julio	6.44	16.32	3.92	8.51	2.52	9.81
Agosto	8.27	25.16	6.07	16.60	2.20	6.56
Sept.	8.50	10.32	5.29	5.80	3.21	4.52
Oct.	11.29	10.52	6.42	4.78	4.87	5.76
Nov.	12.00	10.78	7.22	6.64	4.78	4.32
Dic.	14.73	14.95	8.48	7.73	6.27	7.22
Enero	16.69	14.78	9.45	8.85	7.24	5.94
Febrero	10.71	9.02	6.64	5.69	4.07	3.33
PROMEDIO	8.8	11.9	5.5	7.4	3.1	4.6
D. ESTANDAR	4.7	5.3	2.7	3.7	2.2	2.5



Capítulo 9

INGRESO DE NUTRIENTES AL LAGO DE LOS CENTROS DE CULTIVO

El desarrollo de la salmonicultura ha sido prácticamente exponencial en Chile durante los últimos 12 a 15 años.

Uno de los elementos más determinantes del éxito de esta actividad tanto en su realización efectiva como en sus campañas comerciales, se relaciona con la calidad de las aguas chilenas tanto de lagos, ríos, fiordos y mares en general.

Sin embargo, la actividad salmonicultora significa en todos los casos conocidos, adiciones de materia alóctona al ambiente acuático, principalmente materia orgánica. Tanto las fases de "hatchery" como las fases de crecimiento en jaulas en lago y de engorda en el mar tienen un impacto en el medio acuático. El mayor impacto al ambiente se produce por los excedentes de alimento y fecas que caen al fondo de lagos y mares en los cultivos de balsas jaulas de salmonideos. Esta materia orgánica puede acumularse produciendo efectos locales y globales generando o acelerando un proceso de eutroficación y de disminución de la biodiversidad en el fondo.

En este capítulo del estudio se pretende entregar una estimación del impacto de las balsas jaulas de cultivo de salmónes en el Lago Rupanco para lo cual se estimaron: 1) Evaluación del impacto de las balsas jaulas de salmónes sobre sedimentos y columna de agua bajo estas. Para ello se utilizaron colectores de sedimento en un centro de cultivo de salmónidos los cuales permitieron determinar tasas de deposición de alimentos no consumidos y de fecas en el fondo bajo las balsas. 2) Carga de nutrientes provenientes de la salmonicultura. 3) Estudio de los sedimentos en bahías con centros de cultivo y en sitios controles, que será tratado en el Capítulo 10.

Evaluación experimental del impacto de las balsas jaulas sobre la composición química de sedimentos y columna de agua.

Metodología

La Tabla 81 indica las fechas en que fueron realizados los muestreos.

Se hicieron dos expediciones de prospección a distintas bahías con centros de cultivo en el Lago Rupanco durante la primera semana de abril 1994. Para ello se buscó un sitio con actividades de salmonicultura donde las profundidades no fueran mayores que 20 a 25 m para permitir la actividad de buceo en la instalación de experimentos y en los muestreos.

Se decidió colocar los colectores en Bahía el Encanto, correspondiente a Salmones Caicaén (Fig. 76), donde las balsas están sobre una profundidad media de 18 m lo cual facilita el trabajo de colecta de sedimentos y desechos.

El día 26 de abril se instalaron 5 parrillas con cuatro colectores cada una en Bahía el Encanto. Cada parrilla tiene 0.8 m de altura y cada tubo colector tiene 1 m de altura y 11 cm de diámetro. Los tubos están sellados en el fondo, se bajan dentro de las parrillas correspondientes quedando cuatro tubos bajo cada balsa o sitio control.

Se colocó una parrilla bajo cada una de 3 jaulas no adyacentes y dos parrillas en sitios control, todas ellas ubicadas entre 15 y 18 m de profundidad. Los sitios controles se ubicaron separados en la misma bahía aproximadamente 1000 m de distancia de los trenes de balsas y se marcaron con boyas. Originalmente se ubicaron 3 sitios controles pero se perdió uno de ellos no pudiendo reemplazarse para no sacrificar un sitio bajo jaulas. Posteriormente se agregó una cuarta parrilla bajo una cuarta balsa para calcular la gran variabilidad entre balsas.

En cada muestreo trabajaron 3 buzos autónomos y una o dos personas sobre la embarcación. Los buzos procedían a bajar con tapas de PVC y tubos limpios de recambio y

una vez junto a las parrillas, procedían a tapar cada tubo conteniendo sedimento, se levantaba este y se reemplazaba con un tubo limpio abierto.

En el bote se mantenían otras parrillas para sostener los tubos llenos en posición vertical hasta alcanzar la orilla.

Una vez en tierra se procedía a agregar a cada tubo 1 ml de HCL al 0.5N y se esperaba aproximadamente 20 min. hasta que la materia orgánica y sedimento dentro del tubo decantaba, luego se extraía lentamente el agua hasta aproximadamente 50 cm por sobre el fondo, entonces se procedía a llenar frascos para análisis de nutrientes de dos tubos de cada parrilla al azar.

Luego se terminaba de eliminar el agua hasta aproximadamente 10 cm sobre el fondo. El sedimento y agua restante se guardaban en frascos de 2 L. Tanto las muestras de agua como sedimentos fueron mantenidos en hieleras y analizados dentro de las 24 hrs de tomadas las muestras.

En cada muestreo se tomaban muestras de 20 a 24 tubos dependiendo del éxito de ubicación de las parrillas.

Una vez instalados los tubos en abril, estos se muestrearon con una frecuencia que varió entre 37 y 49 días. La frecuencia de muestreo dependió en primer lugar de la actividad del Centro y en segundo lugar de las condiciones climáticas las cuales no siempre fueron aptas para realizar los buceos.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad (FONDEF) de la Facultad de Pesquerías y Oceanografía de Puerto Montt, donde las muestras de sedimento fueron secadas, pesadas y luego se analizaron los contenidos de Nitrógeno y Fósforo totales utilizando el método de Kjeldal (Wetzel y Likens 1989). Las muestras de nutrientes disueltos y de Fósforo total, también se analizaron de acuerdo a las técnicas recomendadas por los mismos autores.

En el muestreo N° 5 se decidió agregar sedimentos limpios a la mitad de los tubos

para observar si se detecta una disminución de la concentración de nutrientes. Estos tubos se indican como K y S (Balsas y Control respectivamente).

Los datos se analizaron con el paquete estadístico Systat con el cual se hizo estadística básica y comparaciones de los dos tratamientos, "Bajo Balsas" y "Control".

Colección de sedimento en los tubos.

No todas las parrillas pudieron ser muestreadas en cada oportunidad ya que con frecuencia se perdieron parrillas o simplemente debido a las tormentas de invierno, estas quedaron fuera del rango de acción de las balsas. Esto ocurrió particularmente durante los dos primeros meses de muestreo (junio y julio).

La Tabla 82 entrega todos los resultados de los valores obtenidos tanto en sedimento total atrapado por los tubos (en gramos) como las concentraciones de N y P (en ppm). Están individualizadas las balsas o réplicas correspondientes (B1, B2 etc) y los controles (C1 y C2).

La Tabla 83 indica los promedios por parrilla, estos resultados también se resumen en la Fig. 77, donde se individualizan los resultados por parrilla. Puede notarse que la deposición de sedimentos y particularmente la acumulación de nutrientes no es homogénea por parrilla ya que existe diferencia entre tubos a pesar de que éstos estuvieron separados por no más de 20 cm entre sí. Ello indica que existe variabilidad en la deposición aún a pequeña escala, este fenómeno se puede observar en las barras de error en la Fig 77.

La explicación más lógica es que existe un fenómeno aleatorio de distribución de las partículas bajo jaulas y la dispersión puede ser especialmente no homogénea para partículas grandes tales como alimento no consumido, bastando un par de "granos" de diferencia entre tubos para generar una diferencia importante en cuanto a contenido de nutrientes entre ellos.

Dos casos se pueden destacar de la Fig 77 y las Tablas 82 y 83. En el mes de julio,

segundo muestreo, se rescató una parrilla bajo una de las balsas que no había podido ser ubicada en el muestreo anterior por lo cual estuvo dos meses colectando sedimento por lo cual aparece en la figura y en las Tablas con el código B12. Así mismo en agosto se ubicó una parrilla bajo una jaula la cual se había instalado en junio y no había podido ser muestreada, por lo tanto estos tubos colectaron durante 3 meses y se denomina B14.

Del análisis de la Fig.77 y Tabla 82, también es posible notar que existe gran variabilidad en cuanto a sedimentos colectados entre balsas especialmente en las muestras de agosto. Por otra parte la variabilidad entre balsas en cuanto a las concentraciones de fósforo y nitrógeno también fué notable, por ejemplo en agosto y octubre respectivamente. Otro hecho peculiar es la significativamente menor concentración de P y N en los sedimentos que fueron colectados por mas tiempo (B12 y B14), hecho que se discutirá más adelante.

Las mayores cantidades de sedimentos colectados bajo jaulas se observaron en junio y julio (Muestreos 1 y 2) correspondiendo al pleno período de crecimiento de los peces. En cambio en octubre y noviembre hay un ligero descenso, al parecer los peces son más eficientes en el consumo de alimento en la medida que crecen (Soto 1993). Las menores concentraciones de sedimento colectados bajo las balsas se observaron en el muestreo de enero correspondiendo al período de cosecha y ausencia de peces entre diciembre y comienzos de enero. En marzo de 1995 la deposición aumenta nuevamente debido al efecto que tienen los nuevos peces.

Las cantidades de sedimento no fueron estandarizadas para la Fig. 77 o para las tablas ya que lo que interesa es la comparación entre balsas y control. La Tabla 84 muestra los promedios por tratamiento es decir la comparación entre balsas y controles y se evidencia aquí la variabilidad entre balsas.

Puede observarse que durante junio, julio y agosto, la variabilidad entre balsas y entre controles es grande y las diferencias entre balsas y controles no es significativa ni

siquiera marginalmente ($p > 0.01$).

Durante estos meses de invierno la bahía completa sufre grandes perturbaciones físicas debido a los frentes de mal tiempo lo cual incrementa la turbiedad general y posiblemente el esparcimiento de los sedimentos en toda la bahía. De hecho, en esos meses, se observan los valores más altos de deposición en los tubos controles (Tabla 84).

Por la misma razón esgrimida, no es fácil concluir que hay un mayor impacto de las balsas jaulas sobre los sedimentos, sólo se puede concluir que el impacto de las balsas jaulas es estadísticamente significativo en los meses de octubre, noviembre y marzo. Esto mismo se observa en la Fig. 78 la cual muestra la tasa de deposición diaria promedio de sedimentos (gr/m^2), allí se nota nuevamente una tendencia similar a valores altos tanto bajo balsas como bajo control en los meses de invierno, en tanto durante octubre y noviembre cuando las condiciones climáticas mejoran se observa una baja significativa en los sitios control (Fig. 78).

Según estos resultados, los aportes de sedimento de una balsa jaula de producción de alevines al sustrato fluctúan entre 8 y 19 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$. No se descuenta el aporte natural colectado en los controles porque es muy probable que gran parte de estos aportes también provengan de las mismas balsas, generandose un efecto "bahía".

Concentración de nutrientes en los sedimentos colectados por los tubos.

De la Fig. 77 se puede concluir fácilmente que las balsas aportan una mayor concentración de fósforo a los sedimentos que aquella aportada naturalmente en los sitios controles. Sin embargo, como se mencionó antes existe una gran variabilidad entre balsas. Del test de t (Tabla 84) se puede deducir que el efecto es significativo sólo en los meses de octubre, noviembre y marzo. En estos meses las concentraciones de P en los tubos bajo jaulas pueden llegar a ser un orden de magnitud mayores que aquellas en los controles.

Si se considera una concentración promedio de 15000 ppm de P en los tubos bajo

las balsas para los meses de agosto a noviembre (un valor conservador), y de acuerdo a una tasa promedio de deposición diaria de sedimento (Fig. 78) de $12 \text{ gr/m}^2/\text{día}$, se podría estimar que existe una deposición de P aproximada de $0.18 \text{ gr/m}^2/\text{día}$. Suponiendo un balsa de $10 \times 10 \times 10 \text{ m}$, esta tendría una sombra de al menos $12 \times 12 \text{ m}$ (Schofield 1994), es decir la sombra de sedimentos sería de aproximadamente 144 m^2 ello significa 26 gr de P aportados al sedimento diariamente por balsa, en las condiciones particulares de este estudio.

Desafortunadamente no se pudo obtener de la empresa el programa de producción de salmonídeos por lo cual se trabaja en base a suposiciones y observaciones de terreno. Suponiendo una producción de 20 balsas se tendría un aporte anual aproximado de P a los sedimentos de 190 kg . Esta es una estimación sólo del aporte inmediatamente bajo las jaulas, ello significaría que un porcentaje inferior al 20% del P liberado al ambiente (suponiendo una producción aproximada de 200 toneladas) se quedaría en los sedimentos locales como fósforo particulado.

Cual es el destino de la mayor parte del fósforo que deja la salmonicultura ?; claramente parte del fósforo y del nitrógeno se quedan en la columna de agua y posiblemente circulan a otros sitios del lago.

Aquellos tubos que accidentalmente estuvieron colectando sedimentos por más tiempo que lo planificado entregan valiosa información respecto al rápido reciclamiento de nutrientes. La Fig 79 muestra los dos casos, el segundo muestreo donde los tubos bajo balsa 12 habían estado colectando por 79 días en comparación con los otros que colectaron normalmente por 36 días. En los primeros se observa que colectaron aproximadamente el doble de los sedimentos colectados por los segundos, sin embargo, la concentración de P en estos sedimentos "más abundantes" fué significativamente menor. Esta misma situación se percibe aún en forma más dramática en el cuarto muestreo (Fig. 79) en que los tubos en la B14 estuvieron colectando por más de cuatro meses, se observa aproximadamente cuatro veces más sedimento que en los colectores normales y sin embargo la concentración de P

es mucho menor, es menos de la mitad de lo esperado. Se observa el mismo patrón en el caso del nitrógeno. Este hecho indica que los nutrientes rápidamente reciclan y habría una "fuga" hacia la columna de agua aún en condiciones oxigenadas ya que las mediciones de oxígeno dentro de los tubos siempre indicaron valores mayores de 8 mg/l.

Es aún más difícil predecir el destino del nitrógeno, **N** ya que en la mayoría de los casos no se observa un efecto significativo de las balsas jaulas sobre el contenido de nitrógeno de los sedimentos. Solo se observa un efecto significativo, es decir un aumento de N en los sedimentos bajo jaulas en marzo (Tabla 84). Por otra parte la variabilidad entre balsas es bastante grande (Fig. 77). El N en los tubos bajo balsas rara vez duplica a aquel en los tubos de los sitios control por lo cual es evidente que el impacto del nitrógeno sobre el fondo es mucho menor que aquel del P. El nitrógeno quedaría principalmente en la columna de agua.

Concentración de nutrientes en la columna de agua sobre los tubos colectores

Ya que los nutrientes se midieron sólo en uno o dos de cada tubo en cada parrilla el análisis estadístico es más difícil (Tabla 85). Sin embargo los datos muestran diferencias muy claras entre tubos bajo jaula y tubos controles especialmente para el PO_4 y el P Total (Fig. 80), para el amonio (NH_4) y para los nitritos (NO_2) (Fig. 81). Tales diferencias son significativas especialmente durante los muestreos de agosto, octubre y noviembre y particularmente para el P Total. En tanto los valores de nitrato (NO_3) no muestran diferencias significativas entre balsas y controles (Tabla 86).

Es posible que el P Total aumente en la columna de agua de los tubos por resuspensión desde los mismos sedimentos. Sin embargo es claro que existe un aumento de casi dos ordenes de magnitud del fósforo en la columna de agua bajo jaulas con respecto a los controles; es decir posiblemente y corroborando los datos anteriores, una gran parte del P no permanece en los sedimentos si no que en la columna de agua y

posiblemente es redistribuído rápidamente a otros sectores de la bahía o del lago.

Lo mismo ocurre con el nitrógeno en su forma de amonio, el cual aumenta en casi dos ordenes de magnitud bajo balsas durante los meses de octubre y noviembre, período durante el cual es claramente mayor la contaminación a la columna de agua. por parte de las balsas (Tabla 86).

Carga de nutrientes proveniente de la salmonicultura.

Metodología

Para determinar la carga de nutrientes proveniente de la salmonicultura en el Lago Rupanco, se hizo una encuesta, la cual se repartió a las 6 empresas en actual actividad en el Lago. Estas se designaron con un código que se usa en las Tablas y son:

R1 = Chisal

R2 = Marine Harvest (Con dos sitios 1 y 2)

R3 = Pesquera Antares

R4 = Salmones Caicaén, Bahía el Encanto

R5 = Piscicultura y centro de agua dulce Universidad de Los Lagos

R6 = Salmones Perez de Arce.

La ubicación de estos centros aparece en la Fig. 76, el centro de Pesquera Antares es el que se encuentra más cercano al sector este del lago, es el más aislado. Marine Harvest y Chisal se encuentran en la lengua de agua generada por la Península. Caicaén se encuentra en Bahía el Encanto, en el sector norte del lago. El Centro de la Universidad de Los Lagos está ubicado cerca del estero Huillín en el sector noroeste del Lago. Salmones Pérez de Arce se ubica inmediatamente junto al desagüe del lago.

En cada muestreo de sedimentos y en otras visitas planificadas a estos centros, se colectaron muestras de alimento intentando cubrir distintos tamaños de alimentos.

El contenido de P y N de las muestras fué analizado en el Laboratorio FONDEF.

Con la información obtenida en las encuestas sobre biomasa de peces producida, volúmenes de alimento utilizado y los análisis de P y N de los alimentos, se calculó la carga de estos nutrientes que permanece en el lago con la producción de cada centro (Tabla 87).

Composición nutritiva (nitrógeno y fósforo) de los alimentos utilizados en los seis centros de cultivo en el Lago Rupanco.

En siete oportunidades durante el año de muestreo se colectaron alimentos para salmones que se estuvieran utilizando en ese momento. La muestra fué en todos los casos aleatoria así también como el momento del muestreo. El contenido de fósforo y nitrógeno total de los alimentos fué analizado con el método de Macro-Kjeldal en el laboratorio FONDEF.

La Tabla 88 muestra los datos originales por fecha y por lugar de muestreo, puede observarse que en general aunque existió alguna variabilidad por Centro, no se detectó diferencia significativa alguna en la composición de N y P entre Centros o entre fechas. Ello es explicable pues en la mayoría de las oportunidades y centros los alimentos utilizados fueron de IANSA excepto en Marine Harvest que produce sus propios alimentos (Marine Feed).

La Tabla 89 resume los datos y allí se puede observar que las concentraciones de P estuvieron siempre por debajo de 1.1% (11000 PPM) siendo en ocasiones muy bajo por lo cual se ha revisado la metodología suponiendo que hubiera algún problema con las mediciones. Ello no se ha podido verificar aún, por lo cual se supone que la concentración de P en los alimentos es en general bastante baja.

En tanto las concentraciones de N son alrededor de un orden de magnitud mayores, alcanzando entre un 8 y un 10% con lo cual se verifica una relación aproximada de N:P igual a 8:1 a 10:1, relación normal en un alimento tipo para peces como los salmónidos.

Programa de producción salmonícola en el lago Rupanco y cálculo de la carga de nutrientes.

Solo tres Centros de cultivo entregaron la información requerida; Marine Harvest, Chisal y Piscicultura Universidad de los Lagos. Con esta información se hicieron los cálculos correspondientes a una producción aproximada promedio de 150 toneladas, por centro y considerando 6 centros y basado en el contenido de N y P de los alimentos, se estimó un aporte total anual de P de 7388 kg es decir 7.4 toneladas y un aporte de N de 75018 kg es decir 75 toneladas (Tabla 87). Se considera que 0.48% del peso húmedo de un pez es P y se considera que aproximadamente 25% del N ingresado en el alimento sale en la producción de salmones (Ackefors 1986). De esta manera se puede calcular el aporte relativo anual o carga de fósforo y nitrógeno.

Considerando un margen de error de un 5% y el límite de estimación máximo, el aporte de la salmonicultura al lago sería de 8000 Kg/año de P lo cual equivale a **33 mg/m²/año de P**. Con una estimación similar se obtiene una carga de **310 mg/m²/año de N**.

Tabla 81: Carta Gant de los experimentos y evaluaciones.

Actividad	29-4-94	04-6-94	11-6-94	15-7-94	29-08-9	17-10-9	30-11-9	20-1-95	08-3-95
Instalación de experimentos	X		X				X		
Recambio de tubos y análisis de sedimentos colectados		X		X	X	X	X	X	X
Análisis de nutrientes en los tubos		X		X	X	X	X	X	X
Período de colección permanencia en los tubos (días)		39		37 79*	45	49 94*	44	49	46

* En estos muestreos se encontraron parrillas que no habían sido ubicadas en la fecha correspondiente. Se indica el número de días que habrían estado colectando sedimento.

Tabla 82: Datos de sedimento y composición de nutrientes en las siete fechas en que se colectó bajo las balsas. Los tubos de balsas indicados como B1, 2, etc. B12 y B14 indican tubos bajo balsas que estuvieron por períodos más prolongados.

Fecha	Trasm.	Tubo	Sediment (g)	Nitrogeno (ppm)	Fosforo (ppm)	Fecha	Trasm.	Tubo	Sediment (g)	Nitrogeno (ppm)	Fosforo (ppm)
1	B1	1	895	8000	7400	2	B12	1	1128	8000	22737
1	B1	2	842	10100	6200	2	B12	2	10337	8000	2449
1	B1	3	831	8000	8100	2	B12	3	10227	7800	9254
1	B1	4	820	8000	8400	2	B12	4	10757	7800	2880
1	C1	1	239	10000	2800	2	B2	1	4191	10000	2880
1	C1	2	227	8000	1200	2	B2	2	4885	9400	3716
1	C1	3	24	8000	1600	2	B2	3	46	10000	3274
1	C2	1	218	8000	1700	2	B2	4	4784	24000	4394
1	C2	2	539	8000	1500	2	B3	1	4877	20500	84033
1	C2	3	229	7150	1840	2	B3	2	47392	22800	4032
						2	B3	3	481	22800	3997
						2	B3	4	4270	10400	4340
						2	C1	1	2982	8000	1630
						2	C1	2	2331	8000	2794
						2	C1	3	2281	10000	2003
						2	C1	4	242	8400	1278
3	B1	1	3821	20000	1830	4	B1	1	3088	17300	4000
3	B1	2	2781	12000	2785	4	B1	2	2828	18900	5916
3	B1	3	3098	12500	2205	4	B1	3	2748	18400	4725
3	B1	4	2588	12000	8054	4	B1	4	3788	18800	4085
3	B2	1	2333	12000	8035	4	B14	1	1834	12400	1636
3	B2	2	2348	12500	84534	4	B14	2	17341	18000	1946
3	B2	3	2478	14300	84800	4	B14	3	18159	13000	2482
3	B2	4	1187	12800	18875	4	B14	4	1771	12400	2280
3	B3	1	8684	22200	22735	4	B2	1	2885	34200	6375
3	B3	2	7805	18000	81710	4	B2	2	3382	28300	3188
3	B3	3	3404	17800	88785	4	B2	3	3108	33800	5885
3	B3	4	2065	17000	88885	4	B2	4	3878	23100	245
3	C1	1	1288	12000	2300	4	B3	1	5094	35800	3700
3	C1	2	1338	11100	1946	4	B3	2	4388	27100	7880
3	C1	3	1288	11300	1470	4	B3	3	5488	27000	7880
3	C1	4	1441	11800	3185	4	B3	4	4187	28800	8875
3	C2	1	1474	14700	8405	4	C1	1	8841	13600	1085
3	C2	2	1485	14600	2880	4	C1	2	8885	19700	1195
3	C2	3	1819	17800	2386	4	C1	3	8808	10200	1025
3	C2	4	1247	13800	1486	4	C1	4	8887	11100	875
						4	C2	1	8814	11800	1130
						4	C2	2	8813	18000	570
						4	C2	3	8843	38300	1420
						4	C2	4	8888	23800	1240
5	B1	1	2531	800	14175	8	C2	4	8848	14800	885
5	B1	2	2184	20800	13605	8	B1	1	13284	5115	8846
5	B1	3	2415	38125	15386	8	B1	2	20887	4285	7420
5	B1	4	28428	25300	13470	8	B2	1	18277	8410	8785
5	B2	1	41048	5840	18285	8	B2	2	20530	12420	10815
5	B2	2	41018	18825	18380	8	B3	1	17801	3085	8845
5	B2	3	38704	34205	18805	8	B3	2	18185	8300	8190
5	B2	4	31771	28115	18445	8	C1	1	87818	11800	8120
5	B3	1	32488	19780	18215	8	C1	2	88285	2120	8225
5	B3	2	41888	20880	12415	8	C2	1	88117	1348	8435
5	B3	3	32884	28740	14880	8	C2	2	21887	8775	8880
5	B3	4	33888	24275	18885	8	K1	1	21884	525	300
5	B4	1	40885	28220	13815	8	K1	2	23438	275	485
5	B4	2	40785	1108	14840	8	K2	1	24888	270	380
5	B4	3	33221	28210	14810	8	K2	2	233701	210	380
5	B4	4	45808	28280	13805	8	S1	1	285078	280	285
5	C1	1	85078	19080	1380	8	S1	2	282888	280	385
5	C2	1	85007	1440	1180	8	S2	1	281718	1875	540
5	C2	2	84857	12880	880	8	S2	2	288888	280	880
5	C2	3	85882	14184	885	8	S3	1	284713	275	585
5	C2	4	88412	14800	885						
7	B1	1	4472	18785	48180						
7	B1	2	42088	18475	83800						
7	B1	3	4387	17385	54380						
7	B1	4	48884	18010	80040						
7	B2	1	33388	18110	48810						
7	B2	2	3418	18775	38800						
7	B2	3	3488	18785	48410						
7	B2	4	3748	17910	38800						
7	B3	1	48325	18480	43810						
7	B3	2	477	17915	58880						
7	B3	3	44487	18085	48780						
7	B3	4	47844	18880	41380						
7	C1	1	11883	12280	8384						
7	C1	2	13882	885	11085						
7	C1	3	88805	11480	4825						
7	C2	1	1108	8880	8085						
7	C2	2	10388	15015	4330						
7	C2	3	12878	13880	4430						
7	C2	4	11423	21885	11885						

Tabla 83: Promedios calculados para cada parrilla bajo jaulas o en sitio control. Se indican también los Errores estandar (SE) en cada caso.

Fecha	Trat.	Sedim.	SE	Fosforo	SE	Nitroge	SE
1	B1	6.52	0.16	7025	480	8825	476
1	C1	2.35	0.04	1866	523	8433	1233
1	C2	3.26	1.05	1613	59	7116	519
2	B12	10.39	0.12	9285	4730	8125	286
2	B2	4.51	0.12	3475	255	13550	3491
2	B3	4.6	0.13	24001	20010	19075	2938
2	C1	2.49	0.16	2051	314	8075	921
3	B1	3.07	0.26	3746	1447	14200	1936
3	B2	2.08	0.3	48841	20774	12975	453
3	B3	5.05	1.38	74223	17173	18400	1290
3	C1	1.34	0.03	2220	357	11650	275
3	C2	1.5	0.11	3733	1578	15250	899
4	B1	3.11	0.23	4651	421	18325	354
4	B14	17.38	0.38	2120	140	13475	731
4	B2	3.16	0.1	3840	1371	26600	2979
4	B3	4.78	0.29	6986	1139	30625	2736
4	C1	0.95	0.01	987	110	13625	2141
4	C2	0.63	0.11	1090	183	22625	5185
5	B1	2.49	0.13	14136	449	21368	7454
5	B2	3.76	0.22	17223	669	21971	6179
5	B3	3.51	0.21	15026	1008	22831	1632
5	B4	4.01	0.25	14042	332	19706	6204
5	C1	0.52	0.01	1225	135	19405	345
5	C2	0.6	0.11	960	66	10621	3116
6	B1	1.66	0.34	7982	562	1700	415
6	B2	1.94	0.11	10190	425	10415	2005
6	B3	1.64	0.12	9067	877	7712	1352
6	C1	0.69	0.06	6172	52	7005	4885
6	C2	1.5	0.68	7512	922	5060	3714
6	K1	225.7	8.67	397	97	400	125
6	K2	240.2	6.49	320	0	240	30
6	S1	259	6.03	330	35	280	0
6	S2	255.6	3.92	560	20	977	697
6	S3	233.1	1.57	527	22	277	2
7	B1	4.42	0.09	51090	1902	17906	508
7	B2	3.48	0.09	38652	1241	16645	576
7	B3	4.72	0.1	45322	2053	16627	769
7	C1	1.18	0.12	8101	1815	8221	3625
7	C2	1.14	0.05	7407	1835	14185	2953

Tabla 84: Promedios por tratamiento "bajo jaulas" y "control". Se indican el Error estándar (SE) y los valores de P (probabilidad del test de t al comparar los promedios). TR corresponde a tratamiento C (control) y B (balsas).

Fecha	TR	SED (gr)	SE	P	Fosforo (ppm)	SE	P	Nitroge (ppm)	SE	P
Junio 94	C	2.8	0.4		1740	126		7775	658	
	B**	6.5			7025			8825		
Julio	C**	2.5	0.01		2051			8075		
	B	4.5			13736	10264		16312	2762	
Agosto	C	1.4	0.05	0.15	2976	756	0.19	13450	1800	0.53
	B	3.4	0.8		42270	20608		15191	1642	
Octubre	C	0.7	0.1	0.02	1038	51	0.04	18125	4500	0.33
	B	3.6	0.5		5159	943		25183	3620	
Noviembre	C	0.5	0.03	0.003	1092	132	<0.001	15013	4392	0.08
	B	3.4	0.3		15107	739		21469	659	
Enero 95	C	1	0.4	0.34	6842	670	0.1	6032	972	0.4
	B	1.7	0.1		9080	637		7609	1650	
Marzo	C	1.1	0.08	<0.001	7870	231	<0.001	10209	1987	0.05
	B	4.2	0.2		45017	2275		17059	267	
*	C	239.2	8.1	0.2	472	71	0.2	511	232	0.5
*	B	242.9	7.2		358	38		320	80	

* A estos tubos se les agregó aproximadamente 240 gr de sedimento limpio en el muestreo anterior por lo cual las bajas concentraciones de P y N sólo reflejan un efecto de dilución

** En estos casos solo hubo una réplica, es decir una parrilla por lo cual no se no se calcula promedio ni es posible comparación estadística.

Tabla 85: Datos promedio de nutrientes por parrilla en la columna de agua dentro de los tubos. Los espacios vacíos indican ausencia de réplicas.

Fecha	Trat	Tubos	NH4	SE	NO2	SE	NO3	SE	PO4	SE	Ptot	SE
Junio	B1	4	5.1	1.2	2.9	0.4	15.6	2.7	31.9	7.4	38	8.3
	C1	2	3	0.4	0.8	0.1	5.7	0.3	2.3	0	5.9	0.6
	C2	2	1.5	0.1	2.1	0.1	13.2	4.8	0.9	0.3	1.8	0.5
Julio	B1	3	7.2	1.8	13.2	0.5	49.1	11.6	19.4	2.2	29.2	3.3
	B2	2	3.1	1	12.7	0	39.3	2.9	9.1	1.1	20.8	5.9
	B3	3	8.5	0.6	12.9	0.7	26.7	13.8	26.9	17	45.5	31.6
Agosto	C1	3	2.8	1.2	9	0.4	11.4	5.7	1	0.3	3.2	1.5
	B1	1	12.5		1.9		31.9		15.2		39.9	
	B2	1	6.1		1.9		29.7		3		7.7	
Octubre	B3	1	47.9		1.6		25.2		15.4		42.3	
	C1	1	1.2		0.6		12.7		0.8		1	
	C2	1	1.1		0.3		9.3		0.8		1.7	
	B1	2	204.5	7.7	3.8	0.1	24.6	0.6	143	36	146	36
	B2	1	578.5		3.5		28		493		495	
Noviembre	B3	1	812		2.7		26		589		609.5	
	C1	1	34.7		1.1		7		19		21	
	C2	1	44.8		1.1		22		0.8		0.8	
	B1	1	131.8		12.5		42		61		81	
	B2	1	1199		5.9		67		400		920	
	B3	1	221		11.7		36		181		450	
	B4	1	829.4		1.9		44		310		410	
Enero	C1	1	13		2.9		113		3		4	
	C2	1					69		6		13	
	B1	1	0.8		1		228		7		67	

Tabla 86: Valores promedios de nutrientes en los tubos bajo jaulas (B) y en los controles (C). Los * y + indican diferencias significativas entre balsas y controles de acuerdo a un test de t (+ = 0.1 > p > 0.05), (* = p < 0.05), (** = p < 0.01).

Fecha	Trat	NH4	SE	NO2	SE	NO3	SE	PO4	SE	Ptot	SE
Junio	B	5.1		2.9		15.6		31.9		38	
	C	2.2	0.7	1.4	0.6	9.4	3.7	1.6	0.7	3.9	2
Julio	B	6.2	1.6	12.9	0.1	38.4	6.4	18.5	5.1	32.1	7.2
	C	2.8		9		11.4		1		3.2	
Agosto	B	22.1	12.9*	1.8	0.1*	28.9	1.9**	11.2	4.1*	29.7	11*
	C	1.1	0.06	0.4	0.1	11	1.7	0.8	0.02	1.3	0.3
Octubre	B	531.6	176.9*	3.3	0.3*	26.4	1.1	408.3	135.5*	416.8	139.3**
	C	39.7	5	1.1	0.04	15	7.9	9.9	3.1	10.9	4.1
Noviembre	B	595.3	254	8	2.5	47.3	6.7	238	74.1*	465.2	172.6**
	C	13		2.9		91	22	4.5	1.5	8.5	4.5
Enero	B	100.2	86.9+	3.1	1.4+	277.1	23.4	7.3	2.5	45.3	20.2*
	C	0.8	0.1	0.8	0.03	256.5	10.5	1.9	1.1	14	1
SED.#	B	17.1	16.3	1.7	0.7	236	8	3.9	3.1	39.2	27.7
SED	C	0.8	0	0.8	0	233.5	5.5	6.9	6.1	25.7	10.2

Estos análisis corresponden a tubos a los cuales se les agregó sedimento y fueron muestreados en enero. En estos casos no se obtuvo diferencia entre los tratamientos

Tabla 87: Cuadro resumen de la producción de salmones y concentración de nutrientes en los alimentos utilizados en los Centros de Cultivo del Lago Rupanco.

PRODUCCION DE SALMONES EN RUPANCO

SITIO y Especie	Alimento Total Kg	Conc. de P en alimento %	Conc. de N en alimento %	Producción de salmones Kg	Tasa de conversión acumulativa	Total de P Ingresado Kg	Aporte de P ^m al ambiente Kg/año	Total de N ingresado Kg	Aporte de N al ambiente Kg/año
RUP 2 Salmo salar	171891	0.89	8.6	69664 Tot.	2.46	1529.8	1195 Total	14783	11087 Total
RUP 5 O. mykiss	62925	1	8.4	50000	1.26	629.2	389.2	5285	3964
O. kisutch	105825	1	8.4	70000	1.46	1058.3	722.3	8889	6667
Salmo salar	22800	1	8.4	20000	1.1	228	118.6	1915	1436
				140000 Tot.			1230 Total.		12067 Total
RUP 1 Salmo salar	220000	1	8.7	194000	1.3	2200	1268.8 Total	19140	14355 Total
						Promedio por centro Estimado en 6 centros	1231		12503
							7388		75018

TPNI= P o N Total ingresado en el alimento

PNPS=P o N Total que sale en la producción de salmones

* Se considera que 0.48% del peso húmedo de un pez es PT

** Se considera que aproximadamente 25% del Nitrógeno ingresado en el alimento sale en la producción de salmones (Ackefors 1986)

Coinsiderando un margen de error de un 5% serían 8000Kg/año de P lo cual equivale a **33 mg/m²/año de P**
310 mg/m²/año de N

Tabla 88: Composición de nitrógeno (Ntot) y fósforo (Ptot) de los alimentos (en PPM * 1000) para salmones con sus códigos respectivos.

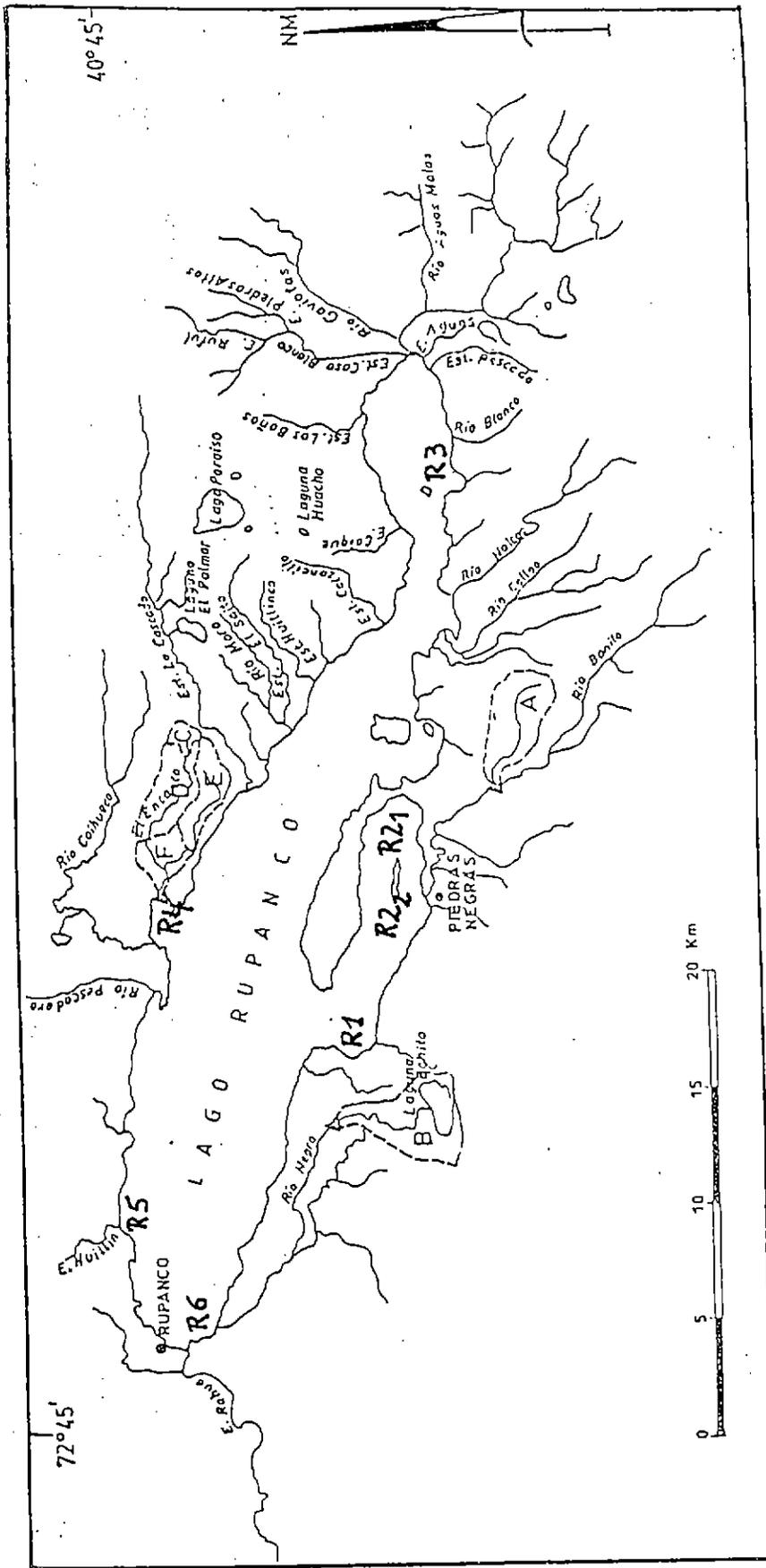
Fecha	TR	Codigo	Ntot	Ptot
Mayo	R1		81.4	7.26
	R2		77.4	8.88
	R3		69	8.94
	R4		81.2	8.32
Junio	R5		84	8.44
	R6		85	8.22
Julio	R4	0.25	86	10.29
	R4	0.5	84	8.05
	R4	0.25	85	10.75
	R4	0.5	84	10.27
Noviembre	R3	0.3	89.7	10.488
	R1	1.9	81.4	10.745
	R5		73.8	10.886
	R4		86.7	10.841
	R6		83.7	10.477
	R5		74.1	9.83
	R6	1.9	84.3	10.79
	R3	0.3	89.2	10.982
	R2	2.5	86.5	10.152
	R4		89.5	8.7
	R2	2.5	86.5	8.946
R1	1.5	92.2	10.623	
Diciembre	R4		87.4	11.079
	R4	2.4	84.3	11.173
Enero 95	R4	0.5	72.65	9.987
	R4	0.333	81.78	16.05
	R4	0.25	88.41	8.67
	R5		81.85	8.679
	R5		85.78	9.62
	R6		91	9.156
	R1	2.4	73.78	9.125
	R2	1.9	86.48	9.399
Marzo	R6		86.945	8.239
	R3	1.9	69.365	7.448
	R4	1.9	85.76	8.136
	R4	1.5	92.875	7.325
	R2		91.62	6.728
	R1	3.2	68.33	5.676
	R3	2.3	75.595	6.249
	R4	1.4	84.61	7.214
	R5		88.155	6.675
	R5		81.025	4.214

Código de los tratamientos (lugares):

R1= Chisal, R2= Marine Harvest, R3= Antares, R4= Caicaen,

Tabla 89: Valores promedio de concentración de nitrógeno (Ntot) y fósforo (Ptot) agrupando todos los centros en las siete fechas.

Fecha	Ntot	SE	Ptot	SE
Mayo 94	77250	2899	8350	389
Junio	84500	500	8330	110
Julio	84750	478	9840	606
Noviembre	84800	1692	10288	219
Diciembre	85850	1550	11126	47
Enero 95	82716	2342	10085	866
Marzo	82428	2750	6790	380



R1:Chisal, R2: Marine Harvest (2 sitios), R3: Pesquera Antares, R4: Salmones Caicaén bahía el Encanto, R5:Piscicultura lacustre U.Los Lagos, R6:Salmones Perez de Arce.

Figura 76: Ubicación geográfica de los centros de cultivo.

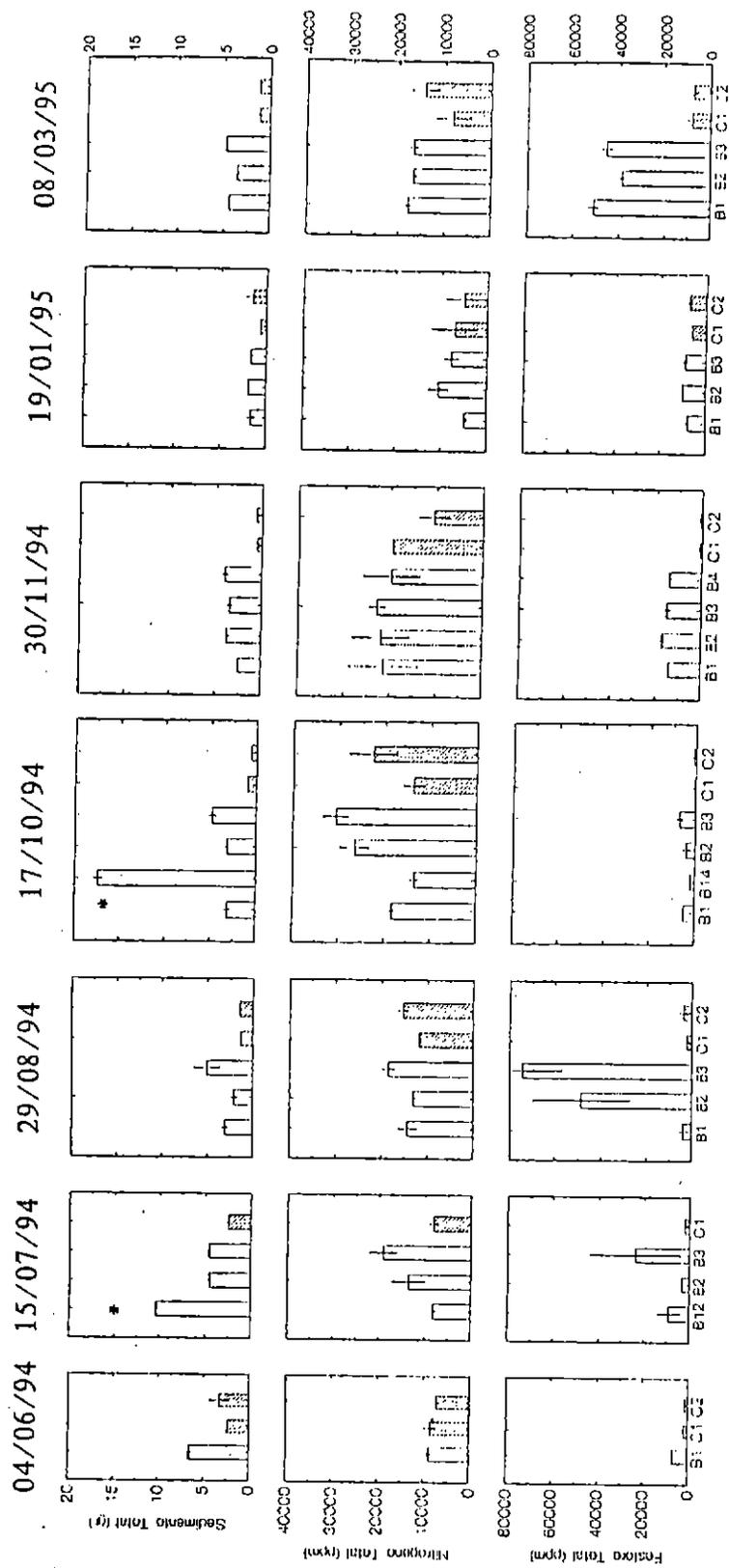


Figura 77: Individualización de los resultados de captura de sedimento total, nitrógeno total y fósforo total de las parrillas en las distintas fechas.

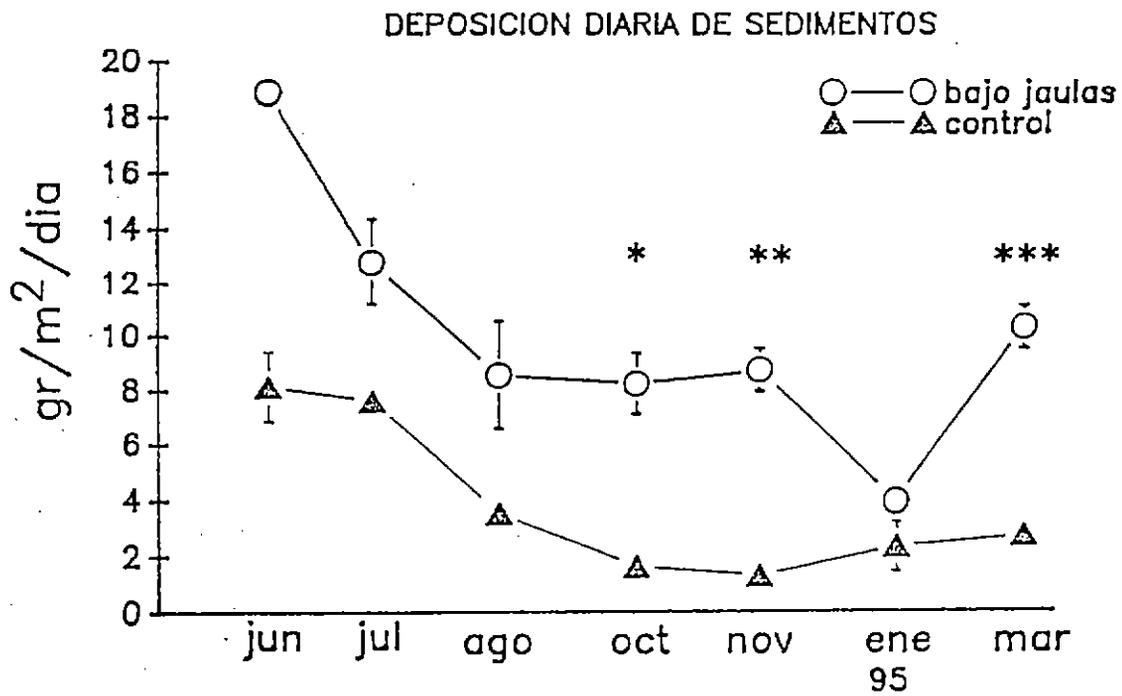


Figura 78: Tasa promedio de deposición diaria de sedimentos por metro cuadrado, bajo balsas y en los controles. Las barras de error representan error estandar.

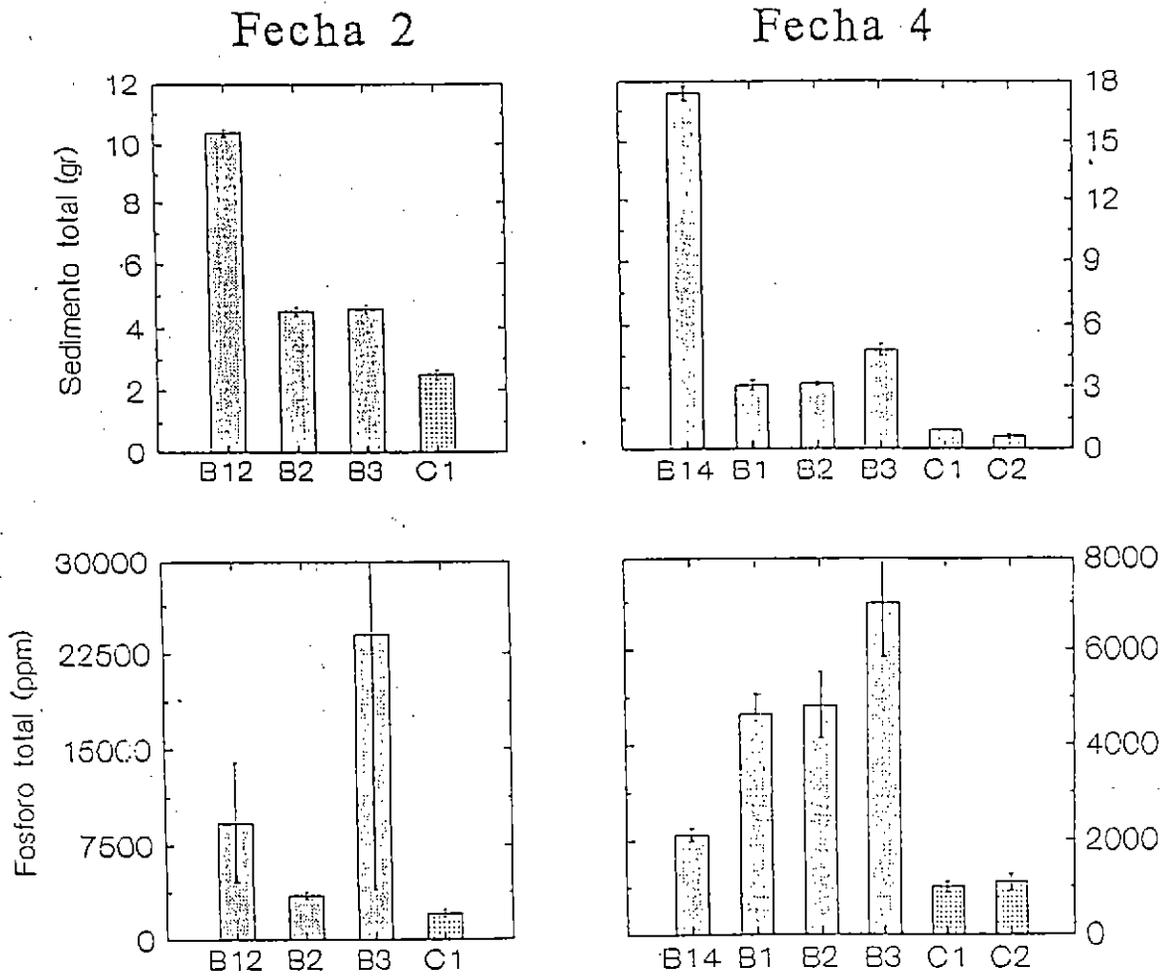


Figura 79: Cantidad de sedimento y fósforo total en los tubos de las parrillas que estuvieron por más tiempo calentando sedimento.

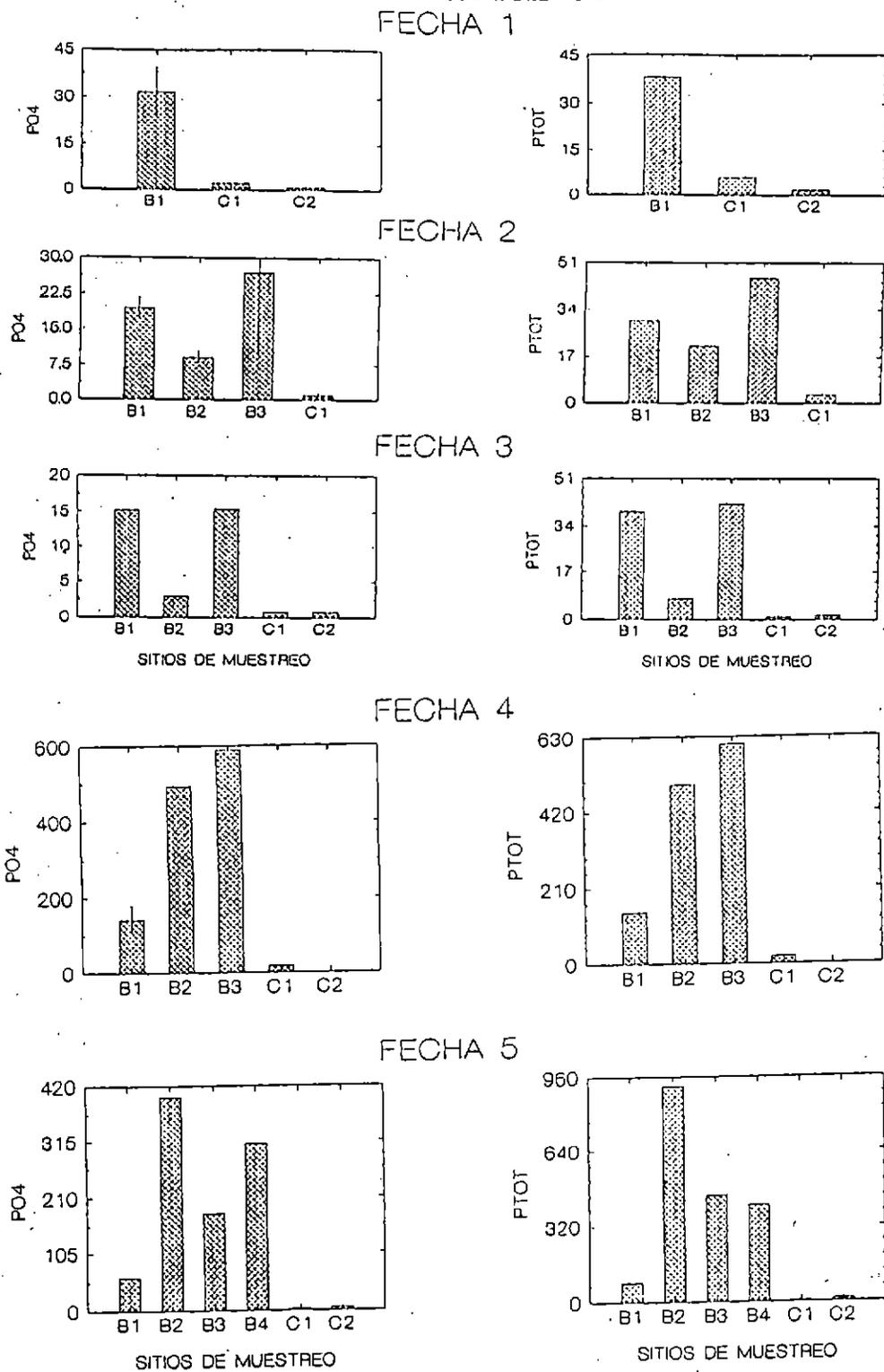
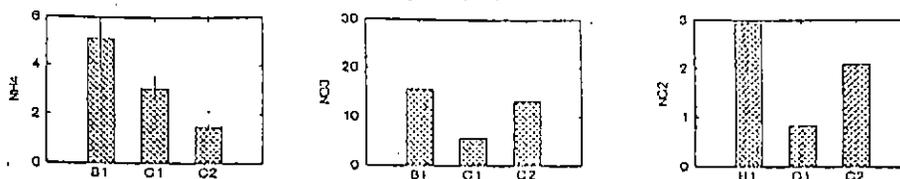


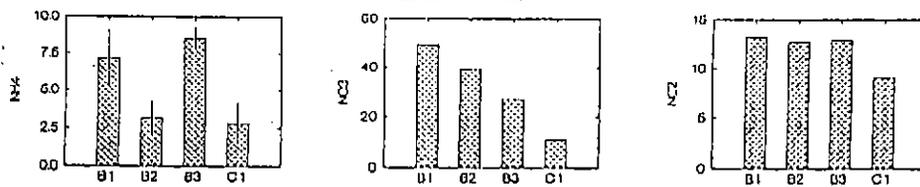
Figura 80: Concentración de nutrientes en la columna de agua de los tubos recolectores de sedimento. Los valores de PO4 y Ptot corresponden a $\mu\text{g/l}$. Los códigos B = balsas y C = controles.

LAGO RUPANCO

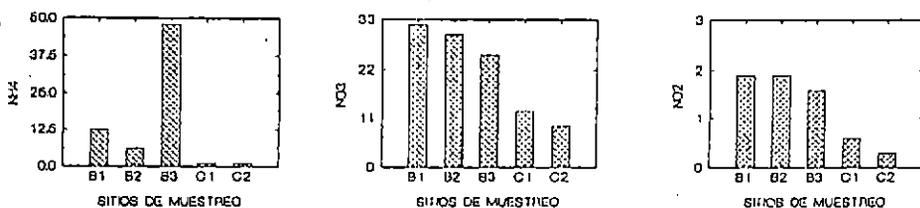
FECHA 1



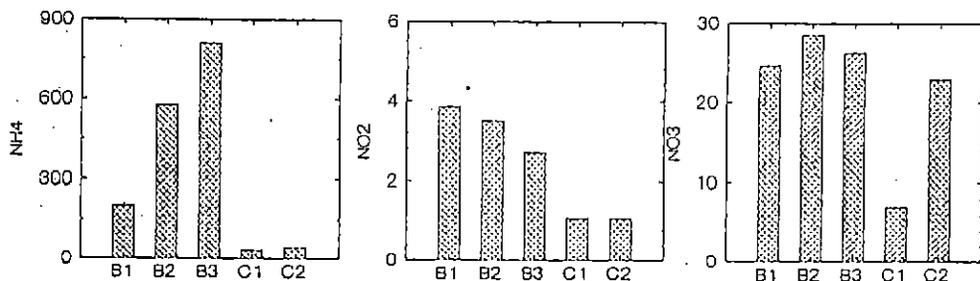
FECHA 2



FECHA 3



FECHA 4



FECHA 5

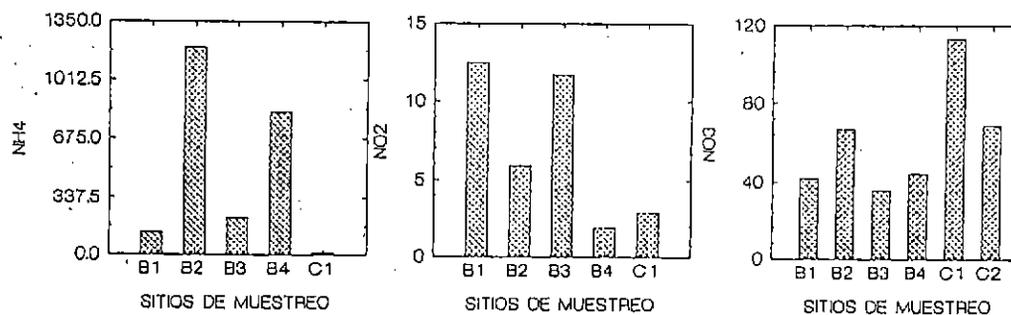


Figura 81: Concentración de nutrientes en la columna de agua de los tubos recolectores de sedimento. Amonio (NH₄), nitrito (NO₂) y Nitrato (NO₃). Los códigos corresponden a µg/l. Los códigos B = balsas y C = controles.

P y N EN LOS SEDIMENTOS DEL LAGO RUPANCO

Metodología

Para analizar el estado de los sedimentos en distintos sectores del Lago Rupanco, se programaron tres muestreos durante el año que cubrieron los seis Centros de cultivo con sus respectivos controles y un sitio control adicional. Las fechas de muestreo (junio, diciembre de 1994 y marzo 1995) se eligieron de tal manera de cubrir el período de circulación del lago, el período de estagnación y una etapa de transición. En general no se espera que la composición de los sedimentos cambie a una velocidad mayor que el período de tiempo cubierto entre muestras. Por el contrario se esperarían cambios muy lentos a lo largo de un año, generándose las mayores perturbaciones durante la circulación del lago.

Es así que, en cada uno de los sitios R1 a R6 (Fig. 76), se tomaron muestras de sedimento, en lo posible con tres réplicas, es decir tres lances distintos en cada uno de los cuales se obtuvo una muestra de al menos 300 g de sedimento. Estas muestras se tomaron con una draga Wildco de 1.5 kg de capacidad.

En algunas oportunidades debido a las condiciones climáticas, principalmente fuerza del viento, y a la profundidad de los sitios no fué factible tomar el número de réplicas óptimo. En particular en el Centro de Antares, el lugar más aislado del lago, no fué nunca posible tomar una muestra de sedimentos ya que en este sector la profundidad superaba los 90 m y se daba una situación de gran pendiente y con fondo de cascarros volcánicos. Por ello la draga no funcionó en ninguno de los intentos.

En general, en todos los sitios se observó un impacto de las balsas sobre los sedimentos tanto en concentración de P como de N (Fig. 82, Tablas 90, 91 y 92). Los sitios más "limpios" correspondieron al sitio control de Marine Harvest con valores promedio de P y N de 629 y 1396 ppm respectivamente. En tanto los valores más altos se observaron en el Centro de Perez de Arce con 32060 y 8042 ppm de P y N respectivamente.

En general se observó también gran variabilidad entre muestreos (Fig. 82), sin embargo, esta variabilidad es también un reflejo del grado de heterogeneidad del sustrato bajo balsas, lo cual también se evidenció entre las réplicas en cada ocasión de muestreo. Seguramente un mayor número de réplicas en cada ocasión habría permitido caracterizar mejor la situación de los sedimentos en cuanto al contenido de nutrientes, P y N en ellos. También es necesario señalar que tuvimos dificultades con el primer análisis de P y N en los sedimentos, es así que esos valores resultaron en todos los sitios extremadamente bajos (Tabla 90) y no se pudo verificar si se trató de un problema metodológico.

Debido a esta variabilidad entre muestreos la diferencia entre sitios de balsas y controles resulta escasamente significativa excepto en Marine Harvest y en salmones Perez de Arce. En tanto la situación control en la bahía del Club de Pesca muestra claramente que en los sitios y bahías con balsas hay también un efecto "Bahía", es decir un aumento general del contenido de nutrientes en los sedimentos.

Como se compadecen estos datos con aquellos medidos bajo las balsas en los colectores experimentales en Bahía el Encanto, Salmones Caicaén? La Tabla 93 muestra una comparación de las concentraciones de P y N efectivamente colectadas bajo balsas y de muestras de sedimento de los distintos sitios. Es claro que los valores de P medidos en los distintos sitios bajo jaulas están dentro de los rangos medidos dentro de los colectores, aunque estos últimos son mayores. Obviamente es necesario considerar el proceso de dilución natural en los sedimentos y la actividad biológica y física que debe contribuir al esparcimiento del P en los sedimentos.

Los valores de N medidos en los sedimentos de diferentes bahías son mucho más bajos que aquellos en los colectores, lo cual corroboraría la proposición hecha anteriormente en relación a que el N tiene una tasa de reciclamiento posiblemente mucho más rápida que el P y además tendría una tasa de deposición particulada en los sedimentos mucho menor que este último.

Tabla 90: Concentración de Carbono, Materia orgánica, Fósforo y Nitrógeno en muestras de sedimento de distintos sitios del lago Rupanco. Los valores representan ppm.

	Carbono		Materia Organica		Nitrógeno		Fosforo	
	Control	Balsas	Control	Balsas	Control	Balsas	Control	Balsas
Junio.1994 Chisal	4850	3820	8020	6240	10	10	1000	1400
	3460	3560	5970	6140	50	10	900	1400
	353	3840	6090	6620	10	150	900	1700
M. Harvest	4450	3830	7670	6600	10	3400	600	1100
	4020	3430	6930	5910	10	20	700	1000
		3460		5970		3580		1800
Caicaen	3620	3810	6240	6570	10	10	500	1700
	4000	4100	6900	7070	10	10	700	1400
	3180	4070	5480	7020	10	10	500	1600
U. de Los Lagos	4870	2070	8400	3570	10	10	1000	500
	5870	4510	10120	7780	10	10	4800	13300
	5850	2820	10090	4860	10	10	1800	300
P. de Arce	4180	7340	7210	12850	10	560	800	7700
	4930	6320	8500	10900	80	8410	900	2800
	5210	4570	8980	7880	150	6870	1000	1200
Diciembre.1994 Chisal					5900	2700	1560	2713
					4800	1900	1087	1258
						2500		1760
M. Harvest					3600	13100	350	4460
					2900	15700	320	5743
						5600		3070
Caicaen					4900	6500	1700	7440
					6500	20600	3840	3305
					5800	8100	3270	6025
U. de Los Lagos					2500	4800	935	1785
					5100	5600	1290	1425
					3000	5600	785	1710
P. de Arce					5600	13600	3515	83665
					5000	12700	3910	94020
					5200	11800	2200	84530
Marzo.1995 M. Harvest					505	275	420	3835
					275	2215	2720	2040
						4280		2800
Club de Pesca						560		4135
						3935		4610
Club de Pesca					1115		850	
					1605		615	
					555		655	
P. de Arce					920	7690	255	2590
						9135		7410
						1650		4630
Caicaen					275	4420	355	905
					5940	4330	805	1245
					5555	4955	820	1425
M. Harvest					1510	2175	280	695
					1425	1020	190	820
U. de Los Lagos						6315		2370
						3125		310
						6590		2060
Club de Pesca						200		1560
						275		1090
P. de Arce					920	7690	255	2590
						9135		7410
						1650		4630
Caicaen					275	4420	355	905
					5940	4330	805	1245
					5555	4955	820	1425
M. Harvest					1510	2175	280	695
					1425	1020	190	820
U. de Los Lagos					200	6315	1560	2370
					275	3125	1090	310
						6590		2060

Tabla 91: Promedios errores estandar (SE) por muestra de concentración de Carbono, Materia orgánica, Fósforo y Nitrógeno en los sedimentos de distintos sitios del lago Rupanco.

	Carbono	SE	Mat.Org.	SE	Fósforo	SE	Nitrógeno	SE
Junio.1994								
Chisal	2821	1280	6693	664	933	33	23	13
	3673	85	6333	146	1500	100	56	46
M.Harvest	4235	215	7300	370	650	50	10	0
	3573	128	6160	220	1300	251	2333	1157
Caicaen	3600	236	6206	410	566	66	10	0
	3993	92	6886	158	1566	88	10	0
U. de Los Lagos	5530	330	9536	568	2533	1156	10	0
	3133	721	5403	1245	4700	4300	10	0
P. de Arce	4773	307	8230	528	900	57	80	40
	6076	808	10476	1393	3900	1955	5280	2401
Diciembre.1994								
Chisal					1323	236	5350	550
					1919	419	2366	240
M.Harvest					335	15	3250	350
					4424	771	11466	3027
Caicaen					2936	639	5733	463
					5590	1213	11733	4457
U. de Los Lagos					1003	149	3533	796
					1640	109	5333	266
P. de Arce					3208	516	5266	176
					87405	3316	12700	519
Marzo.1995								
Club de Pesca					706	72	1091	303
M.Harvest					902	607	928	315
					2038	595	1993	678
					4372	237	2247	1687
Caicaen					660	152	3923	1827
					1191	152	4568	195
U. de Los Lagos					1325	235	237	37
					1580	641	5343	1112
P. de Arce					255		920	
					4876	1396	6158	2292

Tabla 92: Promedios, errores estandar y diferencias significativas en las concentraciones de Fósforo y Nitrógeno en los sedimentos. (* = Diferencia entre Control y Balsas significativa con un valor de $p < 0.05$; + = Diferencias marginal $0.01 > p > 0.05$).

Lugar	N°	P	SE	N	SE
CHISAL					
Control	2	1128	195	2686	2663
Balsas	2	1709	209	1211	1155
M.HARVEST					
Control	3	629	164*	1396	964+
Balsas 1	3	2587	942	5264	3102
Balsas 2	1	4372		2247	
CAICAEN					
Control	3	1387	774+	3222	1688+
Balsas	3	2782	1407	5437	3412
U.LOS LAGOS					
Control	3	1620	465	1260	1138
Balsas	3	2640	1030	3562	1776
P.DE ARCE					
Control	3	1451	896*	2088	1607*
Balsas	3	32060	27673	8042	2340
CLUB DE PESCA					
Control	2	706	212	1091	337

Tabla 93: Rangos de concentración de P y N (en ppm) en los sedimentos de colectores experimentales y en muestras de sedimento colectadas en las bahías del lago Rupanco donde se encuentran los Centros de Cultivo.

LUGAR	P (ppm) mínimo - máximo	N (ppm) mínimo - máximo
Colectores experimentales		
Control	1038 - 7870	6032 - 18125
Balsas	5170 - 45017	7609 - 25183
Bahías con centro de cultivo		
Control	629 - 1620	1260 - 3222
Balsas	1709 - 32060	1211 - 8042

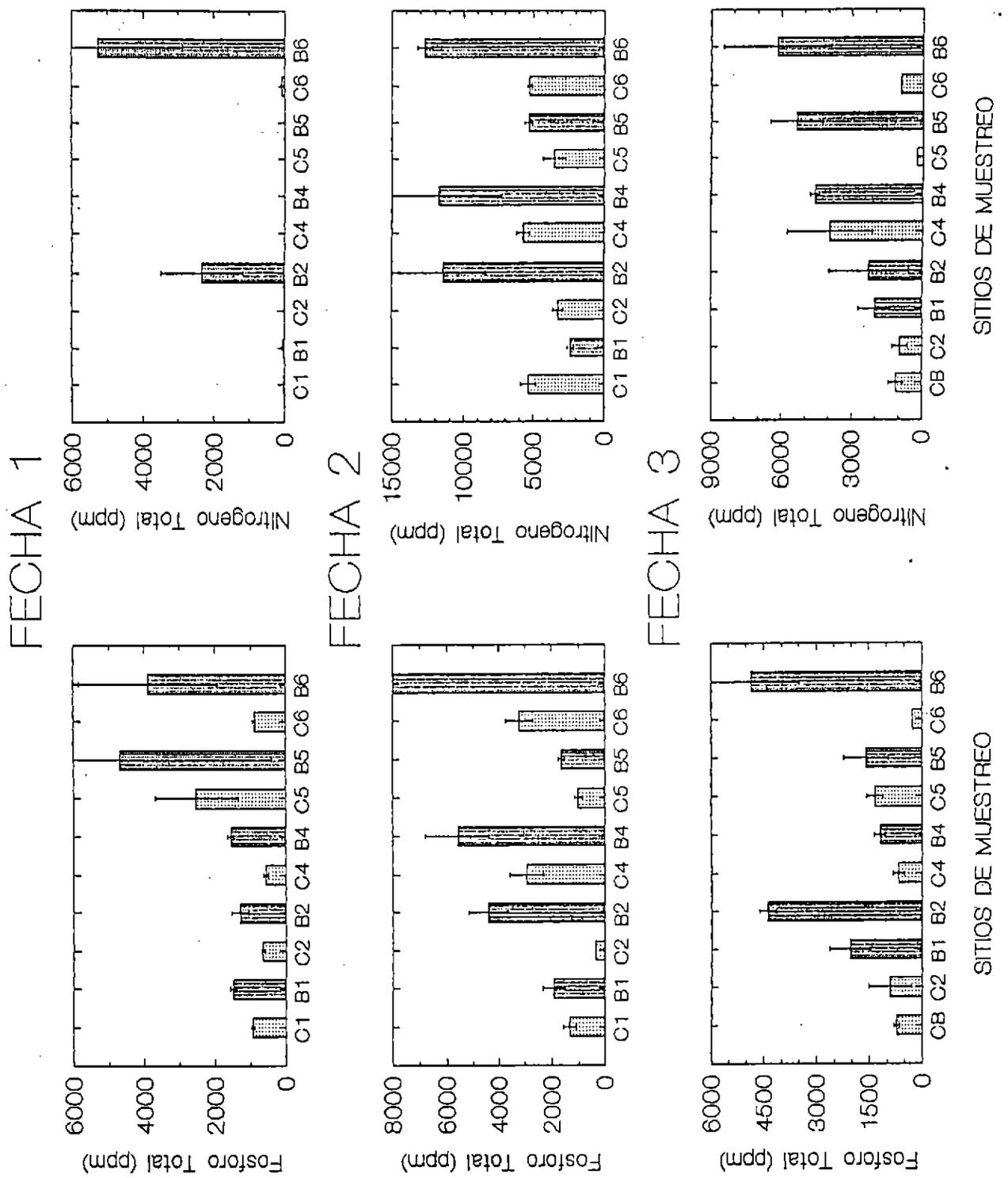


Figura 82: Nitrógeno y Fósforo colectado en los sedimentos en diferentes fechas y en distintos lugares de colecta en el lago Rupanco.



CONTENDIDO DE FOSFORO Y NITROGENO DEL LAGO RUPANCO.

Las concentraciones de fósforo y nitrógeno fueron calculadas en el lago Rupanco, estudiando dos bahías y el centro del lago. La bahía río Bonito es la más cerrada del lago por la península que la limita del resto del lago (Fig.3). Esa bahía, tiene una posición central y están instaladas en ella tres centros de cultivo. La bahía Gaviotas es abierta y está ubicada al extremo oriental del lago (Fig.3). En la bahía Gaviotas no están instalados centros de cultivos de salmonideos. El centro del lago, corresponde a una estación de muestreo representativo del Fetch (línea de paso del viento) del lago y de sus sectores más profundos. Las estaciones de muestreo ubicadas en estos lugares son representativos de la dinámica del lago en cuanto a sus posibilidades de retención de nutrientes. Analizaremos las principales características abióticas y de sus nutrientes durante los doce meses de muestreo. El estudio del plancton se expone en el Capítulo 12.

También se calculó el volumen de cada bahía y del centro del lago (Tabla 94).

Factores físicos.

* **Temperatura:** Se midió la temperatura en un perfil de hasta 90 metros de profundidad. Los perfiles en los tres lugares del lago son los siguientes:

Bahía río Bonito (Fig. 83). La circulación a través de un perfil homogéneo fué registrado en septiembre con 11° C. Agosto presentó un perfil entre 11°C en la superficie y 9.6°C a los 90 m de profundidad. La estratificación se forma en la primavera hasta alcanzar una clara conformación en Febrero, con un epilimnio de 19°C hasta 20 metros de profundidad, y un hipolimnio que se inicia a los 50 metros de profundidad con 11°C. Es interesante que el hipolimnio registrado en Marzo, Abril y Mayo la temperatura fue inferior a 11°C con valores de 10.3°C. Es probable que estas temperaturas estén a mayor profundidad en pleno verano.

Bahía río Gaviotas (Fig.84). La circulación a través de un perfil homogéneo se alcanzó en Agosto a los 11°C, es decir un mes antes que en Bahía río Bonito. En Julio se obtuvo un perfil de 10.3°C

equivalente al hipolimnio de otoño de bahía Gaviotas. La estratificación se formó a partir de Noviembre alcanzando marcadas termoclinas en Enero y Febrero. En Enero el epilimnio alcanzó hasta cerca de 15 metros con 20°C y en Febrero hasta 20 metros de profundidad con 21°C. En ambos meses el hipolimnio se inicia a los 60 metros de profundidad con 11°C.

Centro del Lago (Fig. 85). La circulación a través de un perfil homogéneo se observó en Agosto y Septiembre a los 11°C. En ningún caso se logra valores bajos como en bahía río Gaviotas (10.3°C). La estratificación se alcanza a partir de Enero, manteniéndose hasta Abril. El epilimnio fue más reducido que en las bahías, hasta 10 metros de profundidad y hasta 19.2 , siendo más frío que en bahía río Gaviotas. El hipolimnio se inició desde los 60 metros de profundidad con 12°C en febrero, que baja a 10°C en Marzo y Abril.

El lago presentó un hipolimnio superior a los 10°C, siendo la bahía río Bonito la más fría y la bahía río Gaviotas la más temperada. El lago presentó un definido epilimnio e hipolimnio. Para los efectos de cálculos de nutrientes consideramos el límite del epilimnio a los 30 metros de profundidad, lo que incluye parte del metalimnio.

* **Transparencia** (Tabla 95). La transparencia medida con el disco Secchi no presentó diferencias significativas entre las bahías y el centro del lago. El Centro del lago sólo presentó un pequeño aumento con 16.5 metros con respecto a las bahías con 16.4 en Bonito y 16.1 en Gaviotas. La máxima transparencia se obtuvo en bahía río Bonito con 22 metros de profundidad.

* **Color** (Tabla 96). Los valores de color son bajos en las tres bahías. Entre estos valores bahía Gaviotas tiene el mayor promedio (6.1), seguido de bahía río Bonito (5.78) y el menor en el Centro del lago (5.1). En las dos bahías los mayores valores se registraron en Marzo y Abril,

que corresponde a otoño. En el Centro del lago los mayores valores se registraron en los meses de Junio y Julio.

* **Turbidez** (Tabla 97). La turbiedad que revela material en suspensión registró en los tres lugares en estudios, bajos valores y sin variaciones en todos ellos.

Factores químicos.

* **Conductividad** (Tabla 98). Los valores de conductividad fueron muy bajos, con escasa diferencia entre los lugares y sin variaciones estacionales. Esto revela aguas muy blandas.

* **pH** (Tabla 99). Los valores de pH estuvieron alrededor de la neutralidad, sin presentar diferencias significativas entre las tres estaciones analizadas. No se observó variaciones estacionales.

* **Nitrógeno total** (Tabla 100). Se calculó con los datos obtenidos de Amn^o, Nitrógeno orgánico, Nitrito y Nitrato (Tablas 101 a 107). Los promedios fueron calculados multiplicando los volúmenes de los diferentes estratos por las concentraciones de ellos en cada mes y luego de la suma del volumen total de la bahía y del lago se divide para obtener los valores en $\text{mg} \cdot \text{m}^3$.

Los promedios de las dos bahías y centro del lago fueron muy bajos. El promedio general del lago para el año fué $47.9 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$. En el año las mayores promedios fueron en abril y Mayo. las concentraciones de Nitrato de Nitrógeno orgánico son las que más contribuyen al nitrógeno total del lago.

* **Fósforo total** (Tabla 108). Los promedios fueron calculados de la misma forma que para el Nitrógeno total. Las concentraciones están en el límite de los valores internacionales para lagos oligotróficos (Vollenweider, 1968). El promedio de $10.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$ (ug/l) clasifica al lago Rupanco como Oligo-mesotrófico (Wetzel, 1983).

Bahía río Bonito registró el promedio más alto (12.8 ug/l), presentando un amplio rango en sus promedios mensuales de 4.8 ug/l a 41.6 ug/l . En bahía río Caviotas los promedios mensuales presentaron menos variaciones que en la bahía anterior, en un rango

entre 3.4 a 16.2 ug/l. En el centro del lago se presentó un amplio rango entre 1.5 a 14.5 ug/l.

Se analizaron las concentraciones de Fósforo soluble (Tabla 109).

Tabla 94: Volumen de las bahías del Lago Rupanco.

	R. BONITO	B.GAVIOTA	C. LAGO	TOTAL
<i>Prof.</i>	<i>V (km3)</i>	<i>V (km3)</i>	<i>V (km3)</i>	<i>V (km3)</i>
0-5 m	0.13	0.11	0.90	1.15
5-15 m	0.25	0.22	1.75	2.23
15-30 m	0.35	0.33	2.60	3.28
30-50 m	0.41	0.42	3.33	4.15
50-100 m	0.62	0.95	7.47	9.04
100-103 m	0.04	-----	-----	0.04
100-260 m	-----	1.90	-----	1.90
100-270 m	-----	-----	16.21	16.21
<i>total</i>	1.80	3.93	32.27	38.00

Tabla 96:

Color (unid. Pt-Co) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	2.5	14.0	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	5.0	2.5	2.5	5.0	5.0
5 m	14.0	14.0	5.0									
15 m	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5	7.0	7.0	5.0	5.0	7.0	7.0	5.0
30 m	5.0	5.0	5.0									
50 m	5.0	2.5	5.0	14.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
100 m	29.0	2.5	5.0	2.5	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	5.0	5.0
PROMEDIO:	10.1	7.2	5.0	6.0	4.9	6.0	6.0	5.0	4.4	4.3	5.5	5.0
D.E.:	9.2	4.9	0.0	4.7	1.6	1.0	1.0	0.0	1.1	1.9	0.9	0.0
B. GAVIOTAS												
0 m	14.0	7.0	5.0	7.0	0.0	7.0	5.0	7.0	0.0	7.0	5.0	2.5
5 m	7.0	37.5	5.0	5.0								
15 m	5.0	17.5	7.0	7.0	5.0	2.5	7.0	7.0	7.0	2.5	5.0	5.0
30 m	5.0	7.0	5.0	7.0								
50 m	5.0	5.0	20.0	7.0	2.5	2.5	7.0	5.0	5.0	5.0	14.0	5.0
100 m	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	7.0	5.0	5.0	5.0	7.0	2.5
PROMEDIO:	6.3	13.2	7.8	6.3	3.1	3.6	6.5	6.0	4.3	4.9	7.8	3.8
D.E.:	3.7	11.7	5.5	0.9	2.1	1.9	0.9	1.0	2.6	1.6	3.7	1.3
C. LAGO												
0 m	0.0	14.0	0.0	5.0	2.5	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	2.5	5.0
5 m	2.5	2.5	2.5									
15 m	2.5	7.0	5.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
30 m	2.5	5.0	5.0									
50 m	2.5	5.0	2.5	14.0	7.0	2.5	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0
100 m	0.0	5.0	2.5	7.0	14.0	2.5	2.5	5.0	2.5	2.5	5.0	5.0
PROMEDIO:	1.7	6.4	2.9	8.3	7.6	4.3	5.4	6.0	4.4	4.4	4.4	5.0
D.E.:	1.2	3.6	1.7	3.4	4.1	1.9	1.8	1.0	1.1	1.1	1.1	0.0

Tabla 97:

Turbidez (mg/l) medida en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
5 m	2.5	2.5	2.5									
15 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
30 m	2.5	2.5	2.5									
50 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
100 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
PROMEDIO:	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
D.E.:	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B. GAVIOTAS												
0 m	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5
5 m	2.5	2.5	2.5	2.5								
15 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
30 m	2.5	2.5	2.5	2.5								
50 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
100 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
PROMEDIO:	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5
D.E.:	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
C. LAGO												
0 m	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
5 m	2.5	2.5	2.5									
15 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
30 m	2.5	2.5	2.5									
50 m	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
100 m	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
PROMEDIO:	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
D.E.:	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 98: Conductividad (μSI) medida en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	36.5	46.8	55.5	46.2	43.7	42.0	45.8	46.0	46.0	39.8	44.22	38.9
5 m	38.7	45.1	53.5									
15 m	40.9	47.0	52.9	46.2	42.0	47.5	48.2	40.3	42.0	44.2	47.54	38.9
30 m	45.3	48.7	50.2									
50 m	44.2	47.6	58.2	48.5	45.3	44.2	49.3	44.9	44.8	42	46.44	42.9
100 m	43.7	48.5	48.9	47.4	48.7	46.4	47.0	54.1	50.1	38.7	47.54	40
PROMEDIO:	41.6	47.3	53.2	47.1	44.9	45.1	47.6	46.3	45.7	41.2	46.4	40.2
D.E.:	3.2	1.2	3.1	1.0	2.5	2.1	1.3	5.0	2.9	2.1	1.4	1.6
B. GAVIOTAS												
0 m	41.5	48.5	46.8	54.0	47.5	48.3	54.6	50.6	45.3	50.3	48.09	47.1
5 m	44.2	46.1	46.2	55.8								
15 m	42.6	46.1	46.2	55.2	52.0	49.5	50.6	49.5	44.2	55.3	45.33	47.1
30 m	40.9	33.9	46.8	54.0								
50 m	42.0	27.9	46.2	61.3	53.1	51.8	58.1	46.0	45.9	55.3	45.88	46.6
100 m	40.9	43.6	47.9	57.7	47.5	50.6	50.6	48.9	48.7	55.8	47.54	51.4
PROMEDIO:	42.0	41.0	46.7	56.3	50.0	50.1	53.5	48.8	46.0	54.2	46.7	48.1
D.E.:	1.1	7.5	0.6	2.5	2.6	1.3	3.1	1.7	1.6	2.2	1.1	1.9
C. LAGO												
0 m	38.7	45.1	43.7	45.1	44.8	40.3	47.0	47.2	46.0	46.4	46.44	39.5
5 m	39.8	48.5	43.1									
15 m	38.7	45.7	46.4	45.1	44.2	50.6	48.2	48.3	44.9	42	47.54	39.5
30 m	37.6	45.3	46.4									
50 m	40.9	46.4	44.2	48.5	44.8	49.5	55.2	48.3	43.2	42	49.75	36.1
100 m	41.5	45.3	44.2	50.8	48.7	44.9	45.8	51.8	43.7	43.1	46.44	39.5
PROMEDIO:	39.5	46.1	44.7	47.4	45.6	46.3	49.0	48.9	44.4	43.4	47.5	38.7
DESV. ST:	1.3	1.2	1.3	2.4	1.8	4.1	3.7	1.7	1.1	1.8	1.4	1.5

Tabla 99: pH medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	7.2	7.3	6.7	6.4	6.4	7.3	7.3	6.7	7.6	7.0	7.1	6.8
5 m	7.3	7.1	6.4									
15 m	7.3	7.2	6.5	6.2	6.8	7.0	7.2	6.8	7.5	6.9	7.1	6.9
30 m	7.2	7.1	6.4									
50 m	7.2	6.8	6.4	6.1	6.8	7.1	7.2	7.2	7.3	6.4	6.7	6.3
100 m	6.9	6.7	6.1	6.0	6.4	7.0	7.4	6.5	7.2	6.4	6.6	6.2
PROMEDIO:	7.2	7.0	6.4	6.2	6.6	7.1	7.3	6.8	7.4	6.7	6.9	6.5
D.E.:	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
B. GAVIOTAS												
0 m	7.1	7.3	6.5	6.7	7.1	6.6	6.7	7.5	7.4	7.0	7.1	6.8
5 m	7.2	7.2	6.5	6.6								
15 m	7.2	7.2	6.4	6.6	6.6	6.6	7.1	7.5	7.3	6.8	6.9	6.9
30 m	7.0	7.0	6.4	6.4								
50 m	6.7	7.1	6.4	6.3	6.8	6.5	7.0	7.5	6.7	6.7	6.7	6.4
100 m	6.8	7.0	6.2	6.2	6.6	6.3	6.9	7.5	6.8	6.6	6.8	6.5
PROMEDIO:	7.0	7.1	6.4	6.5	6.8	6.5	6.9	7.5	7.1	6.8	6.9	6.7
D.E.:	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2
C. LAGO												
0 m	7.2	7.0	6.9	6.7	6.6	6.3	7.2	7.0	7.4	6.8	7.3	6.8
5 m	7.3	6.9	7.0									
15 m	7.2	7.0	7.2	6.6	6.9	6.8	7.3	7.3	7.4	6.7	7.1	6.6
30 m	7.3	7.1	7.1									
50 m	6.9	6.8	7.2	6.5	7.0	6.4	7.3	7.0	7.2	6.5	6.6	6.2
100 m	7.0	7.1	7.2	6.2	6.7	6.1	7.3	7.1	7.1	6.4	6.7	6.4
PROMEDIO:	7.2	7.0	7.1	6.5	6.8	6.4	7.3	7.1	7.3	6.6	6.9	6.5
D.E.:	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2

Tabla 100: Nitrógeno total ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	23.0	38.4	186.3	31.5	21.1	37.4	19.9	13.2	14.6	35.4	18	34.6
5 m	48.1	43.2	131.3									
15 m	25.2	44.8	130.1	32.1	23.5	13.2	13.4	10.6	7.9	26.6	14.3	6.5
30 m	32.4	53.6	138.7									
50 m	24.6	75.8	141.0	53.0	29.9	11.3	13.1	7.1	29.9	36.2	11.7	18.5
100 m	76.2	114.2	180.0	40.3	36.9	24.5	19.4	24.3	45.0	23.7	26.5	28.6
PROMEDIO:	38.3	61.7	151.2	39.2	27.8	21.6	16.5	13.8	24.4	30.5	17.6	22.1
D.E.:	19.0	26.4	23.0	8.7	6.2	10.4	3.2	6.4	14.3	5.4	5.6	10.7
B. GAVIOTAS												
0 m	50.0	207.2	91.7	21.5	25.1	11.9	23.8	51.4	19.8	21.8	39.6	21.4
5 m	46.4	200.2	48.2	41.5								
15 m	59.4	181.7	41.5	38.2	19.2	26.8	10.5	16.5	17.7	23.9	45.8	15.2
30 m	47.0	206.1	57.5	25.1								
50 m	57.7	171.3	60.4	29.3	27.9	15.5	11.2	14.4	15.5	26.4	34.3	16.6
100 m	40.9	184.7	60.7	21.3	40.7	27.9	13.7	20.5	20.9	28.2	39.9	13.7
PROMEDIO:	50.2	191.9	60.0	29.5	28.2	20.5	14.8	25.7	18.5	25.1	39.9	16.7
D.E.:	6.5	13.4	15.8	7.9	7.9	7.0	5.3	15.0	2.1	2.4	4.1	2.9
C. LAGO												
0 m	23.0	28.3	268.9	33.9	22.2	13.7	13.7	16.0	21.4	28.4	47.3	13.3
5 m	37.8	44.5	276.0									
15 m	51.0	47.4	243.2	44.9	20.7	22.6	2.4	16.0	10.0	27.9	41.5	13.7
30 m	48.9	35.6	202.8									
50 m	44.2	52.4	113.6	52.9	13.6	17.6	9.1	8.8	50.6	59.0	33.9	10.1
100 m	78.9	86.6	270.1	27.4	27.2	24.1	10.5	22.5	11.1	96.6	14.6	16.7
PROMEDIO:	47.3	49.1	229.1	39.8	20.9	19.5	8.9	15.8	23.3	53.0	34.3	13.5
D.E.:	16.9	18.5	57.3	9.8	4.9	4.1	4.1	4.8	16.4	28.2	12.3	2.3

Tabla 101: Amonio ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	0.0	4.8	6.6	6.6	5.3	5.3	0.0	9.8	0.0	6.1	0	4.6
5 m	0.0	6.6	8.4									
15 m	0.0	0.0	12.1	4.1	5.3	2.8	6.1	0.0	0.0	10.6	0	4.6
30 m	0.0	6.6	6.6									
50 m	0.0	2.9	6.6	0.0	4.1	5.3	6.1	6.1	9.8	4.6	4.6	4.6
100 m	6.6	0.0	6.6	0.0	5.3	4.1	9.8	17.2	0.0	4.6	6.1	4.6
PROMEDIO:	1.1	3.5	7.8	2.7	5.0	4.4	5.5	8.3	2.5	6.5	2.7	4.6
D.E.:	2.5	2.8	2.0	2.8	0.5	1.0	3.5	6.2	4.2	2.5	2.7	0.0
B. GAVIOTAS												
0 m	2.9	8.4	2.9	4.1	5.3	2.8	9.8	6.1	0.0	4.6	4.6	6.1
5 m	6.6	6.6	10.3	6.6								
15 m	4.8	4.8	10.3	5.3	5.3	10.3	6.1	6.1	6.1	4.6	6.1	4.6
30 m	2.9	6.6	10.3	6.6								
50 m	4.8	2.9	12.1	12.8	5.3	4.1	7.9	0.0	7.9	4.6	6.1	4.6
100 m	2.9	6.6	10.3	4.1	6.6	9.1	7.9	0.0	6.1	4.6	4.6	6.1
PROMEDIO:	4.2	6.0	9.4	6.6	5.6	6.6	7.9	3.1	5.0	4.6	5.4	5.4
D.E.:	1.4	1.7	3.0	3.0	0.5	3.2	1.3	3.1	3.0	0.0	0.8	0.8
C. LAGO												
0 m	0.0	6.6	15.8	4.1	5.3	2.8	0.0	7.9	9.8	7.6	0.0	4.6
5 m	4.8	0.0	0.0									
15 m	4.8	6.6	4.8	4.1	4.1	4.1	6.1	0.0	6.1	4.6	0.0	6.1
30 m	4.8	2.9	19.5									
50 m	15.8	0.0	15.8	4.1	5.3	2.8	9.8	9.8	6.1	6.1	0.0	6.1
100 m	6.6	0.0	0.0	0.0	5.3	6.6	6.1	6.1	7.9	9.1	0.0	6.1
PROMEDIO:	6.1	2.7	9.3	3.1	5.0	4.1	5.5	6.0	7.5	6.9	0.0	5.7
D.E.:	4.8	3.0	8.0	1.8	0.5	1.6	3.5	3.7	1.5	1.7	0.0	0.6

Tabla 102: Nitrógeno orgánico ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	4.4	14.2	32.0	38.3	16.8	31.1	10.7	18.4	5.5	32.5	17.7	22.6
5 m	19.0	14.2	14.2									
15 m	15.4	12.5	19.6	52.6	19.2	9.6	8.1	8.1	5.5	32.5	20.1	7.8
30 m	19.0	17.8	23.1									
50 m	8.0	10.7	12.5	19.2	19.2	14.4	13.3	10.7	28.8	34.9	15.2	7.8
100 m	11.7	14.2	19.6	19.2	16.8	16.8	15.8	31.3	39.1	10.3	15.2	7.8
PROMEDIO:	12.9	13.9	20.2	32.3	18.0	18.0	12.0	17.1	19.7	27.6	17.1	11.5
D.E.:	5.5	2.1	6.4	14.1	1.2	8.0	2.9	9.0	14.7	10.0	2.0	6.4
B. GAVIOTAS												
0 m	30.0	23.1	10.7	9.6	23.9	7.2	15.8	57.2	10.7	25.1	37.4	25.1
5 m	30.0	10.7	35.6	16.8								
15 m	44.6	16.0	16.0	23.9	19.2	26.3	10.7	15.8	15.8	15.2	47.3	15.2
30 m	30.0	7.1	16.0	26.3								
50 m	30.0	7.1	17.8	21.5	21.5	12.0	13.3	13.3	13.3	15.2	32.5	17.7
100 m	8.1	7.1	16.0	19.2	26.3	26.3	15.8	15.8	8.1	12.7	34.9	15.2
PROMEDIO:	28.8	11.9	18.7	19.6	22.7	18.0	13.9	25.5	12.0	17.1	38.0	18.3
D.E.:	10.7	6.0	7.9	5.4	2.7	8.5	2.1	18.3	2.9	4.8	5.6	4.1
C. LAGO												
0 m	22.7	8.9	105.0	38.3	16.8	4.8	13.3	23.6	28.8	32.5	44.8	10.3
5 m	22.7	8.9	96.1									
15 m	22.7	8.9	74.7	28.7	12.0	9.6	8.1	15.8	8.1	30.0	34.9	15.2
30 m	33.6	12.5	202.8									
50 m	33.6	7.1	106.8	33.5	14.4	9.6	18.4	18.4	52.0	57.2	32.5	12.7
100 m	59.3	12.5	71.2	35.9	14.4	16.8	10.7	26.2	13.3	96.7	7.8	12.7
PROMEDIO:	32.4	9.8	109.4	34.1	14.4	10.2	12.6	21.0	25.6	54.1	30.0	12.7
D.E.:	13.0	2.0	44.0	3.5	1.7	4.3	3.8	4.1	17.1	26.8	13.6	1.7

Tabla 103:

Nitrógeno de Amoniaco ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	0.0	3.7	5.1	5.1	4.1	4.1	0.0	7.6	0.0	4.7	0.0	3.6
5 m	0.0	5.1	6.5									
15 m	0.0	0.0	9.4	3.2	4.1	2.2	4.7	0.0	0.0	8.2	0.0	3.6
30 m	0.0	5.1	5.1									
50 m	0.0	2.3	5.1	0.0	3.2	4.1	4.7	4.7	7.6	3.6	3.6	3.6
100 m	5.1	0.0	5.1	0.0	4.1	3.2	7.6	13.3	0.0	3.6	4.7	3.6
PROMEDIO:	0.9	2.7	6.1	2.1	3.9	3.4	4.3	6.4	1.9	5.0	2.1	3.6
D.E.:	1.9	2.1	1.6	2.2	0.4	0.8	2.7	4.8	3.3	1.9	2.1	0.0
B. GAVIOTAS												
0 m	2.3	6.5	2.3	3.2	4.1	2.2	7.6	4.7	0.0	3.6	3.6	4.7
5 m	5.1	5.1	8.0	5.1								
15 m	3.7	3.7	8.0	4.1	4.1	8.0	4.7	4.7	4.7	3.6	4.7	3.6
30 m	2.3	5.1	8.0	5.1								
50 m	3.7	2.3	9.4	9.9	4.1	3.2	6.1	0.0	6.1	0.0	4.7	3.6
100 m	2.3	5.1	8.0	3.2	5.1	7.0	6.1	0.0	4.7	4.6	3.6	4.7
PROMEDIO:	3.2	4.6	7.3	5.1	4.4	5.1	6.1	2.4	3.9	3.0	4.2	4.2
D.E.:	1.0	1.3	2.3	2.3	0.4	2.5	1.0	2.4	2.3	1.8	0.6	0.6
C. LAGO												
0 m	0.0	5.1	12.2	3.2	4.1	2.2	0.0	6.1	7.6	5.9	0.0	3.6
5 m	3.7	0.0	0.0									
15 m	3.7	5.1	3.7	3.2	3.2	3.2	4.7	0.0	4.7	3.6	0.0	4.7
30 m	3.7	2.3	15.1									
50 m	12.3	0.0	12.2	3.2	4.1	2.2	7.6	7.6	4.7	4.7	0.0	4.7
100 m	5.1	0.0	0.0	0.0	4.1	5.1	4.7	4.7	6.1	7.0	0.0	4.7
PROMEDIO:	4.8	2.1	7.2	2.4	3.9	3.2	4.3	4.6	5.8	5.3	0.0	4.4
D.E.:	3.7	2.3	6.2	1.4	0.4	1.2	2.7	2.8	1.2	1.3	0.0	0.5

Tabla 104: Nitrato ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	85.9	128.6	710.8	36.9	41.5	51.3	38.8	19.5	38.8	38.8	0.0	72.7
5 m	142.6	157.0	554.6									
15 m	43.4	171.2	542.2	41.5	41.5	27.8	48.5	9.8	9.8	19.4	0.0	14.5
30 m	57.6	185.4	540.4									
50 m	71.8	299.0	597.2	83.5	64.8	9.0	24.3	9.8	48.5	24.2	4.9	67.9
100 m	313.2	441.0	739.2	97.4	111.4	51.3	58.2	43.7	24.3	77.6	48.5	111.5
PROMEDI	119.1	230.4	614.1	64.8	64.8	34.9	42.5	20.7	30.4	40.0	13.4	66.7
D.E.:	92.3	108.3	81.1	26.1	28.5	17.7	12.5	13.9	14.7	22.9	20.4	34.5
B.GAVIOTAS												
0 m	100.1	852.8	370.0	46.2	27.6	32.5	77.6	0.0	38.8	4.9	29.1	9.7
5 m	100.1	867.0	100.2	64.8								
15 m	86.4	753.4	157.0	46.2	22.9	46.6	24.3	29.1	34.0	58.2	19.4	19.4
30 m	86.4	909.6	228.0	50.8								
50 m	142.6	739.2	242.2	102.1	50.8	32.5	24.3	4.9	43.7	48.5	33.9	14.5
100 m	156.8	810.2	242.2	116.1	92.8	46.6	24.3	19.5	82.4	87.3	38.8	19.4
PROMEDI	112.1	822.0	223.3	71.0	48.5	39.6	37.6	13.4	49.7	49.7	30.3	15.8
D.E.:	27.5	61.0	83.5	27.9	27.7	7.1	23.1	11.6	19.2	29.6	7.2	4.0
C. LAGO												
0 m	85.9	114.0	796.0	46.2	46.2	51.3	19.5	4.9	9.8	14.5	9.7	33.9
5 m	171.0	157.0	176.0									
15 m	85.9	199.6	767.6	78.8	55.5	74.8	4.9	9.8	34.0	9.7	29.1	19.4
30 m	114.3	114.4	86.0									
50 m	114.3	199.6	100.2	46.2	18.2	46.6	24.3	9.8	19.5	33.9	4.9	14.5
100 m		327.4	881.2	74.1	78.8	60.7	48.5	14.6	24.3	38.8	29.1	43.6
PROMEDI	114.3	185.3	467.8	61.3	49.7	58.4	24.3	9.8	21.9	24.2	18.2	27.9
D.E.:	31.1	72.5	349.9	15.2	21.7	10.8	15.7	3.4	8.7	12.4	11.0	11.6

Tabla 105: Nitrógeno de Nitrato ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	19.4	29.0	160.4	8.3	9.4	11.5	8.8	4.4	8.8	8.8	0	16.4
5 m	32.2	35.4	125.2									
15 m	9.8	38.7	122.4	9.4	9.4	6.2	10.9	2.2	2.2	4.4	0	3.3
30 m	13.0	41.9	122.4									
50 m	16.2	67.5	134.8	18.8	14.6	2.0	5.5	2.2	10.9	5.5	1.1	15.3
100 m	70.7	99.6	166.9	22.0	25.1	11.5	13.1	9.9	5.5	17.5	10.9	25.2
PROMEDIO:	26.9	52.0	138.7	14.6	14.6	7.8	9.6	4.7	6.9	9.1	3.0	15.1
D.E.:	20.8	24.5	18.2	5.9	6.4	4.0	2.8	3.1	3.3	5.1	4.6	7.8
B. GAVIOTAS												
0 m	22.6	192.5	23.5	10.4	6.2	7.3	17.5	0.0	8.8	1.1	6.6	2.2
5 m	22.6	195.7	22.6	14.6								
15 m	19.5	170.1	35.4	10.4	5.2	10.4	5.5	6.6	7.7	13.1	4.4	4.4
30 m	19.5	205.3	51.5	11.5								
50 m	32.2	166.9	54.7	23.0	11.5	7.3	5.5	1.1	9.9	10.9	7.7	3.3
100 m	35.4	182.9	54.7	26.2	20.9	10.4	5.5	4.4	18.6	19.7	8.8	4.4
PROMEDIO:	25.3	185.6	40.4	16.0	11.0	8.9	8.5	3.0	11.3	11.2	6.9	3.6
D.E.:	6.2	13.8	13.9	6.3	6.2	1.6	5.2	2.6	4.3	6.7	1.6	0.9
C. LAGO												
0 m	0.0	25.8	179.7	10.4	10.4	11.5	4.4	1.1	2.2	3.3	2.2	7.7
5 m	19.4	35.4	179.7									
15 m	32.6	45.1	173.3	17.8	12.5	16.7	1.1	2.2	7.7	2.2	6.6	4.4
30 m	19.4	25.8	19.4									
50 m	25.8	45.1	22.6	10.4	4.1	10.4	5.5	2.2	4.4	7.7	1.1	3.3
100 m	25.8	73.9	198.9	16.7	17.8	13.6	10.9	3.3	5.5	8.8	6.6	9.8
PROMEDIO:	20.5	41.9	128.9	13.8	11.2	13.1	5.5	2.2	5.0	5.5	4.1	6.3
D.E.:	10.2	16.4	76.7	3.4	4.9	2.4	3.5	0.8	2.0	2.8	2.5	2.6

Tabla 106: Nitrógeno de Nitrito ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
5 m	0.5	0.2	0.3									
15 m	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0
30 m	0.4	0.5	0.2									
50 m	0.4	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0
100 m	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.2
PROMEDIO:	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1
D.E.:	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1
B. GAVIOTAS												
0 m	0.3	0.0	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
5 m	0.4	0.4	0.3	0.2								
15 m	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
30 m	0.4	0.2	0.2	0.2								
50 m	0.3	0.3	0.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2
100 m	0.3	1.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2
PROMEDIO:	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
D.E.:	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
C. LAGO												
0 m	0.3	0.2	0.0	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.0
5 m	0.5	0.2	0.0									
15 m	0.5	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.0	0.2
30 m	0.7	0.2	0.0									
50 m	0.6	0.2	0.0	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2
100 m	0.4	0.2	0.0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
PROMEDIO:	0.5	0.2	0.0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
DESV. ST:	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1

Tabla 107:

Nitrito ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	0.0	0.0	1.3	0.8	0.7	0.6	1.2	0.7	0.9	0.8	1.1	0.7
5 m	1.5	0.6	1.0									
15 m	0.0	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	1.6	0.9	0.7	0.9	0.9	0.0
30 m	1.3	1.5	0.6									
50 m	1.2	1.5	1.2	0.8	0.7	0.6	1.3	0.9	0.0	1.3	0.0	0.0
100 m	1.2	1.2	0.6	1.1	0.9	1.1	1.0	1.0	1.2	1.8	1.2	0.7
PROMEDI	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	1.3	0.9	0.7	1.2	0.8	0.4
D.E.:	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.4	0.5	0.4
B. GAVIOTAS												
0 m	1.1	0.0	1.4	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	1	0.8	0.7	0.8
5 m	1.3	1.4	1.0	0.7								
15 m	1.1	1.4	1.0	0.7	0.6	1.1	1.2	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7
30 m	1.4	0.8	0.8	0.8								
50 m	1.1	0.9	0.0	0.9	0.6	1.1	1.0	0.0	0.7	0.9	0.7	0.7
100 m	1.1	4.4	1.0	0.8	0.0	0.7	0.9	0.9	1	1.3	0.8	0.6
PROMEDI	1.2	1.5	0.9	0.8	0.5	0.9	1.0	0.7	0.9	0.9	0.7	0.7
D.E.:	0.1	1.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.0	0.1
C. LAGO												
0 m	1.1	0.7	0.0	0.9	1.0	0.5	1.3	1.0	0.7	0.7	0.9	0.0
5 m	1.6	0.7	0.0									
15 m	1.5	0.0	0.0	0.8	0.9	1	1.3	0.7	1.0	1.1	1.0	0.7
30 m	2.2	0.6	0.0									
50 m	2.1	0.7	0.0	0.9	1.2	1.3	1.6	0.7	0.9	0.8	1.2	0.7
100 m	1.3	0.8	0.0	1.1	1.1	0.9	1.2	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
PROMEDI	1.6	0.6	0.0	0.9	1.1	0.9	1.4	0.8	0.8	0.8	1.0	0.5
D.E.:	0.4	0.3	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3

Tabla 108: Fósforo total ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	3.3	4.6	3.0	14.1	13.4	12.2	14.7	10.5	13.4	12.2	9.3	9.3
5 m	2.9	5.4	7.9									
15 m	5.9	9.0	2.9	11.9	13.9	12.0	75.2	9.9	9.9	12.6	9.9	7.8
30 m	4.1	11.0	4.2									
50 m	5.7	18.2	5.5	13.2	15.4	11.2	15.0	10.2	10.5	11.9	7.9	12.9
100 m	6.9	9.2	3.1	13.4	12.5	12.5	75.2	9.9	10.6	11.7	9.9	7.9
PROMEDIO:	4.8	9.6	4.4	13.2	13.8	12.0	45.0	10.1	11.1	12.1	9.3	9.5
D.E.:	1.5	4.5	1.8	0.8	1.1	0.5	30.2	0.2	1.4	0.3	0.8	2.1
B. GAVIOTAS												
0 m	11.3	1.8	3.8	13.0	15.0	12.2	9.9	11.6	8.9	8.9	9.3	8.5
5 m	8.1	5.0	3.5	12.9								
15 m	25.0	2.8	3.6	26.5	15.5	12.0	10.4	11.1	9.1	12.3	9.2	10.2
30 m	15.8	7.8	4.0	14.0								
50 m	14.0	2.8	4.0	12.7	15.4	12.5	10.9	10.6	10.6	21.1	7.4	9.8
100 m	10.9	2.8	3.0	17.3	17.1	12.7	9.8	10.5	10.8	8.5	7.5	7.6
PROMEDIO:	14.2	3.8	3.7	16.1	15.7	12.4	10.3	11.0	9.9	12.7	8.4	9.0
D.E.:	5.4	2.0	0.3	4.9	0.8	0.3	0.4	0.4	0.9	5.1	0.9	1.0
C. LAGO												
0 m	5.9	5.4	1.6	13.0	12.9	12.7	93.3	10.4	10.9	12.3	10.5	9.3
5 m	7.9	5.8	1.3									
15 m	4.7	6.0	1.4	13.0	12.5	13.4	11.4	10.8	9.9	12.2	10.5	8.9
30 m	5.3	8.6	3.4									
50 m	14.2	10.4	1.0	12.7	12.3	14.4	20.9	9.2	10.1	12	8.5	8.6
100 m	4.9	4.8	1.4	16.1	14.1	12.9	14.1	9.8	9.4	11.7	8.1	8.3
PROMEDIO:	7.2	6.8	1.7	13.7	13.0	13.4	34.9	10.1	10.1	12.1	9.4	8.8
D.E.:	3.3	2.0	0.8	1.4	0.7	0.7	33.9	0.6	0.5	0.2	1.1	0.4

Tabla 109: Fósforo soluble ($\mu\text{g/l}$) medido en las bahías y centro del Lago Rupanco.

	M.94	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E.95	F
R. BONITO												
0 m	1.4	0.6	1.6	0.8	1.1	4.8	6.2	1.0	0.7	2.8	3.0	2.6
5 m	1.2	0.5	4.0									
15 m	1.3	0.7	1.6	0.7	1.0	4.2	8.2	0.9	0.9	3.6	2.8	2.0
30 m	1.5	0.7	1.9									
50 m	2.0	0.7	2.7	1.0	1.0	3.8	6.0	0.5	0.7	2.4	2.6	2.4
100 m	1.2	0.0	1.6	1.4	1.5	5.2	8.4	0.5	0.9	2.8	3.0	2.6
PROMEDI	1.4	0.5	2.2	1.0	1.2	4.5	7.2	0.7	0.8	2.9	2.9	2.4
D.E.:	0.3	0.2	0.9	0.3	0.2	0.5	1.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2
B. GAVIOTAS												
0 m	1.4	0.0	1.0	1.4	2.0	5.0	1.3	0.3	1.1	3.8	3.2	2.6
5 m	1.6	0.0	1.0	1.3								
15 m	7.6	0.0	0.8	1.3	2.5	4.8	0.9	0.3	1.3	7.0	2.8	2.0
30 m	1.6	0.0	1.5	1.4								
50 m	1.5	0.0	1.0	1.8	2.2	5.0	1.3	0.3	1.5	15.5	2.4	2.2
100 m	1.6	0.6	1.1	1.6	3.6	6.0	0.9	0.3	1.5	3.0	2.2	2.4
PROMEDI	2.6	0.1	1.1	1.5	2.6	5.2	1.1	0.3	1.4	7.3	2.7	2.3
D.E.:	2.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.5	0.2	0.0	0.2	5.0	0.4	0.2
C. LAGO												
0 m	0.7	0.0	0.6	0.5	1.2	6.8	6.8	1.3	0.7	2.4	2.8	3.8
5 m	0.7	0.6	0.7									
15 m	1.1	0.0	0.8	0.6	1.4	7.6	6.4	1.1	0.7	2.8	3.0	3.2
30 m	0.7	1.0	0.6									
50 m	4.8	0.7	0.7	0.7	1.3	8.2	6.6	0.9	0.5	3.2	2.8	3.4
100 m	1.2	0.6	0.6	1.2	2.0	7.2	6.8	1.5	0.5	2.8	3.0	3.0
PROMEDI	1.5	0.5	0.7	0.8	1.5	7.5	6.7	1.2	0.6	2.8	2.9	3.4
D.E.:	1.5	0.4	0.1	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3

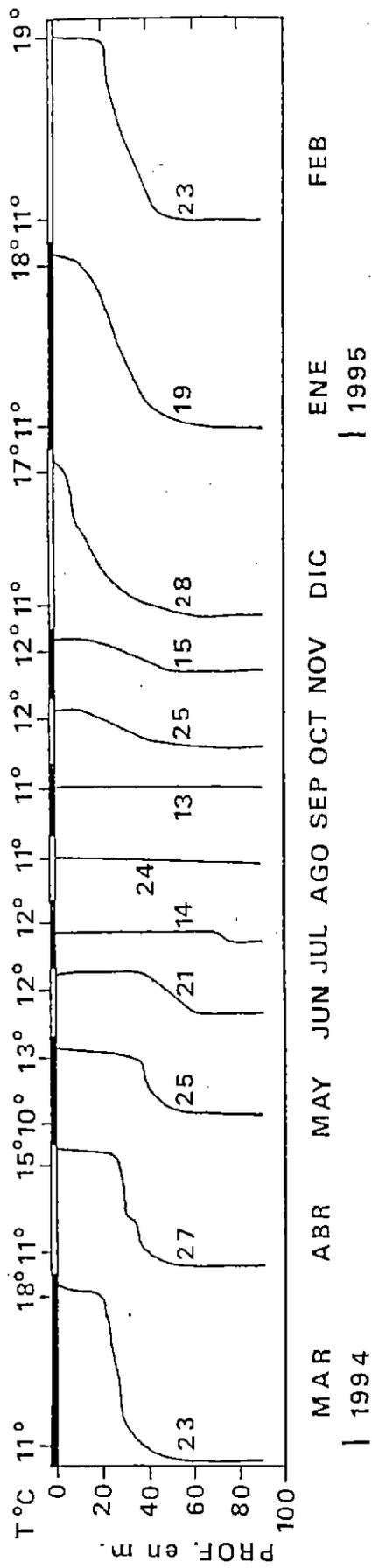


Figura 83: Perfil de temperatura de la bahía Río Bonito. Lago Rupanco.-

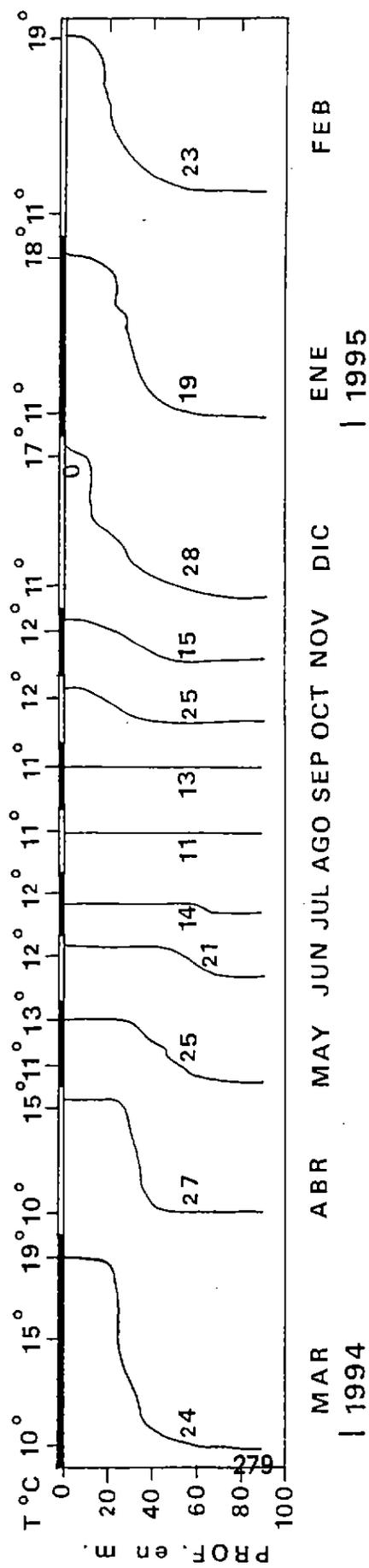


Figura 85: Perfil de temperatura del centro del lago Rupanco.-

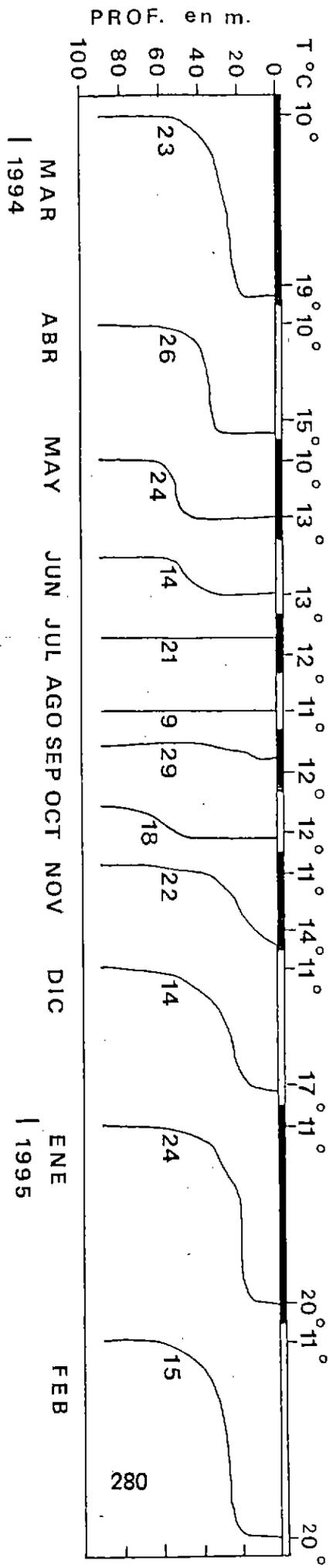


Figura 84: Perfil de temperatura de la bahía Río Gaviotas. Lago Rupanco.-

COMPOSICION PLANCTONICA DEL LAGO RUPANCO

*** FITOPLANCTON**

De acuerdo a la propuesta técnica correspondía efectuar en el lago Rupanco, un estudio de la comunidad fitoplanctónica durante tres meses seguidos, que correspondieron a los meses de marzo, abril y mayo de 1994, en las tres estaciones seleccionadas, a saber, estación en el sector de bahía Bonito, estación en el Centro del lago, y en la estación ubicada en el área de bahía Gaviotas.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en el estudio de estos tres meses, se consideró importante por el grupo de investigación, ampliar el tiempo de este estudio, para permitir una comparación estacional interanual (verano-otoño 1994 y verano 1994-1995) para una mejor aproximación al diagnóstico previamente obtenido sobre la tendencia en la evolución trófica del lago en base al comportamiento de la comunidad fitoplanctónica. En razón de lo anterior se estudiaron cinco meses adicionales, junio, noviembre, y diciembre 1994 y enero-febrero 1995.

Los objetivos planteados en relación a la comunidad fitoplanctónica en el lago Rupanco fueron:

- Comparar en función del tiempo la estructura de la comunidad fitoplanctónica del lago entre los períodos de muestreos de 1980-81 y 1994-95.
- Comparar en términos de espacio la estructura de la comunidad fitoplanctónica entre las tres estaciones seleccionadas del lago.
- Establecer la existencia de alguna tendencia en la evolución trófica del lago en base a los análisis anteriormente indicados.

Metodología

En las tres estaciones de muestreo y en los períodos anteriormente indicados se procedió a tomar muestras cualitativas (en forma simultánea a la toma de muestras de agua para análisis físico y químicos) con una red de plancton de 35 μm de trama y muestreos cuantitativos a diversas profundidades, previamente definidas en base al comportamiento de la columna de agua. El muestreo cuantitativo se efectuó utilizando una botella Ruttner, de donde se extrajo una alícuota de aprox. 150 ml y posteriormente fijada con Lugol. Las muestras fueron contadas con un microscopio invertido Zeiss y utilizando camaras de sedimentación de 1 a 25 ml de capacidad. La obtención de los biovolúmenes para obtener los valores de biomasa se hizo siguiendo el método de Utermohl 1958 y Javornicky 1958. Un mayor detalle sobre la metodología, vease Campos et al. 1992.

La determinación taxonómica de las especies y taxas inferiores se basó en la bibliografía especializada y que corresponde básicamente a Parra et al. 1982-1983, más la comparación con material previamente clasificados en trabajos anteriores realizados por el laboratorio de plancton del Centro Eula-Chile de la Universidad de Concepción.

A continuación se describen los resultados obtenidos del estudio de las muestras, los cuales se analizan en función a la composición específica, densidad celular o abundancia de especies, biomasa, concentración de clorofila, y especies indicadoras de trofía; y en base a una comparación de los estudios efectuados por el grupo de investigación en los años 1980 y 1981.

Composición específica.

En la tabla 110 se presenta la composición específica de la comunidad fitoplanctónica del lago Rupanco en los dos períodos muestreados, verano-otoño y verano de 1994 y 1995. De la tabla se infiere que la mayor riqueza de especies corresponde a las diatomeas, seguida por las algas verdes o clorofíceas. El total de taxa identificados son 99, de los cuales son: 47

de diatomeas, 4 de criptofíceas, 2 crisofíceas, 5 cianofíceas, 3 dinofíceas, 1 xantofíceas y 36 clorofíceas.

En la tabla 111 se presenta la composición específica resumida por grupo taxonómico. De estas especies son destacables en el sistema de lagos araucanos, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira italica*, *Melosira distans*, *Asterionella formosa*, *Hannea arcus*, *Rhizosolenia eriensis*, *Synedra ulna*, *Synedra rumpens*, *Melosira distans*, *Dinobryon divergens*, *Cryptomonas spp.*, *Rhodomonas lacustris*, *Anabaena aff. constricta*, *Peridinium inconspicuum*, *Tribonema elongatum*, *Eudorina elegans*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Kirchneriella lunaris*, *Paulschulzia pseudovolvox*, *Staurodesmus spp.* y *Staurastrum spp.*

En cuanto a la composición específica lo más relevante encontrado, corresponde a la especie *Ceratium hirundinella*, una especie de dinoflagelado introducida en los ecosistema acuáticos continentales chilenos por la salmonicultura (Parra, 1991). Esta especie fue detectada por primera vez en muestras del lago Llanquihue.

Densidad celular y abundancia específica.

En la tabla 112, se presentan aquellas especies que contribuyen con las mayores densidades celulares, en los períodos estudiados destacan las siguientes: *Aulacoseira granulata*, *Asterionella formosa*, *Rhizosolenia eriensis*, *Synedra rumpens*, *Eudorina elegans*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Kirchneriella lunaris*, *Dinobryon divergens*, *Peridinium inconspicuum*, *Anabaena aff. constricta*, y *Staurastrum spp.*

La densidad total de fitoplancton varió desde 82.273 cel./l en el mes de junio de 1995, en la estación Gaviotas, a 674.454 cel./l en la misma estación en el mes de marzo de 1994 . El mes de junio fue el que presentó en todas las estaciones del lago, la menor densidad celular. En cuanto al comportamiento de la biomasa mostró la misma tendencia que la densidad celular.

Al igual que la composición específica no se observaron diferencias relevantes en las

tres estaciones del lago en cuanto a la distribución de la densidad celular y la biomasa de las especies.

De los meses estudiados, en cuanto a la densidad celular y biomasa los meses que presentaron los máximos valores correspondieron a Marzo y Abril de 1994, es decir a fines de la estación de verano.

En la tabla 113 y 114 se muestran los valores promedios de densidad celular y biomasa por estación y por meses estudiados.

Del análisis de las de las abundancias relativas se infiere en general que:

- Las especies dominantes son similares en las tres estaciones (Bonito, Centro y Gaviotas).
- La dominancia tiende a mantenerse en las diversas profundidades de la columna de agua.
- Hay un cambio de dominancia estacional (verano-otoño a verano).

En cuanto a la dominancia estacional se observa que hacia el verano, abundan *Dinobryon divergens* y clorofíceas, como algunas clorococcales (*Dictyosphaerium* y *Kirchneriella*) y algunas desmidiáceas de los géneros *Staurastrum* y *Stauroidesmus*, reemplazando así las abundancias de las diatomeas y dinoflagelados del período de verano-otoño de 1994.

* **Concentración de clorofila a.**

Las concentraciones de clorofila **a**, en el periodo muestreado osciló entre 0.71 mg/m³ y 3.85 mg/m³. Sin embargo hay que destacar que si comparamos los valores de la concentración de la clorofila **a**, en los tres meses de verano-otoño 1994 y los de verano 1994-1995, observamos que en general las concentraciones de clorofila son en la mayoría de las estaciones superiores en el periodo verano-otoño de 1994 que en verano de 1995. Por otra parte, se observa que los máximos valores correspondieron al mes de agosto del 1994.

Siendo este comportamiento similar en las tres estaciones del lago.

En la tabla 115 se presentan los valores de concentración de clorofila *a* durante todo el período de estudio.

Especies indicadoras de trofía.

Al hacer un análisis de las especies que componen la comunidad fitoplanctónica del lago Rupanco, se observa que ésta en general mantiene el patrón descrito para el sistema de lagos Araucanos . Es decir, una comunidad dominada por especies de diatomeas, particularmente especies de los géneros *Aulacoseira*, *Melosira*, *Rhizosolenia*, *Synedra* y con la típica presencia de representantes conspicuos de dinoflagelados y crisofíceas, como especies de *Peridinium* y *Dinobryon*, de la xantofíceca *Tribonema elongatum* y además del grupo de las clorofíceas de los géneros *Paulschulzia*, *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella* y desmidiáceas de los géneros *Staurastrum* y *Stauroidesmus*. En base a este cuadro de especies el lago contiene una típica comunidad algal de aguas oligotróficas.

Sin embargo , este cuadro anterior es alterado por la presencia de una población del dinoflagelado *Ceratium hirundinella*, especie del grupo de las dinophyceae, que no había sido detectada en el estudio que se había efectuado anteriormente en el lago, y que como se ha indicado (Parra 1991), es una especie que solo era conocida en aguas del hemisferio norte, y que abunda principalmente en aguas mesotróficas.

Análisis comparativo con el estudio de los años 1980-1981.

En la tabla 116 se presenta la composición específica en ambos períodos de estudio (1980-81 y 1994-1995); en la tabla 117 se presenta el resumen de la composición específica por grupo taxonómico. Del análisis de ambas tablas se constata una diferencia de 17 especies entre ambos períodos de muestreo, lo que a nuestro juicio no tiene una significación importante, ya que esta diferencia puede ser reflejo de la mayor cantidad de

estaciones, por lo tanto de muestras estudiadas en el segundo período. Sin embargo lo relevante al hacer la comparación es que existen diferencias en la composición específica entre los dos periodos. Las especies que se comparten en ambos periodos son sólo 37, lo que estaría indicando una variación sustancial. El grupo que sufre el mayor cambio son las clorofíceas, tanto en número como en especies. Las diatomeas, aún cuando mantienen el número de especies, la composición del grupo sufre una ligera variación.

Un cambio significativo de destacar es la variación en las dominancias de los períodos. Las especies dominantes en el período de 1980-81 eran fundamentalmente *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria spp.*, *Melosira distans*, *Asterionella formosa* y *Tetraedron minimum*, en cambio en el período 1994-95, las especies dominantes fueron *Rhizosolenia eriensis*, *Melosira granulata*, *Synedra rumpens*, *Dinobryon divergens*, *Peridinium inconspicuum*, *Ceratium hirundinella* y *Kirchneriella lunaris*.

Como se indicó anteriormente, debe destacarse la presencia de *Ceratium hirundinella* en el segundo periodo estudiado, la cual estaría indicando que se estarían dando condiciones que favorecerían poco a poco aquellas especies de tendencias mesotróficas, como lo estaría también demostrando el incremento de las clorofíceas del grupo clorococcales.

En cuanto a la densidad fitoplanctónica, en el primer período éste varió desde un mínimo de 130.854 cel/l a 217.000 cel/l, en cambio en el periodo 1994-95 el rango fue desde 64.370 a 539.970 cel/l. Es decir el máximo mas que se duplicó, y aumentó la diferencia entre el mínimo y el máximo de las abundancias fitoplanctónicas. Esta misma tendencia se observa en relación a la biomasa.

En relación a la concentración de clorofila *a*, se observa una mayor variación entre ambos períodos. En 1980-81 el rango fue entre 0.05-0.16 mg. m³, en cambio en el período 1994-95 fue de 0.14 a 4.96, es decir un aumento significativo.

En la tabla 118 se presenta un cuadro comparativo de algunos parámetros relevantes,

tanto abióticos como bióticos, asociados al comportamiento de la comunidad fitoplanctónica, que podrían indicar una cierta tendencia del lago a un incremento de su nivel trófico. En todo caso debe indicarse que la mayoría de ellos se ubican en el rango de la oligotrofia, a veces con una ligera inclinación hacia los primeros niveles de la mesotrofia.

Conclusiones

De la información obtenida de la comunidad fitoplanctónica del lago Rupanco en el periodo comprendido entre Marzo de 1994 a Febrero de 1995 y su comparación con el periodo de octubre 1980 a noviembre 1981, se puede concluir lo siguiente:

- Las variaciones de la composición específica, el cambio en las dominancias; el incremento de la densidad celular y de los valores de la concentración de la clorofila **a**, estarían indicando un leve incremento de la trofia del cuerpo de agua en el período comprendido entre ambos estudios.
- De la comparación de los parámetros anteriormente mencionados entre las tres estaciones estudiadas (Bonito, Centro y Gaviotas) no indican claramente un efecto local de la influencia de la salmonicultura en la estructura y distribución espacial del fitoplancton.
- La presencia de *Ceratium hirundinella*, como los cambios en la composición específica de la comunidad fitoplanctónica del lago Rupanco, comprueba la invasión de esta especie en el sistema de lagos Araucanos, lo que asociado al aumento de la densidad celular, la biomasa y la concentración de clorofila **a**, lo cual podría representar un indicio del incremento del nivel trófico de este sistema.

*** ZOOPLANCTON DEL LAGO RUPANCO EN UNA COMPARACIÓN ENTRE SITIOS CON BALSAS-SIN BALSAS Y COMPARACIÓN HISTÓRICA.**

El zooplancton se ha muestreado en forma estacional en el lago Rupanco en los sitios sin balsa, en los meses de junio, agosto y diciembre, correspondiendo a un ciclo de circulación a estagnación (formación de termoclina en el Lago).

En los sitios de balsas y controles de los mismos se muestreó al mismo tiempo que se tomaron muestras de sedimento en el lago, el 18, 19 de octubre, 15 de diciembre y 29 de diciembre de 1994.

Estos muestreos están destinados principalmente a determinar diferencias entre lugares y a identificar cambios temporales en el largo plazo.

Los análisis se hicieron en base al muestreo de una columna de agua de 25 a 30 mts de profundidad en cada lugar.

Composición del zooplancton

Los resultados del análisis del zooplancton se muestran en las Tablas 119, 120, 121 y 122, las cuales resumen los análisis del zooplancton en bahías sin balsas y con balsas respectivamente.

Tanto en las bahías con balsas como en el Centro del lago, en Bahía Bonito y en Gaviota se evidencia la presencia de un zooplancton típico de los Lagos Araucanos con una alta dominancia del cladocero *Eubosmina chilensis* en invierno y con mayor abundancia de rotíferos en primavera (Tablas 119 a 121). Todas las especies encontradas habían ya sido detectadas en el Lago en 1981 (Campos et al 1992) y previamente por Thomasson (1963) quien describió muchas de las que se encuentran actualmente. Por ejemplo la presencia permanente aunque en bajas densidades de *Boeckella gracillipes* es uno de los elementos indicadores de gran resiliencia de la comunidad planctónica de Rupanco.

Solo llama la atención la casi ausencia de *Mesocyclops longisetus*, especie muy común durante los muestreos de 1981. A la vez se ha detectado durante los muestreos actuales la presencia de *Ploesoma sp*, rotífero predador que presenta alta permanencia en nuestras muestras.

No es posible encontrar una explicación específica para este aparente reemplazo de un predador invertebrado por otro más pequeño ya que el hecho no se correlaciona con localidad o con presencia de balsas jaulas.

Las densidades del zooplancton son bajas y no se muestran cambios cuantitativos significativos en relación a los muestreos de 1981.

Particularmente no se observaron diferencias (cualitativas o cuantitativas) significativas o consistentes entre sitios con balsas y sitios control en ninguno de los muestreos lo cual demuestra que el zooplancton no sería un buen indicador ecológico del impacto ambiental de las balsas jaulas lo cual no es sorprendente puesto que aparentemente no se produce un pulso claramente medible de nutrientes en la columna de agua junto a las balsas y tampoco se observan cambios temporales o espaciales notables del fitoplancton (ver otras secciones de este informe).

Tabla 110. Composición específica del fitoplancton del lago Rupanco 1994-1995.

BACILLARIOPHYCEAE

Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen
Aulacoseira italica (Ehr.) Simonsen
Achnanthes sp.
Asterionella formosa Hassal
Caloneis sp.
Cocconeis placentula
Cyclotella meneghiniana Kuetz.
Cymbella affinis Kuetz.
Cymbella minuta Hilse
Cymbella lanceolata (Ehr.) Heurck
Cymbella naviculiformis Auerswald
Diatoma sp.
Epithemia adnata (Kuetz.) Breb.
Epithemia sores Kuetz.
Fragilaria construens (Ehr.) Grun.
Fragilaria virescens Ralfs
Fragilaria capucina Desmazières
Fragilaria sp.
Gomphonema angustatum (Kuetz.) Rabh.
Gomphoneis minuta (Stone) Kocioleck & Stoermer
Gomphonema sp.
Gyrosigma spenceri (Quekett) Griffith et Henfrey
Hanea arcus (Ehr.) Patrick v. *arcus*
Hanea arcus (Ehr.) Patrick v. *linearis* Holmboe
Melosira hustedti Krasske
Melosira distans (Ehr.) Kuetz.
Navicula cryptocephala Kuetz.
Navicula dicephala (Ehr.)
Navicula viridula (Kuetz.) Kuetz.
Navicula sp.
Nitzschia acicularis (Kuetz.) W. Smith
Nitzschia dissipata (Kuetz.) Grun.
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) Wm. Smith
Nitzschia sublinearis Hustedt
Pinnularia major (Kuetz.) Rabh.
Rhizosolenia eriensis H.L. Smith
Rhoicosphenia abbreviata (Ag.) Lange-Bertalot
Rhoicosphenia curvata (Ag.) Lange-Bertalot
Rhopalodia gibba (Ehr.) Muller
Surirella tenera Greg.

Surirella ovata Kuetz.
Surirella nervosa Schmidt) Meyer
Synedra acus Kuetz
Synedra rumpens Kuetz.
Synedra ulna (Nitzsch.) Ehr. v. *ulna*
Synedra ulna v. *oxyrhynchus* (Kuetz.) V.H. Smith
Synedra ulna v. *spathulifera* (Grun.) Van Heurck

CRYPTOPHYCEAE

Cryptomonas erosa Ehr.
Cryptomonas marsonii Skuja
Cryptomonas ovata Ehr.
Rhodomonas lacustris Pascher et Ruttner

CHRYSOPHYCEAE

Dinobryon cylindricum Imhof
Dinobryon divergens Imhof
Mallomonas akrokomos Rutt.

CYANOPHYCEAE

Anabaena aff. *constricta* (Szafer) Geitler
Anabaena sp.
Chroococcus limneticus Lemm.
Microcystis elachista (W. et G.S. West) Starmach
Microcystis incerta Lemmermann

DINOPHYCEAE

Ceratium hirundinella (Müller) Schrank
Peridinium inconspicuum Lemmermann
Peridinium aff. *cinctum* (Müller) Ehr.

XANTOPHYCEAE

Tribonema elongatum Thom.

CHLOROPHYCEAE

Botryococcus braunii Kuetz.
Closterium acutum Brébisson
Closterium acutum v. *variabile* (Lemm.) Krieger
Closterium aciculare T. West
Cosmarium tenue Archer
Cosmarium sp.

Continuación Tabla 110

Dictyosphaerium pulchellum Naegeli
Dictyosphaerium erhenbergianum Naegeli
Eudorina elegans Ehr.
Elakatothrix gelatinosa Wille
Gonatozygon monotaenium De Bary
Gyromitus sp.
Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin
Kirchneriella lunaris (Kirchner) Schmidle
Lagerheimia quadriseta (Lemm.) G.M. Smith
Monoraphidium irregulare (Smith) Komárkova-Legnerová
Mougeotia sp.
Oedogonium sp.
Oocystis elliptica W. West
Oocystis lacustris Chodat
Paulschulzia pseudovolvox (Schultz) Skuja
Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs
Scenedesmus sp.
Schroederia setigera
Sphaerocystis schroeteri Chodat
Sphaerososma aubertianum
Staurodesmus convergens (Ehr.) Teiling
Staurodesmus dejectus (Brébisson) Teiling
Staurodesmus patens (Nordstedt) Croasdale
Staurodesmus sellatus
Staurastrum brachiatum Ralfs
Staurastrum chaetoceras (Schroeder) Smith
Staurastrum longipes (Nordstedt) Teiling
Staurastrum rotula Nordstedt
Staurastrum tetracerum Ralfs
Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg

Tabla N° 111. Composicion especifica por grupo taxonomico del lago Rupanco. Año 1994-1995

BACILLARIOPHYCEAE (Diatomeas)	47 taxa
CRYPTOPHYCEAE	4 taxa
CHRYSOPHYCEAE	3 taxa
CYANOPHYCEAE	5 taxa
DINOPHYCEAE	3 taxa
XANTHOPHYCEAE	1 taxa
CHLOROPHYCEAE (Desmidiaceae)	36 taxa (14 taxa)

Tabla N° 112. Distribución temporal de las especies fitoplanctónicas más abundantes en densidad (D) y biomasa (B) en el Lago Rupunczo.

ESPECIES	1980		1981		1982		1983		1984		1985	
	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
BACILLAROPHYCEAE												
Aulacoseira granulata	XX											
Aulacoseira italica		X	X		X		X		X		X	
Asterionella formosa			X		X		X		X		X	
Cyclotella glomerata												
Cymbella lanceolata			X									
Fragilaria construens												
Fragilaria sp.	X		X		X		X		X		X	
Gomphonopsis minus												
Gyrodinium aureolum												
Gyrodinium aureolum												
Melosira distans			XX									
Melosira lundströmii												
Navicula diophrada												
Navicula acicularis												
Rhizosolenia curvata	X		X		XX		XX		XX		XX	
Rhizosolenia ericaria												
Synedra ulna												
Synedra rumpens												
CHLOROPHYCEAE												
Eudorina elegans												
Dietyosphaerium pulchellum		X										
Kriehmeriella bunaris												

Tabla N° 113. Densidad (cél/l) fitoplanctónica en el lago Rupanco. Período 1994-1995.

MES	CENTRO	GAVIOTAS	BONITO	PROMEDIO
MARZO	423408	674454	591476	563113
ABRIL	321543	207050	372690	300428
MAYO	183275	119515	234008	178933
JUNIO	94983	82273	92407	89888
NOVIEMBRE	131610	406557	127373	221847
DICIEMBRE	122543	184907	132293	146581
ENERO	326090	28208	236413	281529
FEBRERO	91430	260630	136940	163000

PROMEDIO MENSUAL: 243165

Tabla 114: Biomasa (pg/l) fitoplanctónica en el lago Rupanco. Período 1994-1995.

MES	CENTRO	GAVIOTAS	BONITO	PROMEDIO
MARZO	$6,11 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$	$7,67 \times 10^8$	$5,29 \times 10^8$
ABRIL	$4,75 \times 10^8$	$2,69 \times 10^8$	$8,04 \times 10^8$	$5,16 \times 10^8$
MAYO	$2,77 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$3,66 \times 10^8$	$2,64 \times 10^8$
JUNIO	$2,87 \times 10^8$	$2,49 \times 10^8$	$2,73 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$
NOVIEMBRE	$2,63 \times 10^8$	$2,25 \times 10^8$	$3,12 \times 10^8$	$2,67 \times 10^8$
DICIEMBRE	$1,57 \times 10^8$	$5,41 \times 10^8$	$2,34 \times 10^8$	$3,10 \times 10^8$
ENERO	$1,61 \times 10^8$	$1,33 \times 10^8$	$1,66 \times 10^8$	$1,53 \times 10^8$
FEBRERO	$1,86 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$	$2,53 \times 10^8$	$3,29 \times 10^8$

PROMEDIO MENSUAL: $3,3 \times 10^8$

Tabla N° 115. Clorofila "a" ($\mu\text{g/l}$) en las bahías del lago Rupanco.

	Marzo 94	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.95	Feb.
R. Bonito												
0 m	0,50	0,88	0,93	0,97	0,93	2,38	0,53	0,42	0,30	0,26	1,01	0,29
5 m	0,87	0,71	0,95									
15 m	0,99	0,73	0,79	0,91	1,01	4,96	0,44	0,45	0,28	0,22	1,1	0,29
30 m	1,54	0,62	0,68	0,71	0,99	4,20	0,29	0,55	0,22	0,22	1,16	0,17
Promedio	0,58	0,74	0,84	0,86	0,98	3,85	0,42	0,47	0,27	0,23	1,09	0,25
Des. St.	0,37	0,09	0,11	0,11	0,03	1,08	0,10	0,06	0,03	0,02	0,06	0,06
B. Gaviotas												
0 m	0,63	0,75	0,84	0,91	0,99	2,23	0,18	0,42	0,20	0,16	0,06	0,21
5 m	0,65	0,83	0,84	1,54								
15 m	0,42	0,82	0,73	1,58	1,00	2,17	0,18	0,68	0,29	0,16	0,08	0,37
30 m	1,12	0,78	1,12	1,52	1,01	2,12	0,14	0,64	0,16	0,2	0,04	0,75
Promedio	0,71	0,80	0,88	1,39	1,00	2,17	0,17	0,58	0,22	0,17	0,06	0,44
Des. St.	0,26	0,03	0,14	0,28	0,01	0,04	0,02	0,11	0,05	0,02	0,02	0,23
C. Lago												
0 m	0,47	0,72	0,73	0,73	0,71	2,36	0,34	0,55	0,20	0,31	1,03	0,56
5 m	0,44	0,75	0,76									
15 m	0,58	0,73	0,75	0,80	0,78	2,26	0,44	0,53	0,29	0,27	1,01	0,55
30 m.	1,84	0,74	0,77	0,71	0,82	2,25	0,61	0,51	0,16	0,29	0,94	0,35
Promedio	0,83	0,74	0,75	0,75	0,77	2,29	0,46	0,53	0,22	0,29	0,99	0,49
Des. St.	0,58	0,01	0,01	0,04	0,05	0,05	0,11	0,02	0,05	0,02	0,04	0,10

Tabla 116. Composición específica comparativa en dos períodos de muestreo.

ESPECIES	1980-81	1994	1995
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Aulacoseira granulata</i>	*	*	*
<i>Aulacoseira italica</i>	*	*	*
<i>Achnanthes lanceolata</i>	*		
<i>Achnanthes exigua</i>	*		
<i>Achnanthes</i> sp.	*	*	*
<i>Amphora ovalis</i>	*		
<i>Amphora</i> sp.	*		
<i>Asterionella formosa</i>	*	*	*
<i>Caloneis</i> sp.		*	
<i>Cocconeis placentula</i>			*
<i>Cocconeis</i> sp.	*		
<i>Cyclotella glomerata</i>	*		
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	*	*	*
<i>Cyclotella stelligera</i>	*		
<i>Cyclotella comta</i>	*		
<i>Cymbella affinis</i>	*	*	*
<i>Cymbella minuta</i>	*	*	*
<i>Cymbella naviculiformis</i>		*	
<i>Cymbella tumida</i>	*		
<i>Cymbella lanceolata</i>	*	*	*
<i>Diatoma</i> sp.		*	*
<i>Epithemia sorex</i>		*	
<i>Epithemia adnata</i>	*	*	*
<i>Fragilaria capucina</i>		*	
<i>Fragilaria construens</i>	*	*	
<i>Fragilaria virescens</i>		*	*
<i>Fragilaria</i> sp.	*	*	
<i>Frustulia</i> sp.	*		
<i>Gomphonema angustatum</i>		*	*
<i>Gomphonema</i> sp.	*		*
<i>Gomphoneis minuta</i>		*	
<i>Gyrosigma spenceri</i>			*
<i>Hanea arcus</i> v. <i>arcus</i>	*	*	*
<i>Hanea arcus</i> v. <i>linearis</i>			*
<i>Melosira distans</i>	*	*	*
<i>Melosira hustedti</i>	*	*	*
<i>Melosira varians</i>	*		
<i>Meridion circulare</i>	*		

Continuación **Tabla 116**

ESPECIES	1980-81	1994	1995
<i>Navicula dicephala</i>		*	*
<i>Navicula cryptocephala</i>		*	*
<i>Navicula cuspidata</i>	*		
<i>Navicula decussis</i>	*		
<i>Navicula pupula</i>	*		
<i>Navicula radiosa</i>	*		
<i>Navicula viridula</i>		*	*
<i>Navicula sp.</i>	*	*	*
<i>Nitzschia amphibia</i>	*	*	*
<i>Nitzschia acicularis</i>	*	*	
<i>Nitzschia dissipata</i>	*	*	
<i>Nitzschia kuetzingiana</i>	*		
<i>Nitzschia parvula</i>	*		
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			*
<i>Nitzschia sublinearis</i>		*	*
<i>Nitzschia sp.</i>	*		*
<i>Pinnularia major</i>		*	
<i>Pinnularia sp.</i>	*		
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	*	*	*
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		*	
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	*	*	
<i>Rhopalodia gibba</i>		*	*
<i>Stauroneis anceps</i>	*		
<i>Surirella ovata</i>	*	*	
<i>Surirella guatemalensis</i>	*		
<i>Surirella nervosa</i>		*	
<i>Surirella tenera</i>		*	
<i>Synedra acus</i>	*	*	
<i>Synedra rumpens</i>	*	*	*
<i>Synedra ulna v. oxyrhynchus</i>		*	
<i>Synedra ulna v. ulna</i>	*		*
<i>Synedra ulna v. spathulifera</i>			*
<i>Synedra sp.</i>	*		

Continuación Tabla 116

ESPECIES	1980-81	1994	1995
<i>Navicula dicephala</i>		*	*
<i>Navicula cryptocephala</i>		*	*
<i>Navicula cuspidata</i>	*		
<i>Navicula decussis</i>	*		
<i>Navicula pupula</i>	*		
<i>Navicula radiosa</i>	*		
<i>Navicula viridula</i>		*	*
<i>Navicula sp.</i>	*	*	*
<i>Nitzschia amphibia</i>	*		
<i>Nitzschia acicularis</i>	*	*	*
<i>Nitzschia dissipata</i>	*	*	
<i>Nitzschia kuetzingiana</i>	*		
<i>Nitzschia parvula</i>	*		
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			*
<i>Nitzschia sublinearis</i>		*	*
<i>Nitzschia sp.</i>	*		*
<i>Pinnularia major</i>		*	
<i>Pinnularia sp.</i>	*		
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	*	*	*
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		*	
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	*	*	
<i>Rhopalodia gibba</i>		*	*
<i>Stauroneis anceps</i>	*		
<i>Surirella ovata</i>	*	*	
<i>Surirella guatemalensis</i>	*		
<i>Surirella nervosa</i>		*	
<i>Surirella tenera</i>		*	
<i>Synedra acus</i>	*	*	
<i>Synedra rumpens</i>	*	*	*
<i>Synedra ulna v. oxyrhynchus</i>		*	
<i>Synedra ulna v. ulna</i>	*	*	*
<i>Synedra ulna v. spathulifera</i>			*
<i>Synedra sp.</i>	*		

Continuación Tabla 116

ESPECIES	1980-81	1994	1995
CHLOROPHYCEAE			
<i>Botryococcus braunii</i>	*	*	*
<i>Chlamydomonas</i> sp.	*		
<i>Closterium acutum</i> v. <i>acutum</i>			*
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	*	*	
<i>Closterium aciculare</i>		*	
<i>Cosmarium tenue</i>		*	
<i>Cosmarium</i> sp.		*	
<i>Crucigeniella irregularis</i>	*		
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	*	*	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	*	*	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	*	*	
<i>Eudorina elegans</i>	*	*	*
<i>Gonatozygon monotaenium</i>			*
<i>Gyromitus</i> sp.		*	*
<i>Kirchneriella contorta</i>		*	
<i>Kirchneriella lunaris</i>		*	*
<i>Lagerheimia quadriseta</i>		*	
<i>Monoraphidium irregulare</i>			*
<i>Monoraphidium saxatile</i>	*		
<i>Mougeotia</i> sp.		*	*
<i>Oedogonium</i> sp.	*	*	
<i>Oocystis elliptica</i>	*	*	
<i>Oocystis lacustris</i>		*	
<i>Oocystis parva</i>	*		
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	*	*	
<i>Pediastrum tetras</i>		*	
<i>Scenedesmus</i> sp.	*	*	
<i>Schroederia setigera</i>			*
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	*	*	
<i>Sphaerososma aubertianum</i>		*	*
<i>Staurodesmus convergens</i>		*	
<i>Staurodesmus dejectus</i>		*	
<i>Staurodesmus patens</i>		*	
<i>Staurodesmus sellatus</i>			*
<i>Staurastrum brachiatum</i>		*	
<i>Staurastrum chaetoceras</i>		*	*
<i>Staurastrum longipes</i>		*	
<i>Staurastrum tetracerum</i> v. <i>evolutum</i>	*	*	*
<i>Staurastrum rotula</i> v. <i>smithii</i>	*	*	
<i>Staurastrum valdiviense</i>	*		
<i>Tetraedron mininum</i>	*	*	*

Continuación **Tabla 116**

ESPECIES	1980-81	1994	1995
CYANOPHYCEAE			
Anabaena sp.	*	*	
Anabaena aff. constricta		*	*
Chroococcus limneticus	*		*
Chroococcus minutus	*		
Chroococcus sp.	*		
Microcystis incerta		*	
Microcystis elachista		*	
Microcystis sp.	*		
CRYPTOPHYCEAE			
Cryptomonas erosa	*	*	*
Cryptomonas marsonii		*	*
Cryptomonas ovata	*	*	*
Cryptomonas sp.	*		
Rhodomonas lacustris	*	*	*
CHRYSOPHYCEAE			
Dinobryon divergens	*	*	*
Dinobryon cylindricum		*	*
Mallomonas akrokomos		*	*
Mallomonas sp.	*		
DINOPHYCEAE			
Ceratium hirundinella		*	
Peridinium inconspicuum		*	*
Peridinium aff. cinctum		*	
Peridinium sp.	*		
EUGLENOPHYCEAE			
Phacus sp.	*		
XANTOPHYCEAE			
Tribonema elongatum	*		
Tribonema sp.	*	*	*

Tabla N° 117. Cuadro comparativo de taxa por grupo taxonomico por periodo de estudio.

CLASE	1980-81	1994-95
BACILLARIOPHYCEAE	48	47
CHLOROPHYCEAE	19	36
CYANOPHYCEAE	5	5
CRYPTOPHYCEAE	4	4
CHRYSOPHYCEAE	2	3
DINOPHYCEAE	1	3
EUGLENOPHYCEAE	1	0
XANTHOPHYCEAE	2	1
TOTAL TAXA	82	99

Tabla N° 118.

Análisis comparativo de algunos parámetros relevantes del lago Rupanco 1980-1981 y 1994-1995.

PARAMETRO	1980 - 1981	1994 - 1995
Transparencia (m)	11.5 - 20.5	12 - 16
NO ₃ -N (µg/l)	2 - 56	1.1 - 1.057
P-total (µg/l)	0.5 - 13.3	1.0 - 125.9
P-PO ₄ (µg/l)	0.1 - 4.1	0.1 - 8.4
Clorofila a (mg.m ⁻³)	0.05 - 0.16	0.14 - 4.96
Producción Primaria (mgC.m ⁻³ .h)	0.05 - 3.06	
FITOPLANCTON		
Nº de Especies	82 especies	99 especies
Especies más abundantes	<i>Paulschulzia pseudovolvox</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Microcystis sp.</i> <i>Eudorina elegans</i> <i>Melosira distans</i> <i>Fragilaria sp.</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Peridinium sp</i>	<i>Dinobryon divergens</i> <i>Synedra rumpens</i> <i>Kirchneriella lunaris</i> <i>Anabaena aff. constricta</i> <i>Peridinium inconspicuum</i> <i>Melosira granulata</i>
Especie indicadora		<i>C. hirundinella</i>
Densidad celular (c/l)	130.854 - 217.000	64.370 - 539.970

Tabla 119. Zooplancton del Lago Rupanco; muestreo realizado en bahías sin balsas y centro del lago en junio, agosto y diciembre, cubriendo periodos de circulación y estagnación. Los números son individuos por litro.

TAXA	21/06 : CENTRO	21/06 : BONITO	14/06 : GAVIOTAS	9/08 : CENTRO	9/08 : BONITO	9/08 : GAVIOTAS	15/12 : CENTRO	15/12 : BONITO	15/12 : GAVIOTAS
Copepodos									
Boeckella gracillipes	0.22	0.24	0.59	0.38	0.35		0.12		0.42
nauplii	0.24	0.37	0.77	0.49	0.21	0.10	0.47	0.08	0.37
Cladocera									
Eubosmina chilensis	6.20	23.49	1.40		0.28	0.95	0.1	0.59	0.03
Rotifera									
Synchaeta stylata	1.48	4.44	0.81	0.28	0.63	3.20	0.19	0.28	0.02
Rotatoria sp.	2.22	1.97	0.07	1.79	4.72	4.47	1.12	0.28	0.02
Keratella cochlearis	1.43	2.46	1.62	0.74	0.70	2.50	0.45	0.70	0.38
Conochilus unicornis	0.04		0.03			0.10		0.03	0.03
Polyarthra dolichopectera	0.04		0.10			0.42	2.43	6.08	3.92
Callothecha pelagica							0.01		0.10
Trichocerca porcellus	0.04	0.18				0.91			
Floesoma sp.	0.37	0.74	0.38		0.14	1.19	0.19	0.61	0.01
NUMERO DE ESPECIES	9	7	8	4	6	9	10	8	10

Tabla 120. Muestreo realizado en bahías con balsas. Zooplancton colectado el 18 y 19 de octubre.

TAXA	CHISAL BALSAS	CONTROL	M. HARVEST BALSAS	CONTROL	CAICAEN BALSAS	CONTROL	U. L. LAGOS BALSAS	CONTROL	P. ARCE BALSAS	CONTROL
Copepodos										
<i>Boeckella gracillipes</i>					0.26		0.56		0.42	0.84
nauplii	0.42	0.42	0.59	0.33	0.26		0.42	1.18	0.84	0.74
Cladocera										
<i>Nebosmina chilensis</i>	0.74		0.42	0.16				0.34	0.10	0.31
Rotifera										
<i>Synchaeta stylata</i>	4.75	4.65	7.95	13.19	3.46		1.67	5.75	5.71	7.50
Rotatoria sp.	7.08	5.56	10.15	10.23	8.80		13.96	14.04	13.42	13.74
<i>Keratella cochlearis</i>	0.84	1.48	2.96	2.36	0.26		7.75	1.01	0.74	2.64
<i>Conochilus unicornis</i>	0.42		0.50	0.25			0.14	0.34	0.10	0.31
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0.10	0.14	0.42	0.33	0.80		0.70	0.17	0.10	0.31
<i>Calliotheca pelagica</i>	0.10		0.08	0.08						
<i>Trichocerca porcellus</i>							0.14		0.10	0.10
<i>Ploesoma</i> sp.	2.00	0.70	1.09	2.41	0.53		0.70	0.50	0.42	0.42
NUMERO DE ESPECIES	9	6	9	9	7		9	8	10	10

Tabla 121. Muestreo realizado en bahías con balsas. Zooplankton colectado el 15 de diciembre.

TAXA	CHISAL BALSAS	CONTROL	CAICAEN BALSAS	CONTROL	U. L. LAGOS BALSAS	CONTROL	P. ARCE BALSAS	CONTROL
Copepodos								
Boeckella gracillipes	1			0.12	0.24		0.47	0.62
nauplii	0.58	0.12		0.47	0.16		0.21	0.11
Cladocera								
Neobosmina chilensis	0.11	0.03		0.1			0.47	0.22
Rotifera								
Synchaeta stylata	0.13			0.19	0.48		1.00	1.00
Rotatoria sp.				1.12	4.10		7.34	5.80
Keratella cochlearis	2.49	1.15		0.45	2.59		6.39	3.54
Polyarthra dolichoptera	5.07	5.2		2.43	17.03		10.89	6.36
Callotheca palagica	0.19	0.11		0.01	0.32		0.15	0.11
Ploesoma sp.	1.57	0.6		0.19	1.00		3.33	2.12
NUMERO DE ESPECIES	8	7		10	7		8	8

Tabla 122. Zooplancton colectado el 29 de diciembre de 1994 en dos sitios de Balsas y un Control, correspondientes a los dos Centros que Marine Harvest tiene en el lago Rupanco.

TAXA	MHarv.1	MHarv.2	Control
Copepodos			
<i>Boeckella gracilipes</i>	0.07	0.04	0.42
nauplii	0.07	0.4	0.05
<i>Mesocyclops longisetus</i>		0.2	
nauplii			
Harpacticoídeo			0.02
Cladocera			
<i>Neobosmina chilensis</i>	0.5	0.4	0.5
<i>Chidorus sphaericus</i>			0.02
Rotifera			
<i>Synchaeta stylata</i>	0.4	0.2	0.2
<i>Rotatoria sp</i>	1.9	5.4	0.7
<i>Keratella cochlearis</i>	3.0	1.9	1.8
<i>Conochilus unicornis</i>			
<i>Pompholix sp</i>	0.03		0.05
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	11.8	4.2	9.9
<i>Collotheca pelagica</i>			0.02
<i>Ploesoma sp</i>	0.19	4.6	4.8
Numero de Especies	9	10	12

BALANCE MASICO

El balance másico consiste en la cuantificación de todo el nutriente (Fósforo o Nitrógeno) que entra al lago, todo el que sale y lo que permanece en la columna de agua. El método del balance másico es el único fiable para estimar el flujo de fósforo o nitrógeno entre los sedimentos y la columna de agua (Ryding & Rast, 1989). La regeneración de nutrientes desde los sedimentos del fondo a la columna de agua se llama << carga interna >>. La carga interna total de nutrientes puede contribuir significativamente a la carga total de nutrientes de una masa de agua. Las cargas internas ocurren comúnmente en condiciones anóxicas en agua hipolimnéticas, aunque varios autores hayan encontrado que pueden ocurrir liberaciones significativas de nutrientes en condiciones de oxigenación, (Lee et al. 1977, Thornton & Nduku, 1982). La investigaciones de carga interna se han realizado en experimentos de laboratorios, pero sus extrapolaciones a la naturaleza como herramientas predictivas son todavía inseguras (Ryding, 1985).

El cálculo general de balance másico para cualquier intervalo de tiempo :

$$L_{int} = L_{out} - L_{ext} \pm TP$$

donde:

L_{int} = carga interna de fósforo o nitrógeno durante el intervalo de tiempo;

L_{out} = pérdida de fósforo o nitrógeno (por salida) de la masa de agua durante un intervalo de tiempo;

TP = diferencia en el contenido de fósforo total o nitrógeno total en la columna de agua durante un intervalo de tiempo.

Este método (Vollenweider, 1976) ha sido diseñado especialmente para el fósforo pero estimamos que también puede ser empleado en el nitrógeno total.

En estos cálculos se considera la entrada de nutrientes al lago proveniente

especialmente de los afluentes y agua de lluvia. A ésto se agrega el ingreso directo por actividades antropocéntricas como pisciculturas lacustres. La salida de nutrientes está calculada especialmente por la descarga del efluente. La cantidad de fósforo en la columna de agua se debe determinar a múltiples profundidades con el fin de obtener información precisa de los estratos y bahías del lago. La masa de fósforo o nitrógeno en cualquier capa o estrato determinado del lago se calcula como el producto de la concentración del nutriente en la capa de agua por el volumen de la misma. Es decir el nutriente en la capa de agua + concentración del nutriente de dicha capa x volumen de la misma. El contenido del nutriente en la masa de agua es la suma de los valores de cada estrato de agua.

En la aplicación de la fórmula de carga interna, si el valor de L_{int} es negativo indica una deposición neta de fósforo durante el lapso de tiempo. Este lapso de tiempo es recomendable que sea a lo menos de un mes. Cuando L_{int} es positivo significa una liberación neta del nutriente desde los sedimentos, esto es carga interna a la masa de agua durante el mes o durante el año.

Balance másico y carga interna de Fósforo en el lago Rupanco

En Tabla 123 se presenta el resultado de balance másico parcial y carga interna. Consideramos balance másico parcial porque en el intervalo de tiempo no se consideró la entrada de fósforo de la lluvia y pisciculturas. En la primera columna (1) se determinó un lapso de tiempo mensual, a partir de Marzo de 1994 a Febrero de 1995. En la segunda columna (2) se calculó el contenido de fósforo en todo el volumen de agua considerando las concentraciones de fósforo mensuales a diferentes estratos (0 a 5 m; 5 a 15 m; 15 a 30 m; 30 a 50 m; 50 a 100 m; 100 máxima profundidad del lugar) en bahía río Bonito, Bahía río Gaviota y Centro del lago, (ver Capítulo 11)(Tabla 124). En la tercera (3) columna se calculó la entrada de fósforo de la suma del caudal mensual de todos los afluentes (ver Capítulo

6)(Tabla 125). En la cuarta columna (4) está la salida de fósforo del lago a través de la descarga mensual del caudal del único efluente del lago que es el río Rahue. En la columna quinta (5) se calculó la concentración de fósforo mensual en todo el volumen del lago (38 km^3), obteniendo la diferencia entre la entrada (3) menos la salida (4) de la concentración de fósforo, para restarla a la concentración del lago (2) al inicio de ese período. En la columna sexta (6) se colocó la concentración de fósforo al final del mes (1) calculada previamente. En la columna séptima (7) se calculó la diferencia entre la masa de fósforo calculado en el lago (5) menos el fósforo medido en el lago (6). La séptima columna equivale a los valores de la carga interna L_{int} , por lo tanto si la concentración de fósforo medido en el lago (6) es menor que el calculado (5), el valor será negativo, es decir es el flujo de fósforo va a los sedimentos. En el caso contrario que el fósforo medido es mayor que el calculado, los valores son positivo, es decir existe un flujo de fósforo de los sedimentos a la masa de agua, o lo que llamamos **carga interna** de fósforo.

Los resultados obtenidos en Tabla 123, revelan que ingresaron al lago por los afluentes 66.79 toneladas de fósforo por los afluentes (ver Capítulo 6), en todo el año desde marzo de 1994 a Febrero de 1995. A esta entrada hay que agregar el ingreso de fósforo por agua de lluvia que fue de 7.5 toneladas (ver Capítulo 7) y 8 toneladas de los centros de cultivo del lago (ver Capítulo 9). En total ingreso al lago en el año en estudio fue de **82.29** toneladas. Esto significa que los afluentes aportan con un 81.2% del fósforo al lago, el agua de lluvia un 9.1% y los actuales centros de cultivo (son 6) un 9.7%. A través del efluente, río Rahue, el lago se descargó de **42.94** toneladas. La diferencia de fósforo que quedó dentro del lago fue de **39.35** toneladas.

La masa total de fósforo del lago durante este año tuvo un promedio de **406.3** toneladas con un amplio rango entre 71.06 toneladas en Mayo hasta un máximo de 814.97 toneladas en Septiembre. Esta amplia variación se explica por las mayores precipitaciones y por lo tanto los mayores caudales de Mayo durante ese año (ver Capítulo 7). En el volumen

del lago de 38 Km^3 , en el período de otoño invierno (abril, mayo, junio y julio) el lago subió de nivel aumentando un 0.55% de su volumen. En primavera bajo el nivel del lago en un 0.48% de su volumen, lo que coincide con la máxima concentración de fósforo en el volumen del lago. En el balance de agua del volumen del lago al final del período tiene un 13% más de agua que al inicio. La diferencia que queda dentro del lago en este año, de 39.35 toneladas equivale a 9.7% del total promedio de toda la masa de agua. Si esta tendencia se mantiene significaría que en 10.3 años más el lago duplicaría su concentración de fósforo.

La carga interna del lago L_{int} mensual mostró en Tabla 123 que en Mayo, Agosto y Noviembre el flujo del fósforo fue hacia los sedimentos, a través de materia orgánica especialmente del fitoplancton. El resto de los meses del año el lago presentó una verdadera carga interna desde los sedimentos a la masa de agua. Las más altas cargas internas fueron de septiembre a octubre en plena primavera, manteniéndose durante el verano, durante la estratificación térmica. El balance de carga interna positiva menos la negativa revela que el lago fue cargado desde los sedimentos en **23.85** toneladas. En esta cifra no está considerada el efecto de la entrada de fósforo de otras fuentes (lluvia y centros de cultivo) como se indicó anteriormente.

Tabla 123: Carga interna de Fósforo total en el Lago Rupanco.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Fecha	Masa total de P en el Lago (t)	Entrada total de P al Lago (t)	Salida total de P del Lago (t)	Masa de P calculada en el Lago (t)	Masa de P medida en el Lago (t)	Diferencia entre la masa de P calculada y la medida t
MAR.94	295.17	1.90	0.61	293.88	249.51	-44.37
ABR	249.51	1.87	1.06	248.70	71.06	-177.64
MAY	71.06	9.10	0.93	62.89	554.95	492.06
JUN	554.95	11.94	8.32	551.33	518.86	-32.47
JUL	518.86	9.69	4.19	513.36	500.2	-13.16
AGO	500.2	7.08	6.55	499.67	814.97	315.30
SEP	814.97	4.93	4.03	814.07	379.73	-434.34
OCT	379.73	4.81	3.89	378.81	375.46	-3.35
NOV	375.46	5.41	3.76	373.81	454.78	80.97
DIC	454.78	3.91	3.56	454.43	332.61	-121.82
ENE.95	332.61	3.57	3.73	332.77	328.29	-4.48
FEB	328.29	2.58	2.31	328.02	295.17	-32.85
MAR	295.17					
Suma		66.79	42.94			
						Suma de flujos negativos -864.48
						Suma de flujos positivos 888.33

Tabla 124: Concentración de Fósforo total por volumen de agua (en ton.) en el Lago Rupanco.

	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	total
R. BONITO	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	Pt*V	
0-5 m	0.43	0.61	0.39	5.42	5.15	4.67	5.63	4.02	5.13	4.67	3.56	3.56	43.26
5-15 m	0.73	1.36	1.99										
15-30 m	2.06	3.14	1.01	9.05	10.53	9.12	57.14	7.52	7.52	9.57	7.52	5.93	130.11
30-50 m	1.69	4.52	1.73										
50-100 m	3.53	11.27	3.40	8.15	9.53	6.93	9.28	6.31	6.50	7.37	4.89	7.99	85.15
100-103 m	0.26	0.34	0.12	0.50	0.46	0.46	2.79	0.37	0.39	0.43	0.37	0.29	6.79
total	8.69	21.23	8.64	23.11	25.67	21.19	74.85	18.23	19.55	22.05	16.34	17.77	277.32

B.GAVIOT	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	total
0-5 m	1.29	0.20	0.43	1.48	5.06	4.12	3.34	3.92	3.01	3.01	3.14	2.87	31.87
5-15 m	1.81	1.12	0.78	2.89									
15-30 m	8.16	0.91	1.18	8.67	11.57	8.94	7.74	8.27	6.78	9.16	6.85	7.60	85.82
30-50 m	6.61	3.26	1.67	5.85									
50-100 m	13.30	2.66	3.80	12.11	14.63	11.88	10.36	10.07	10.07	20.05	7.03	9.31	125.27
100-260 m	20.73	5.33	5.71	32.99	32.46	24.16	18.64	19.97	20.54	16.17	14.27	14.46	225.44
total	51.91	13.49	13.57	63.99	63.71	49.09	40.09	42.23	40.40	48.38	31.29	34.24	492.39

C. LAGO	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	total
0-5 m	5.33	4.88	1.45	34.51	34.20	33.71	247.68	27.61	28.94	32.65	27.87	24.69	503.51
5-15 m	13.84	10.16	2.28										
15-30 m	12.24	15.63	3.65	77.23	73.93	79.46	67.60	64.04	58.71	72.35	62.27	52.78	639.88
30-50 m	17.63	28.60	11.31										
50-100 m	106.10	77.71	7.47	95.23	92.11	107.59	156.16	68.74	75.47	89.66	63.51	64.26	1004.02
100-270 m	79.44	77.82	22.70	260.86	229.23	209.14	228.60	158.88	152.40	189.69	131.32	134.57	1874.66
total	234.57	214.79	48.85	467.84	429.48	429.91	700.04	319.28	315.51	384.35	284.97	276.29	4105.88

TOTAL	295.17	249.51	71.06	554.95	518.86	500.20	814.97	379.73	375.46	454.78	332.61	328.29	4875.58
-------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Tabla 125:

Concentraciones de Fósforo total (ton/mes) en los afluentes del Lago Rupanco.

Nº	yo	Afluente	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	TOTAL
1		R. Pesc. Chico	0.003	0.051	0.037	0.158	0.354	0.118	0.064	0.097	0.049	0.030	0.026	0.008	0.995
2		R. Pesc. Grande	0.089	0.254	1.383	0.411	0.365	0.235	0.282	0.406	0.173	0.038	0.101	0.045	3.780
3		A. San Enrique	0.000	0.002	0.029	0.019	0.159	0.013	0.018	0.006	0.004	0.010	0.005	0.002	0.266
4		R. El Encanto	0.057	0.044	0.293	0.190	0.546	0.098	0.220	0.179	0.047	0.051	0.026	0.013	1.766
5		R. Puleufu	0.212	0.048	0.301	0.836	0.815	0.478	0.385	0.387	0.451	0.324	0.288	0.191	4.697
6		R. Moro	0.001	0.168	0.090	0.133	0.142	0.104	0.284	0.021	0.091	0.025	0.017	0.003	1.078
7		R. Huillinco	0.005	0.028	0.078	0.665	0.376	0.170	0.185	0.072	0.551	0.054	0.029	0.010	2.222
8		R. Calzoncillo	0.022	0.028	0.079	0.158	0.166	0.199	0.130	0.251	0.365	0.243	0.292	0.275	2.227
9		R. Arrayan	0.029	0.059	0.194	0.134	0.066	0.080	0.051	0.101	0.059	0.022	0.076	0.045	0.917
10		R. Colhueco	0.024	0.193	0.215	0.201	0.176	0.085	0.062	0.113	0.054	0.088	0.046	0.028	1.285
11		R. Sta. Cruz	0.016	0.126	0.350	0.065	0.047	0.046	0.038	0.041	0.031	0.028	0.028	0.010	0.825
12		R. El Judío	0.059	0.018	0.219	0.464	0.239	0.149	0.176	0.420	0.195	0.171	0.130	0.100	2.342
13		R. Sin nombre	0.047	0.009	0.053	0.052	0.037	0.031	0.029	0.044	0.021	0.042	0.011	0.005	0.382
14		R. Los Baños	0.086	0.079	0.211	0.201	0.091	0.205	0.109	0.132	0.164	0.164	0.193	0.076	1.710
15		A. Saltillo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
16		A. sin nombre	0.002	0.010	0.007	0.010	0.010	0.005	0.004	0.005	0.003	0.003	0.001	0.000	0.060
17		R. sin nombre	0.014	0.072	0.140	0.090	0.095	0.088	0.067	0.061	0.062	0.038	0.055	0.040	0.823
18		R. Gaviotas	0.443	0.027	1.447	1.626	1.110	0.768	0.750	0.591	0.754	0.519	0.290	0.143	8.468
19		A. Molinos	0.012	0.008	0.000	0.206	0.039	0.024	0.018	0.014	0.052	0.051	0.009	0.008	0.436
20		A. Colorados	0.011	0.000	0.028	0.075	0.066	0.088	0.049	0.044	0.070	0.068	0.047	0.028	0.574
21		R. Lajas	0.000	0.001	0.481	0.024	0.040	0.008	0.015	0.041	0.006	0.001	0.001	0.000	0.616
22		A. Salto Poncho	0.010	0.002	0.034	0.053	0.021	0.014	0.007	0.029	0.011	0.012	0.011	0.024	0.228
23		A. Escocia	0.017	0.011	0.128	0.177	0.124	0.102	0.055	0.090	0.076	0.066	0.049	0.031	0.927
24		R. Blanco	0.018	0.005	0.043	0.023	0.250	0.042	0.027	0.043	0.033	0.050	0.027	0.081	0.643
25		R. El Salto	0.023	0.008	0.024	0.128	0.054	0.007	0.064	0.031	0.070	0.054	0.042	0.017	0.523
26		R. Nalcas	0.297	0.091	0.081	2.639	1.073	0.927	0.369	0.342	0.316	0.460	0.490	0.316	7.402
27		R. Callao	0.030	0.039	0.061	0.241	0.273	0.320	0.121	0.105	0.191	0.224	0.355	0.061	2.022
28		R. Calle-Calle	0.006	0.006	0.017	0.048	0.029	0.047	0.199	0.023	0.025	0.013	0.009	0.003	0.427
29		A. Islote	0.000	0.000	0.001	0.009	0.001	0.001	0.004	0.003	0.002	0.005	0.003	0.000	0.029
30		A. sin nombre	0.000	0.000	0.001	0.010	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	0.000	0.028
31		A. sin nombre	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.010
32		A. sin nombre	0.000	0.000	0.003	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.015
33		A. sin nombre	0.003	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.016
34		R. Bonito	0.097	0.071	0.921	1.366	1.016	1.620	0.348	0.250	0.767	0.336	0.253	0.677	7.722
35		A. Las Truchas	0.003	0.012	0.093	0.050	0.016	0.058	0.016	0.010	0.024	0.008	0.007	0.014	0.311
36		A. Vesperina	0.002	0.002	0.054	0.025	0.005	0.028	0.006	0.008	0.013	0.008	0.007	0.001	0.160
37		A. P. Negras	0.004	0.063	0.102	0.041	0.012	0.080	0.015	0.018	0.024	0.009	0.011	0.005	0.383
38		A. sin nombre	0.000	0.001	0.007	0.006	0.006	0.025	0.002	0.004	0.004	0.002	0.002	0.001	0.059
39		A. sin nombre	0.003	0.033	0.013	0.017	0.009	0.028	0.004	0.009	0.009	0.008	0.002	0.002	0.135
40		R. Chacay	0.020	0.009	0.030	0.127	0.039	0.144	0.024	0.021	0.030	0.028	0.029	0.032	0.534
41		A. sin nombre	0.008	0.001	0.002	0.004	0.004	0.005	0.006	0.004	0.001	0.006	0.001	0.008	0.051
42		A. Huillin-Pel.	0.000	0.001	0.007	0.023	0.030	0.012	0.039	0.017	0.005	0.021	0.024	0.003	0.181
43		A. Pallinada	0.002	0.001	0.005	0.059	0.037	0.007	0.019	0.009	0.008	0.010	0.007	0.003	0.168
44		R. Negro	0.176	0.204	1.675	0.794	1.270	0.339	0.526	0.839	0.459	0.589	0.487	0.169	7.327
45		R. Huillin-Rup.	0.003	0.010	0.020	0.024	0.009	0.029	0.009	0.008	0.023	0.001	0.017	0.023	0.178
46	Dsg	R. Huillin-Rup.	0.023	0.048	0.071	0.183	0.197	0.187	0.093	0.085	0.072	0.004	0.062	0.069	1.093
47		A. El Parron	0.018	0.016	0.008	0.106	0.053	0.023	0.022	0.020	0.027	0.016	0.013	0.007	0.330
48		A. Chalupa	0.001	0.000	0.002	0.005	0.020	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.000	0.045
49		R. El Poncho	0.000	0.004	0.060	0.052	0.177	0.036	0.010	0.002	0.014	0.005	0.001	0.000	0.360
TOTAL/MES: (TON*MES)			1.90	1.87	9.10	11.94	9.69	7.08	4.93	4.81	5.41	3.91	3.57	2.58	66.78

Balance másico y carga interna de Nitrógeno en el lago Rupanco.

En la Tabla 126 se presentan los resultados del balance másico parcial y carga interna de Nitrógeno del lago. La metodología es la misma indicada en el capítulo anterior referida para el fósforo.

Los resultados obtenidos en Tabla 126 revelan que ingresaron al lago por sus afluentes 348.31 toneladas, en todo el año en estudio (ver Capítulo 6)(Tabla 127). A esta concentración hay que agregar el aporte del agua de lluvia que fue de 123.5 toneladas (ver Capítulo 7) y 75.02 toneladas de los centros de cultivo (ver Capítulo 9). En total el ingreso de nitrógeno al lago fué de **546.82** toneladas (Tabla 129). Esto significa que un 63.7% de ingreso de nitrógeno lo aportan los afluentes, el 22.6% el agua de lluvia y 13.7% los centros de cultivo. A través del río Rahue se descargan **292.71** toneladas de nitrógeno. La diferencia de nitrógeno que quedó en el lago fue de **254.1** toneladas.

La masa total de nitrógeno del lago en ese año tuvo un promedio de **1821,8** toneladas con un rango mínimo de 368.02 toneladas en septiembre y un máximo de 7747.51 toneladas en mayo (Tabla 128). La diferencia de nitrógeno total que queda dentro del lago de 254.1 toneladas, equivale a un 13.9 del promedio de la concentración en el volumen de agua del lago. Si esta situación se mantiene en 7.2 años el lago duplicaría su concentración de nitrógeno.

La carga interna del lago L_{int} mensual mostró en la Tabla 124 que el flujo hacia los sedimentos es decir valores negativos, se registraron en los meses de invierno (mayo, junio, julio y agosto) y en pleno verano (diciembre, enero). La carga interna, es decir de los sedimentos a la masa de agua, se observó desde finales del verano (febrero, marzo, abril) y en primavera (septiembre, octubre, noviembre). El balance entre la carga interna negativa y positiva reveló que el lago es cargado desde los sedimentos en **55.6** toneladas. En esta cifra no considera el efecto de entrada de nitrógeno de la lluvia y centros de cultivo.

Tabla 126:

Carga interna de Nitrógeno total en el Lago Rupanco.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Fecha	Masa total de N en el Lago (t)	Entrada total de N al Lago (t)	Salida total de N del Lago (t)	Masa de N calculada en el Lago (t)	Masa de N medida en el Lago (t)	Diferencia entre la masa de N calculada y la medida t
MAR.94	2234.98	12.12	2.07	2224.93	2973.66	748.73
ABR	2973.66	33.19	2.87	2943.34	7747.51	4804.17
MAY	7747.51	117.21	33.47	7663.77	1369.66	-6294.11
JUN	1369.66	48.52	12.76	1333.90	896.49	-437.41
JUL	896.49	32.94	6.48	870.03	816.66	-53.37
AGO	816.66	25.33	14.85	806.18	368.02	-438.16
SEP	368.02	15.55	3.59	356.06	668.63	312.57
OCT	668.63	16.94	20.13	671.82	780.27	108.45
NOV	780.27	13.20	172.73	939.80	2408.78	1468.98
DIC	2408.78	11.18	9.37	2406.97	1043.62	-1363.35
ENE.95	1043.62	18.37	11.55	1036.80	553.85	-482.95
FEB	553.85	3.76	2.84	552.93	2234.98	1682.05
Suma		348.31	292.71			
				Suma de flujos negativos		-9069.35
				Suma de flujos positivos		9124.95

Tabla 127: Concentración de Nitrógeno total por volumen de agua (en ton.) en el Lago Rupanco.

	MAR.94	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	total
R. BONIT	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	Nt*V	
0-5 m	3.03	5.05	24.50	12.06	8.06	14.33	7.62	5.06	5.59	13.56	6.90	13.26	119.02
5-15 m	12.10	10.87	33.03										56.00
15-30 m	8.79	15.62	45.36	24.36	17.83	10.03	10.18	8.05	6.00	20.21	10.87	4.94	182.24
30-50 m	13.32	22.04	57.03										92.39
50-100 m	15.23	46.92	87.28	32.79	18.53	6.99	8.11	4.39	18.51	22.41	7.24	11.45	279.86
100-103 m	2.83	4.24	6.69	1.50	1.37	0.91	0.72	0.90	1.67	0.88	0.98	1.06	23.75
total	55.29	104.74	253.89	70.71	45.80	32.26	26.63	18.41	31.78	57.06	25.99	30.71	753.27

B.GAVIOT	MAR.94	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	
0-5 m	5.69	23.59	10.44	2.45	8.48	4.02	8.04	17.36	6.69	7.36	13.38	7.23	114.72
5-15 m	10.39	44.83	10.79	9.30									75.32
15-30 m	19.47	59.34	13.55	12.49	14.30	19.96	7.82	12.29	13.18	17.80	34.11	11.32	235.62
30-50 m	19.65	86.17	24.04	10.48									140.33
50-100 m	54.82	162.76	57.39	27.80	26.51	14.73	10.64	13.68	14.73	25.08	32.59	15.77	456.51
100-260 m	77.80	351.35	115.47	40.61	77.41	53.07	26.06	39.00	39.76	53.64	75.90	26.06	976.14
total	187.82	728.03	231.68	103.13	126.70	91.78	52.56	82.33	74.35	103.89	155.97	60.38	1998.64

C. LAGO	MAR.94	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.95	FEB.	
0-5 m	20.77	25.56	242.85	89.87	58.90	36.37	36.37	42.47	56.81	75.39	125.56	35.31	846.24
5-15 m	66.21	77.94	483.41										627.56
15-30 m	132.82	123.44	633.36	266.18	122.97	134.02	14.23	94.88	59.30	165.45	246.10	81.24	2073.99
30-50 m	162.63	118.40	674.46										955.48
50-100 m	330.26	391.53	848.80	395.52	101.25	131.50	67.99	65.75	378.08	440.84	253.30	75.47	3480.29
100-270 m	1279.19	1404.02	4379.06	444.24	440.86	390.73	170.23	364.79	179.96	1566.15	236.71	270.75	11126.68
total	1991.87	2140.89	7261.94	1195.82	723.99	692.62	288.83	567.89	674.15	2247.83	861.66	462.77	19110.24

TOTAL	2234.98	2973.66	7747.51	1369.66	896.49	816.66	368.02	668.63	780.27	2408.78	1043.62	553.85	21862.14
-------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	--------	----------

Tabla 128:

**Concentraciones de Nitrógeno total (ton/mes) en los afluentes del Lago
Rupanco.**

Numero	Afluente	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV	DIC.	ENE.95	FEB	TOTAL
1	R. Pes. Chico	0.030	0.436	0.190	2.052	1.271	0.438	0.448	0.507	0.207	0.147	0.289	0.097	8.090
2	R. Pesc. Grande	0.636	1.613	1.359	3.319	1.490	1.544	1.347	1.700	1.551	0.819	0.751	0.358	16.489
3	A. San Enrique	0.000	0.548	0.184	0.353	0.448	0.358	0.481	0.028	0.002	0.230	0.151	0.072	2.860
4	R. El Encanto	0.496	3.155	8.720	2.890	1.773	1.284	1.718	1.387	0.519	0.473	0.488	0.151	21.034
5	R. Puleufu	1.257	4.421	8.089	1.415	1.548	0.829	0.503	0.728	0.378	0.902	0.358	0.130	20.353
6	R. Moro	0.008	1.200	1.734	0.867	0.417	1.188	0.180	0.119	0.309	0.155	0.142	0.006	8.123
7	R. Huillinco	0.042	1.168	0.210	2.164	0.727	0.579	0.299	0.178	1.415	0.194	0.074	0.012	7.061
8	R. Calzoncillo	0.038	0.832	0.185	0.413	0.853	0.342	0.182	1.183	0.388	0.311	0.889	0.384	5.737
9	R. Arrayan	0.048	0.554	1.138	0.187	0.054	0.037	0.028	0.148	0.050	0.055	0.153	0.020	2.481
10	R. Coihueco	0.078	2.722	2.553	0.535	0.254	0.162	0.115	0.874	0.087	0.233	0.175	0.084	7.872
11	R. Sta. Cruz	0.068	1.233	0.548	0.342	0.122	0.166	0.114	0.379	0.031	0.088	0.088	0.053	3.238
12	R. El Judio	0.142	0.793	1.799	1.015	0.485	0.205	0.205	0.513	0.120	0.254	0.293	0.071	5.875
13	R. Sin nombre	0.052	0.232	0.352	0.077	0.048	0.007	0.038	0.045	0.013	0.038	0.025	0.004	0.932
14	R. Los Baños	0.093	0.461	1.021	0.304	0.088	0.058	0.070	0.078	0.409	0.119	0.400	0.024	3.126
15	A. Saltillo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.006
16	A. sin nombre	0.015	0.131	0.187	0.053	0.042	0.021	0.028	0.020	0.015	0.017	0.004	0.001	0.534
17	R. sin nombre	0.019	0.801	0.852	0.138	0.063	0.040	0.070	0.129	0.011	0.053	0.005	0.035	2.218
20	R. Gaviotas	3.048	2.443	14.583	4.288	1.755	0.893	1.555	0.751	1.356	0.888	1.216	0.295	32.849
21	A. Molinos	0.039	0.245	0.000	0.124	0.089	0.048	0.024	0.039	0.109	0.106	0.027	0.017	0.847
25	A. Colorados	0.013	0.018	0.177	0.085	0.089	0.043	0.043	0.034	0.030	0.088	0.056	0.014	0.687
26	R. Lajas	0.000	0.203	1.407	0.037	0.024	0.004	0.012	0.073	0.008	0.002	0.004	0.000	1.775
27	A. Salto Poncho	0.208	0.018	0.685	0.380	0.077	0.054	0.037	0.154	0.055	0.027	0.078	0.038	1.788
28	A. Escocia	0.059	0.389	4.512	0.207	0.085	0.107	0.028	0.185	0.040	0.084	0.058	0.053	5.742
29	R. Blanco	0.035	0.073	0.178	0.140	0.101	0.045	0.033	0.041	0.037	0.044	0.016	0.041	0.783
30	R. El Salto	0.145	0.572	0.205	1.415	0.208	0.014	0.118	0.102	0.194	0.087	0.118	0.031	3.205
31	R. Nalcas	0.971	0.351	3.184	1.784	1.597	1.396	0.489	0.481	0.156	0.828	0.378	0.271	11.625
32	R. Callao	0.238	0.197	2.839	1.190	0.478	0.489	0.174	0.181	0.139	0.801	8.878	0.057	13.740
33	R. Calle-Calle	0.100	0.154	1.350	0.584	0.313	0.188	0.238	0.118	0.109	0.120	0.005	0.018	3.307
34	A. Islote	0.000	0.002	0.005	0.080	0.003	0.002	0.018	0.015	0.006	0.028	0.031	0.000	0.189
35	A. sin nombre	0.000	0.033	0.117	0.088	0.017	0.043	0.042	0.029	0.026	0.012	0.006	0.000	0.411
36	A. sin nombre	0.000	0.000	0.010	0.065	0.035	0.015	0.008	0.017	0.003	0.001	0.005	0.000	0.160
37	A. sin nombre	0.000	0.040	0.021	0.113	0.050	0.035	0.080	0.040	0.027	0.002	0.009	0.001	0.418
39	A. sin nombre	0.037	0.004	0.011	0.018	0.002	0.008	0.011	0.012	0.015	0.010	0.027	0.000	0.156
40	R. Bonito	0.892	1.555	34.054	4.858	8.887	6.802	0.819	0.825	2.477	0.874	1.743	0.080	81.773
41	A. Las Truchas	0.073	0.124	2.897	0.485	0.112	0.852	0.083	0.082	0.107	0.066	0.016	0.022	4.709
42	A. Vesperina	0.031	0.022	1.015	0.053	0.029	0.283	0.047	0.039	0.078	0.049	0.030	0.013	1.688
43	A. Pledras Negras	0.118	0.158	1.817	0.857	0.133	1.017	0.154	0.183	0.193	0.024	0.034	0.029	4.523
45	A. sin nombre	0.000	0.011	0.887	0.448	0.111	0.632	0.067	0.108	0.088	0.048	0.028	0.018	2.242
46	A. sin nombre	0.151	0.220	0.873	0.331	0.085	0.877	0.062	0.083	0.080	0.069	0.047	0.023	2.489
47	R. Chacay	0.142	0.157	2.007	2.172	0.280	0.836	0.230	0.177	0.207	0.182	0.268	0.103	8.741
48	A. sin nombre	0.022	0.005	0.080	0.019	0.015	0.029	0.014	0.011	0.003	0.012	0.007	0.011	0.205
50	A. Huillin-Pell.	0.000	0.134	1.752	1.050	0.558	0.286	0.893	0.118	0.278	0.369	0.000	0.076	5.310
51	A. Pellinada	0.041	0.030	2.227	1.175	0.770	0.084	0.214	0.185	0.037	0.093	0.134	0.029	5.019
53	R. Negro	2.325	4.283	11.982	8.716	7.892	2.587	3.583	4.576	1.875	2.037	2.429	0.704	52.558
54Bct	R. Huillin-Rup.	0.033	0.214	0.018	0.023	0.038	0.047	0.047	0.053	0.046	0.004	0.108	0.083	0.713
54 Dsg	R. Huillin-Rup.	0.250	0.911	0.243	1.313	0.891	0.838	0.438	0.412	0.007	0.088	0.242	0.205	5.914
55	A. El Parron	0.108	0.504	0.279	0.504	0.351	0.293	0.214	0.199	0.130	0.134	0.090	0.033	2.836
56	A. Chalupa	0.023	0.019	0.017	0.118	0.108	0.032	0.035	0.037	0.015	0.043	0.010	0.001	0.458
58	R. El Poncho	0.000	0.024	1.187	0.109	0.251	0.022	0.009	0.010	0.010	0.010	0.001	0.000	1.612
TOTAL/MES: (TON/MES)		12.12	33.18	117.21	48.52	32.84	25.33	15.55	16.94	13.20	11.18	18.37	3.78	348.3

Tabla 129:

Resumen del Balance másico del Lago Rupanco.

$$L_{int} = L_{out} - L_{ext} \pm TP$$

Entrada de nutrientes

	P total	%
AFLUENTES	66.79	81.2
AGUA DE LLUVIA	7.5	9.1
CENTRO DE CULTIVO	8.0	9.7
	82.29	100 %
	N total	%
AFLUENTES	348.3	63.7
AGUA DE LLUVIA	123.5	22.6
CENTRO DE CULTIVO	75.0	13.7
	546.8	100 %

BALANCE DE FÓSFORO DEL LAGO RUPANCO

Las ecuaciones que se presentan a continuación, están basadas en la hipótesis que la descarga de fósforo y nitrógeno en el agua dulce, es la causa de la eutroficación. Esto es lo que se ha llamado "Carga de Nutrientes" (Vollenweider and Dillon, 1974 y Vollenweider 1975). Este concepto implica que existe una relación cuantificable entre la cantidad de nutrientes que llega a un lago y su grado trófico medible en alguna escala. Así se puede determinar los niveles críticos de nutrientes que soporta un lago, para pasar de un estado trófico a otro.

Los valores obtenidos pueden tener limitaciones, más bien de tipo metodológico. Ellos se refieren a la capacidad de medir todo el ingreso o carga de nutrientes que llega al lago. Es decir, las fuentes de esos nutrientes y sus aportes de aguas. Los capítulos anteriores en este trabajo aportan la información necesaria para disminuir este factor de error. La segunda limitación es definir la capacidad de sedimentación que tienen los nutrientes en el lago, de acuerdo a sus características morfológicas, térmica e hidrodinámicas del lago. Además de las características de los propios nutrientes tanto por su capacidad de solubilidad, proceso de oxido-reducción y hundimiento de los sedimentos orgánicos e inorgánicos que los contienen.

Teniendo presente las limitaciones anteriores, hemos empleado las fórmulas más ampliamente usadas en este tipo de estudios en muchos lagos en el mundo.

a) Carga de fósforo de los afluentes

(1)

$$L_N = \frac{Q_1 * [P_1] + Q_2 * [P_2] + \dots + Q_n * [P_n]}{A_o} = \text{mg} \cdot \text{año} / \text{m}^2$$

donde:

Q = flujo de agua del efluente en m^3 . Se calcula el caudal anual del afluente en m^3 .

$[P]$ = P_{total} en ug/l , en este flujo de agua

A_o = área del lago en km^2 .

b) Concentración de Fósforo total en el lago

(2)

$$P_{tot} = \frac{L_N * (1-R)}{z * f} = mg/m^3$$

donde:

P = carga de fósforo total en el lago

L_N = carga de fósforo al lago especialmente de sus afluentes.

f = capacidad de renovación anual. Se calcula de la renovación total del lago.

R = retención equivalente a sedimentación, y se calcula de la formula:

$$R = \frac{1}{1 + (1/\sqrt{TW})}$$

donde:

TW = renovación total. Se estima este valor de acuerdo al agua que ingresa en la cuenca del lago o del agua que sale de la cuenca dividida por el volumen del lago.

z = profundidad media.

c) Balance:

Ingreso de Fósforo total en el lago según su carga, retención y descarga.

d) Concentraciones de Fósforo en el período.

Se calcula la concentración de fósforo total de acuerdo a las actuales concentraciones que se han medido en el lago. Se emplea la siguiente fórmula:

$$L = \frac{[P_{\text{lago}}] * z * f}{(1-R)} = \text{mg} * \text{año} / \text{m}^2$$

donde:

L = carga actual de fósforo total en el lago .

Se establece la diferencia entre la carga del lago por los afluentes medidos y la carga que debería tener de acuerdo a su concentración actual.

e) Carga crítica

Es la carga máxima que debe tener el lago para mantener su estado oligotrófico. Se calcula según la fórmula de Vollenweider (1976):

$$L_c = 17 * (z/TW)^{0.6} * (z)^{0.4}$$

Esta fórmula fue obtenida en un alto número de lagos del tipo oligotróficos, del hemisferio norte, basados en el relativo tiempo de residencia del fósforo en el lago como una función de tiempo de residencia del agua en la cuenca. El tiempo de residencia del fósforo se debe considerar como una función de su sedimentación en el lago. Las condiciones semejantes de nuestros lagos del Sur de Chile, con los de origen glacial del hemisferio norte permiten aplicar esta fórmula. Su aplicación está limitada a que el fósforo controle la producción biológica del lago y que se conozca su valor medio anual.

* Cálculo de la carga de fósforo total en el lago Rupanco según su área.

- Carga del lago de fósforo total

$$L_N = \frac{Q_1 * [P] + \dots + Q_n * [P_n]}{A_0} = \text{mg} * \text{año} / \text{m}^2$$

L_N de los afluentes	= 296,6 mg * año/m ²
de agua de lluvia	= 32,1 "
de centros de cultivo	= 33,0 "
Total	361,7 mg * año/m²

- Concentración de fósforo total según su carga

$$P_{\text{tot}} = \frac{L_N * (1 - R)}{z * f} = \text{mg} * \text{m}^3$$

$$P_{\text{tot}} = 4.83 \text{ mg/m}_3$$

donde:

$$LN = 361.7 \text{ mg} * \text{año/m}^2$$

$$z = 163 \text{ m de profundidad media}$$

$$T = 8.5 \text{ años}$$

$f = 0.11$ ($1/8.5 = 0.11$) en el año. Esto significa que el volumen del lago se renueva en un 11% al año.

$$R = 0.744 \text{ donde } R = (1)/(1 + (1/\sqrt{Tw}))$$

$$Tw = 8.5 \text{ años}$$

$$1 - R = 0.256$$

- Concentración de fósforo total calculado para todo el volumen (V) del lago de acuerdo a la carga de sus afluentes, agua de lluvia y centros de cultivo.

$$V * P_{\text{tot}} = 183.5 \text{ toneladas de fósforo total.}$$

donde:

$$V = 38 \text{ Km}^3 \text{ (volumen de agua del lago)}$$

$$P_{\text{tot}} = 4.83 \text{ mg} * \text{m}^3 \text{ o } \mu\text{g/l (fósforo calculado)}$$

Se registraron 183.5 toneladas de fósforo total que tendría el lago de acuerdo a la carga de sus afluentes en el año de Marzo de 1994 a Febrero de 1995.

- Promedio de P_{tot} actual

El promedio de fósforo total fue calculado de acuerdo al volumen de diferentes estratos del lago, explicado en Capítulo 11 y 13. El promedio anual fue de $= 10.6 \text{ mg/m}^3$

- Concentración de P_{tot} de acuerdo al promedio actual y volumen del lago.

$$P_{\text{tot}} * V = 402.8 \text{ toneladas}$$

donde :

$$P_{\text{tot}} = 10.6 \text{ mg/ m}_3$$

$$V = 38 \text{ km}^3$$

El volumen del lago Rupanco de acuerdo al promedio de fósforo total tendría 402.8 toneladas.

El fósforo total calculado de acuerdo a su carga fue de 183.5 toneladas. La diferencia entre la concentración de fósforo total actual de 402.8 toneladas y la del fósforo calculado de 183.5 toneladas fue de 219.3 toneladas, lo que significaría la concentración al inicio del período (ver Marzo 1994; Capítulo 13), es decir lo que está acumulado. También se puede interpretar que el promedio calculado fue de 4.83 mg/m^3 ó ug/l y el actual es de 10.6 mg/m^3 , es decir una diferencia de 5.77 ug/l , que sería al inicio del período.

- Cálculo de fósforo total en el la Rupanco según su área.

De acuerdo a la formula de carga de fósforo según su concentración actual, se calcula la carga de ingreso en el área.

$$L_{\text{pt}} = \frac{[P_{\text{tot}}] \cdot z \cdot f}{(1 - R)} = \text{mg} \cdot \text{año/m}^2$$

$$L_{\text{pt}} = 742,4 \text{ mg} \cdot \text{año/m}^2$$

donde :

$$P_{\text{tot}} = 10.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$$

$$z = 163 \text{ m de profundidad media}$$

$$f = 0.11$$

$$1 - R = 0.256$$

La carga en toda el área del lago se calculó en :

$$L_{pt} * A_o = 174.5 \text{ toneladas}$$

donde:

$$L_{pt} = 742.4 \text{ mg} * \text{año}/\text{m}^2$$

$$A_o = 235 \text{ km}^2$$

En toda el área del lago ingresaría 174.5 toneladas de acuerdo al promedio de concentración actual.

- Diferencia entre la carga calculada y según su promedio

La carga calculada en el área del lago según los afluentes, agua de lluvia y centros de cultivo fue de:

$$L_N = 361.7 \text{ mg} * \text{año}/\text{m}^2$$

La carga calculada según el promedio actual fue de:

$$L_N = 742.4 \text{ mg} * \text{año}/\text{m}^2$$

La diferencia entre $742.4 \text{ m} * \text{año}/\text{m}^2$ y $361.7 \text{ mg} * \text{año}/\text{m}^2$ fue de $380.7 \text{ mg} * \text{año}/\text{m}^2$. Este valor correspondería a la concentración al inicio del período. Esto equivale a la diferencia entre las 174.5 toneladas según el promedio actual y las 84.9 según la carga calculada en el período, que fue de 89.6 toneladas acumuladas al inicio del período.

- Tiempo de residencia del fósforo total

$$T_p / T_w = (P * P_i) / (V/Q)$$

donde:

T_p = tiempo de renovación total del fósforo total

T_w = Tiempo de renovación teórica del volumen de agua del lago.

$P * x$ = Promedio de Fósforo total promedio actual del lago.

P_i = Concentración según carga de fósforo actual del lago

Resultado :

$$T_p/T_w = 0.258$$

donde:

$$Tw = 8.5 \text{ años}$$

$$Px = 10.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$$

$$Pi = 4.83 \text{ m} \cdot \text{m}^3$$

Este valor significa que un 11.8% del fósforo permanece en el año en el lago. Esto coincide con lo obtenido en el Balance másico donde se calcula que el 9.7% del fósforo total queda en el año en el lago.

* **Carga crítica**

Se calculó la carga crítica de acuerdo a la fórmula de Vollenweider (1976):

$$Lc = 17 \cdot (z/Tw)^{0.6} (z)^{0.4}$$

$$Lc = 784,3 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$$

donde:

$$z = 163 \text{ m}^3 \text{ (profundidad media)}$$

$$Tw = 8,5 \text{ años (renovación teórica)}$$

Este valor es la "carga específica crítica" del lago para mantenerlo en condiciones de oligotrofia.

La carga medida fue de 742,4 mg · año/m². La diferencia entre la carga crítica (784,3 mg · año/m²) con la carga medida revela que el lago está sobrecargado.

* **Descarga por río Rahue**

El caudal y su descarga anual ha sido calculado en los capítulos 6 y 7. El caudal presentó un amplio rango entre 54 a 252 m³/seg. El total de descarga fue de 4455.1 millones de metros cúbicos en el año. A través de este desagüe salen del lago 42.94 toneladas de fósforo total.

*** Carga de fósforo total mensual de los afluentes del lago Rupanco.**

De acuerdo a las fórmulas indicadas para la carga de fósforo se ha calculado el ingreso de fósforo total mensual de los afluentes (Tabla 130). Este cálculo se ha realizado a través de las mediciones mensuales de los caudales corregidas por el valor diario obtenido en los limnímetros controles (Tabla 131). Se ha multiplicado cada caudal mensual por la concentración de fósforo total registrada en ese mes y dividida por el área del lago.

Cada uno de los afluentes presentan una carga distinta, cuyo total anual se presenta en la Tabla 130.

Tabla 130: Carga de Fósforo total (mg*año/m²) de los afluentes del Lago Rupanco.

Numero	Afluente	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	TOTAL
1	R. Pesc. Chico	0.015	0.219	0.158	0.677	1.518	0.504	0.272	0.416	0.210	0.128	0.113	0.033	4.26
2	R. Pesc. Grande	0.379	1.088	5.926	1.762	1.563	1.007	1.207	1.738	0.740	0.161	0.431	0.194	16.20
3	A. San Enrique	0.000	0.010	0.123	0.079	0.681	0.058	0.078	0.027	0.019	0.041	0.020	0.009	1.14
4	R. El Encanto	0.246	0.190	1.255	0.818	2.340	0.419	0.944	0.788	0.203	0.220	0.112	0.057	7.57
5	R. Puleufu	0.910	0.207	1.292	3.581	3.494	2.047	1.650	1.656	1.932	1.390	1.148	0.820	20.13
6	R. Moro	0.003	0.720	0.386	0.569	0.609	0.444	1.218	0.089	0.389	0.108	0.072	0.013	4.62
7	R. Huillinco	0.023	0.113	0.335	2.851	1.611	0.727	0.794	0.308	2.362	0.231	0.122	0.044	9.52
8	R. Calzoncillo	0.092	0.122	0.336	0.677	0.797	0.853	0.556	1.073	1.564	1.042	1.250	1.179	9.54
9	R. Arrayan	0.124	0.253	0.833	0.575	0.281	0.344	0.217	0.434	0.254	0.096	0.327	0.191	3.93
10	R. Coihueco	0.103	0.826	0.923	0.860	0.755	0.364	0.264	0.484	0.230	0.377	0.198	0.121	5.51
11	R. Sta. Cruz	0.067	0.540	1.498	0.280	0.203	0.199	0.161	0.175	0.134	0.119	0.120	0.041	3.54
12	R. El Judío	0.253	0.079	0.937	1.990	1.023	0.639	0.755	1.802	0.836	0.733	0.559	0.430	10.03
13	R. Sin nombre	0.202	0.038	0.229	0.223	0.159	0.131	0.125	0.188	0.089	0.182	0.048	0.022	1.64
14	R. Los Baños	0.369	0.337	0.903	0.861	0.388	0.880	0.467	0.567	0.701	0.703	0.826	0.325	7.33
15	A. Saltillo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.00
16	A. sin nombre	0.008	0.044	0.030	0.043	0.044	0.020	0.016	0.022	0.013	0.011	0.003	0.002	0.25
17	R. sin nombre	0.060	0.308	0.601	0.385	0.409	0.378	0.287	0.261	0.266	0.164	0.237	0.171	3.53
20	R. Gaviotas	1.898	0.115	6.199	6.967	4.758	3.292	3.215	2.531	3.229	2.223	1.241	0.612	36.28
21	A. Molinos	0.050	0.035	0.000	0.884	0.143	0.104	0.077	0.060	0.224	0.218	0.040	0.034	1.87
25	A. Colorados	0.046	0.001	0.121	0.320	0.284	0.376	0.208	0.188	0.301	0.292	0.200	0.122	2.46
26	R. Lajas	0.000	0.004	2.062	0.103	0.172	0.024	0.066	0.177	0.025	0.004	0.003	0.000	2.64
27	A. Salto Poncho	0.043	0.007	0.147	0.227	0.090	0.059	0.029	0.125	0.045	0.053	0.048	0.103	0.98
28	A. Escocia	0.074	0.047	0.547	0.757	0.533	0.435	0.235	0.387	0.328	0.283	0.209	0.134	3.97
29	R. Blanco	0.076	0.021	0.186	0.101	1.070	0.180	0.115	0.185	0.143	0.216	0.115	0.346	2.75
30	R. El Salto	0.098	0.035	0.105	0.548	0.231	0.029	0.274	0.133	0.302	0.232	0.181	0.074	2.24
31	R. Nalcas	1.271	0.391	0.348	11.306	4.597	3.973	1.582	1.467	1.352	1.971	2.099	1.352	31.71
32	R. Callao	0.127	0.169	0.260	1.033	1.170	1.371	0.517	0.452	0.820	0.961	1.521	0.262	8.66
33	R. Calle-Calle	0.027	0.028	0.074	0.206	0.124	0.202	0.852	0.100	0.106	0.057	0.037	0.015	1.83
34	A. Islote	0.000	0.000	0.004	0.038	0.005	0.003	0.017	0.014	0.010	0.020	0.013	0.000	0.12
35	A. sin nombre	0.000	0.002	0.004	0.043	0.006	0.013	0.015	0.012	0.011	0.008	0.006	0.000	0.12
36	A. sin nombre	0.000	0.000	0.001	0.021	0.006	0.005	0.002	0.004	0.001	0.002	0.003	0.000	0.04
37	A. sin nombre	0.000	0.001	0.013	0.014	0.005	0.006	0.009	0.004	0.005	0.005	0.002	0.001	0.06
39	A. sin nombre	0.012	0.001	0.008	0.009	0.003	0.004	0.009	0.007	0.007	0.005	0.003	0.000	0.07
40	R. Bonito	0.416	0.302	3.948	5.853	4.353	6.941	1.491	1.070	3.288	1.439	1.086	2.899	33.09
41	A. Las Truchas	0.013	0.053	0.400	0.213	0.067	0.251	0.067	0.041	0.102	0.035	0.031	0.060	1.33
42	A. Vesperina	0.009	0.008	0.232	0.108	0.022	0.119	0.026	0.035	0.055	0.034	0.031	0.005	0.68
43	A. Piedras Negras	0.017	0.269	0.435	0.175	0.053	0.344	0.064	0.077	0.102	0.039	0.047	0.020	1.64
45	A. sin nombre	0.000	0.002	0.029	0.026	0.027	0.106	0.008	0.018	0.015	0.008	0.008	0.004	0.25
46	A. sin nombre	0.014	0.141	0.057	0.071	0.038	0.118	0.018	0.039	0.038	0.032	0.007	0.007	0.58
47	R. Chacay	0.087	0.037	0.127	0.544	0.169	0.618	0.105	0.092	0.128	0.119	0.123	0.139	2.29
48	A. sin nombre	0.033	0.005	0.008	0.016	0.019	0.023	0.027	0.018	0.005	0.026	0.004	0.036	0.22
50	A. Huillin-Pell.	0.000	0.006	0.028	0.099	0.127	0.051	0.168	0.075	0.020	0.090	0.101	0.012	0.78
51	A. Pellinada	0.010	0.004	0.021	0.253	0.160	0.031	0.080	0.038	0.033	0.042	0.032	0.014	0.72
53	R. Negro	0.754	0.875	7.177	3.402	5.441	1.450	2.252	2.737	1.966	2.523	2.089	0.724	31.39
54Bct	R. Huillin-Rup.	0.013	0.044	0.084	0.102	0.040	0.126	0.040	0.036	0.097	0.005	0.074	0.101	0.76
54Dsg	R. Huillin-Rup.	0.098	0.207	0.303	0.782	0.842	0.801	0.400	0.364	0.310	0.015	0.266	0.296	4.68
55	A. El Parron	0.078	0.070	0.034	0.454	0.228	0.098	0.093	0.085	0.116	0.070	0.054	0.032	1.41
56	A. Chalupa	0.006	0.001	0.009	0.022	0.084	0.012	0.015	0.013	0.008	0.015	0.007	0.001	0.19
58	R. El Poncho	0.000	0.016	0.255	0.224	0.760	0.154	0.041	0.008	0.059	0.020	0.006	0.000	1.54
TOTAL* total / MES		8.1	8.0	39.0	51.1	41.5	30.3	21.1	20.6	23.2	16.8	15.3	11.1	286.1

Tabla 13: Caudales mensuales corregidos (m³/mes) de los afluentes del lago Rupanco.

Numero	Afluente	MAR 94												TOTAL
		ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE 95	FEB		
1	R. Pezo. Chico	15059.5	297012.5	539897.6	3595783.5	2952098.7	1040854.8	940365.7	1067322.0	484557.5	759089.3	425246.8	193043.0	11761120.8
2	R. Pezo. Grande	1567382.4	10990303.8	14782803.2	119781128.6	8631397.8	8890857.4	8081189.2	9230289.2	4475179.0	4357202.9	4181533.0	1221128.4	88585147.1
3	A. San Enrique	0.0	303063.8	105884.3	544594.4	571082.9	517218.1	541574.0	224121.5	177569.5	406410.8	229272.1	75772.7	388645.1
4	R. El Encanto	3462544.0	4759532.6	8408009.4	10637568.0	8039421.2	4808905.0	6793811.3	5504369.1	2744553.8	2922558.8	1827550.5	781107.9	58487229.5
5	R. Pulemu	10313987.8	16648984.8	58884098.5	43004001.8	37638035.2	25141801.8	23891582.8	23175943.4	18687818.5	31877353.1	20163828.2	11575805.2	318003788.8
6	R. Moro	65473.8	1419713.5	2908732.5	3030128.4	1871330.3	5883907.8	1710157.4	1281939.8	1805782.6	1018273.8	1049324.8	222719.8	23175495.4
7	R. Huillico	542909.3	2772143.7	5037484.2	16050895.9	7919712.7	11864384.1	7886437.5	7795188.7	6911498.7	2748279.5	2002842.3	688275.7	88150552.2
8	R. Calzoncillo	285120.0	1824220.9	1333281.7	4388488.4	8871918.1	8440418.0	3708987.2	7785188.7	6911498.7	654843.3	5458305.2	5458182.4	80217530.8
9	R. Arayan	785784.8	2004884.5	15870504.3	3722910.3	1841682.1	2392271.8	1772464.8	3420018.4	1808718.2	1808718.2	2534841.8	5235580.8	237054.0
10	R. Colhuco	1095405.1	7138934.1	35308291.8	10403481.8	7244422.1	4226579.5	4074188.5	7758017.2	2534841.8	5235580.8	2512874.9	1252425.8	88784923.5
11	R. Sta. Cruz	308286.8	1117723.9	3545078.9	1862190.5	1546931.8	1504411.2	1118717.8	1138236.2	822881.8	887195.0	951198.8	309486.7	1523340.0
12	R. El Judío	2571730.8	3129155.8	21647788.9	19785984.7	9490851.7	6541888.3	9037943.7	1959389.5	7727882.3	7471837.0	5685213.7	3877372.4	116542882.7
13	R. Sin nombre	1059350.4	914001.7	4889230.2	1878724.8	1180872.8	1146893.5	1280054.0	2084485.3	445338.0	1623142.0	557018.6	213897.1	17419889.5
14	R. Las Barbas	2000248.4	1831227.0	14343335.8	5755880.7	2469834.8	5868899.7	3577547.1	4444707.1	4400583.2	4485430.1	4891436.0	1911597.4	55780625.4
15	A. Saillito	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98497.8
16	A. sin nombre	212751.4	650244.0	1411222.3	588878.8	54874.7	398148.6	281230.7	40554.5	202273.5	247789.4	67207.6	38847.2	4898821.5
17	R. sin nombre	401837.8	3908537.5	11124888.2	2861783.1	3026589.9	3304184.8	2500271.7	2521388.2	1878678.0	2186385.4	1739315.5	1302876.3	36552213.2
20	R. Gavilana	33314172.5	12215177.3	187812181.8	11872027.9	7415523.8	5772852.3	6874721.0	49084786.7	61178061.4	59184832.8	33593280.8	12488210.8	789344249.0
21	A. Molinos	487598.8	11089803.8	1789838.3	1018707.8	1155102.3	888075.3	888075.3	820490.1	2718978.2	1803943.5	552288.9	493888.1	12778721.0
25	A. Colodados	278307.2	84184.7	2150824.4	2285747.4	1858211.9	3092052.1	1804056.6	1551985.8	2283485.0	2711888.8	1694053.2	891887.7	20488704.0
26	R. Lajas	0.0	1028803.3	17440982.1	1287850.3	2052014.9	355892.8	1279610.8	3171301.4	382028.5	142778.1	74639.9	0.0	27198591.1
27	A. Salto Poncho	837345.0	5425809.3	1514528.9	3211838.5	1299338.9	858419.0	610417.8	2064573.9	879348.0	878001.8	1022217.8	492247.2	14810031.8
28	A. Escocia	923400.8	1863808.4	10471740.2	3086882.0	3841705.8	4308282.7	2680278.5	4488430.8	2989227.7	3520802.8	2381210.8	1320854.4	41463131.3
29	R. Blanco	440898.2	1158687.0	4289294.8	1812187.2	8075359.9	2346648.8	1371292.7	2053288.8	2167013.6	2717765.8	1683031.3	1010848.9	30022278.0
30	R. El Salto	875084.5	3744403.2	7415302.3	8614512.0	3882784.1	401589.4	5945408.8	2408903.2	7088101.3	4037249.4	4218820.7	1380789.5	50128938.1
31	R. Nalcas	13015935.4	12888107.7	18258288.8	41945781.8	43380086.9	34734585.5	17213061.9	14272904.1	17183283.8	22458934.4	21140298.8	14413483.8	288718688.5
32	R. Callao	2819389.2	10111495.7	14464120.7	18310107.8	13381773.1	20644413.5	10912153.6	1758951.0	16875231.3	17183283.8	12285587.4	40888918.5	147730549.8
33	R. Calle-Calle	340200.0	883707.5	1885878.0	2847433.3	1346708.0	1020703.4	918319.4	2884103.5	1267100.7	625128.7	598949.1	714867.8	150687.5
34	A. Iajole	0.0	28837.4	218774.3	488928.1	83391.8	58910.8	389101.8	28483.5	242888.8	414521.0	130288.8	388.3	2227249.5
35	A. sin nombre	0.0	60880.0	245885.1	538948.3	85793.7	188940.8	180888.3	178889.5	238929.6	85002.4	124143.0	1183.6	1817370.4
36	A. sin nombre	0.0	0.0	18307.8	27184.8	118411.7	89338.0	37880.8	84887.7	29322.4	28883.0	40425.1	0.0	676205.5
37	A. sin nombre	0.0	30908.7	180877.8	188848.4	85306.5	81654.2	143807.0	75428.5	58885.0	54834.0	54891.5	7773.1	828478.8
39	R. sin nombre	184400.0	21238.7	58480.9	134028.8	41478.3	53787.7	98425.5	88315.2	61821.0	71285.7	61017.7	1183.6	860403.3
40	R. Bonito	18054699.2	25195978.8	128220144.1	63945334.8	68475545.9	107291012.4	27320470.6	21487780.1	8450801.1	24000130.0	17935501.8	9071806.5	604398582.7
41	A. Las Truchas	288587.2	855188.3	5983914.1	2721884.1	800041.0	3420188.3	817318.1	552818.5	1282828.6	488892.7	687628.8	241389.6	18218883.4
42	A. Vesperina	110082.2	183758.5	2334874.7	1517351.1	311459.8	1881718.3	374045.0	480875.3	783848.8	487580.9	382478.1	82237.8	8830018.4
43	A. Piedras Negras	285708.9	584185.8	2750883.9	2855035.1	882878.4	3782780.2	713032.0	708388.4	838807.0	571605.7	575777.0	200380.8	14574188.3
45	A. sin nombre	0.0	10388.6	358943.3	448748.8	128185.3	497078.9	84194.8	100844.8	72033.0	64508.2	8245.3	38458.8	1892858.2
46	A. sin nombre	187865.9	114018.5	952784.5	1158434.8	353309.7	1593875.8	212280.9	318062.1	345807.8	328847.3	55898.8	83884.9	5710718.7
47	R. Chacay	834108.8	32325.1	2849410.1	88842.5	129171.3	1823786.0	1138422.0	841111.9	982816.4	1004478.4	1076702.7	428988.7	20478072.5
48	A. sin nombre	59488.4	32325.1	88842.5	78283.3	129171.3	2804282.2	1138422.0	52010.2	30688.7	64804.5	33350.3	80880.0	903780.6
50	A. sin nombre	0.0	108285.0	788821.3	1338837.3	1091581.8	482888.0	1028307.8	718852.5	331455.4	828017.5	478341.8	111425.4	7459885.1
51	A. Pellinada	71720.8	48870.8	710888.5	2044102.3	1374923.9	244784.8	480547.5	382975.4	208197.3	315128.8	237482.8	115824.4	8215884.8
53	R. Negro	5485320.0	6882389.5	15467245.7	45418670.2	4523285.8	15317642.4	24027802.1	26781212.8	8377818.8	18118818.5	14083811.7	5800851.5	231821879.7
54	R. Huillin-Rup.	55002.2	198821.0	148088.7	388317.8	220912.7	177530.5	173784.9	178788.4	226288.4	98808.8	354112.8	321770.9	2548038.0
54Bct	R. Huillin-Rup.	315705.8	805203.8	1408108.2	4208271.7	4035784.3	2747777.8	1648952.1	1728288.7	827855.3	238986.6	1003085.6	881718.0	18958718.8
55	A. El Patron	158852.3	482182.5	443632.4	1287843.5	1118889.5	651288.3	535864.3	524882.5	575800.8	478883.3	281045.5	148883.8	6844288.8
56	A. Chalupa	43108.0	12858.9	23302.1	187830.4	42845.3	128888.1	180455.3	148337.4	75478.8	218253.8	86474.0	5875.8	1833308.0
59	R. El Poncho	0.0	453288.8	8081878.8	332881.9	14722414.8	782807.8	828417.0	188405.4	1548744.3	428480.5	128478.1	0.0	28283580.3
TOTAL(MES: M3/MES)		10510115.84	140871861.839	628408581.4828	518174228.8087	38782415.1001	358689320.0	248588831.0	231188289.0	289128894.0	239142304.0	174711738.0	84501287.0	3387414081.0

BALANCE DE NITRÓGENO DEL LAGO RUPANCO.

El estudio del balance del nitrógeno total es más difícil de estudiar que el fósforo total. Todas las fórmulas han sido elaboradas considerando especialmente el fósforo por Vollenweider (1976), porque en el hemisferio norte es éste elemento el que cumple el factor de limitante para las algas. De acuerdo con nuestros estudios (Campos 1984), consideramos que el nitrógeno cumple el papel de limitante y probablemente ambos elementos. Por esta razón es muy importante, realizar los cálculos de Nitrógeno total para este estudio.

La principal dificultad con el nitrógeno es calcular su capacidad de sedimentación. El nitrógeno tiene una menor sedimentación que el fósforo por sus procesos de nitrificación y desnitrificación. Esto se comprueba por la menor presencia de nitrógeno en los sedimentos como se ha demostrado en el presente trabajo (ver capítulo 10). Por esta razón, Bachmann (1980) al coeficiente de sedimentación lo llama coeficiente de atenuación, porque la fijación del nitrógeno y su desnitrificación puede actuar como fuente o depósito de este elemento en el lago.

Teniendo todas estas precauciones, hemos empleado de todas maneras las fórmulas de Vollenweider, para el nitrógeno con el objeto de compararlas con las realizadas por el balance másico. También hemos empleado la fórmula de Bachmann (1980, 1984) y Lorraine (1990) para el cálculo del nitrógeno.

*** Cálculo de la carga de nitrógeno total en el lago rupanco según su área.**

Para ello se utilizó la Fórmula (1) del capítulo 14.

$$L_N = 23327,8 \text{ mg} \cdot \text{año} / \text{m}^2$$

donde se sumaron :

L_N de los afluentes	1492.3 mg* año/m ²
L_N del agua de lluvia	525,5 "
L_N de los Centros de cultivos	310,0 "
	Total 2327,8 mg* año/m ²

*** Concentración de nitrógeno total según su carga**

Al igual que en el capítulo 14 se utilizó la Fórmula (2).

$$N_{tot} = 33.2 \text{ mg} * \text{m}^3$$

donde:

$$L_N = 2327,8 \text{ mg} * \text{m}^3$$

$$z = 163 \text{ m}$$

$$T = 8.5 \text{ años}$$

$$f = 0.11$$

$$1-R = 0.256$$

*** Concentración de nitrógeno total calculada para todo el volumen (V) del lago de acuerdo a la carga de sus afluentes, aguas de lluvia y centro de cultivo**

$$V * N_{tot} = 1261 \text{ toneladas}$$

donde:

$$V = 38 \text{ km}^3$$

$$N_{tot} = 33.2 \text{ mg} * \text{m}^3$$

*** Concentración de nitrógeno total de acuerdo a su promedio actual**

$$N_{tot} * V = 1820,2 \text{ toneladas}$$

donde:

$$\text{Promedio actual o medido} = 47.9 \text{ mg} * \text{m}^3$$

$$V = 38 \text{ km}^3$$

El nitrógeno total calculado de acuerdo a su carga fue de 1261,6 toneladas y el actual de 1820.2 toneladas. Esto da una diferencia de 560 toneladas acumuladas.

*** Cálculo del nitrógeno total según su área**

Este cálculo se hace utilizando la Fórmula (3) del capítulo 14.

$$L_{N \text{ tot}} = 3354,7 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$$

donde:

$$N_{\text{tot}} = 47.9 \text{ mg} \cdot \text{m}^3 \text{ (promedio medido)}$$

$$z = 163$$

$$f = 0.11$$

$$1 - R = 0.256$$

La carga en toda el área del lago:

$$L_{N \text{ tot}} \cdot A_o = 788,4 \text{ toneladas}$$

donde :

$$L_{N \text{ tot}} = 3354,7 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$$

$$A_o = 235 \text{ km}^2$$

El ingreso, al área del lago, de nitrógeno total de acuerdo a su promedio actual fue de 788,4 toneladas, que está cercano a la concentración calculada de 546,82 toneladas en el balance másico (capítulo 13).

*** Diferencia entre la carga calculada y la medida.**

La carga calculada según la carga de los afluentes, lluvia y centros de cultivo fue de 2327.8 mg * año/m². La carga calculada según el promedio actual fue de 3354.7 mg * año/m². La diferencia entre ambos fue de 1026,9 mg * año/m², que equivaldría a la carga al inicio del período.

*** Cálculo de carga de nitrógeno según fórmula de Bachmann (1984)**

$$\ln [L] = 3.24 + 0.708 \ln [TN] + 0.859 \ln (z) + 0.770 (r)$$

$$L = 3431 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$$

donde:

$$TN = 47.9 \text{ mg} \cdot \text{m}^3 \text{ (promedio medido)}$$

$$z = 163 \text{ m}$$

$$f = 0.11$$

La carga calculada con esta fórmula fue de 3431 mg* año/m² es semejante al obtenido con la del cálculo según el área de 3354,7 mg* año/m²

*** Cálculo de nitrógeno según fórmula de Lorraine (1990).**

$$N_x = N_j - N_w$$

$$N_x = 254.1 \text{ toneladas}$$

donde:

N_x = contenido de nitrógeno total del lago

N_j = carga de nitrógeno total al lago

LN de los afluentes = 348.31 toneladas

LN de agua lluvia = 123.5 "

LN de Centros cultivos = 75.02 "

Total = 546.82 toneladas

N_w = descarga de nitrógeno del lago (V/Q)

292,71 toneladas por el río Rahue.

*** Carga de nitrógeno total mensual de los afluentes del lago Rupanco.**

Se siguió el mismo método empleado en el cálculo del fósforo total. Cada uno de los afluentes presentaron cargas diferentes que están expuestas en Tabla 132.

Tabla 132:

Carga de Nitrógeno total (mg*año/m²) de los afluentes del Lago Rupanco.

Numero	Afluente	MAR.94	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE.95	FEB	TOTAL
1	R. Pesc. Chico	0.131	1.868	0.816	8.790	5.448	1.869	1.912	2.173	0.888	0.631	1.154	0.415	26.09
2	R. Pesc. Grande	2.725	6.913	5.825	14.220	6.383	6.616	5.773	7.283	8.646	3.509	3.220	1.534	70.65
3	A. San Enrique	0.000	2.340	0.831	1.513	1.919	1.534	2.060	0.110	0.009	0.985	0.645	0.307	12.25
4	R. El Encanto	2.124	13.518	28.791	12.384	7.596	5.501	7.361	5.857	2.224	2.026	2.089	0.649	90.12
5	R. Puleufu	5.387	18.940	34.657	6.063	6.633	2.693	2.157	3.110	1.612	3.865	1.532	0.556	87.20
6	R. Moro	0.036	5.140	7.430	2.859	1.785	5.090	0.769	0.508	1.325	0.662	0.607	0.026	26.24
7	R. Huillinco	0.178	5.005	0.898	9.274	3.116	2.481	1.280	0.762	6.061	0.829	0.317	0.050	30.25
8	R. Calzoncillo	0.164	2.706	0.706	1.770	3.654	1.465	0.778	5.070	1.654	1.331	3.724	1.560	24.58
9	R. Arrayan	0.207	2.372	4.868	0.846	0.230	0.159	0.113	0.640	0.216	0.235	0.657	0.087	10.63
10	R. Coihueco	0.335	11.663	10.937	2.293	1.090	0.694	0.494	2.889	0.373	0.998	0.750	0.358	32.87
11	R. Sta. Cruz	0.282	5.281	2.341	1.465	0.523	0.711	0.490	1.623	0.134	0.376	0.422	0.227	13.88
12	R. El Judío	0.610	3.399	7.707	4.349	1.993	0.877	0.878	2.200	0.512	1.068	1.254	0.303	25.17
13	R. Sin nombre	0.224	0.995	1.507	0.331	0.208	0.031	0.166	0.193	0.056	0.156	0.105	0.019	3.99
14	R. Los Baños	0.398	1.975	4.376	1.301	0.379	0.249	0.299	0.336	1.754	0.512	1.716	0.101	13.39
15	A. Saltillo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.002	0.03
16	A. sin nombre	0.065	0.561	0.800	0.225	0.182	0.089	0.121	0.088	0.062	0.073	0.016	0.005	2.29
17	R. sin nombre	0.083	3.433	3.651	0.593	0.270	0.173	0.298	0.552	0.046	0.226	0.020	0.150	9.49
20	R. Gaviotas	13.060	10.467	62.396	18.364	7.519	2.970	6.660	3.216	5.809	3.804	5.210	1.265	140.74
21	A. Molinos	0.169	1.051	0.000	0.529	0.295	0.208	0.102	0.167	0.465	0.454	0.115	0.074	3.63
25	A. Colorados	0.056	0.070	0.757	0.364	0.380	0.184	0.182	0.145	0.127	0.378	0.241	0.060	2.94
26	R. Lajas	0.000	0.871	6.030	0.157	0.103	0.019	0.050	0.314	0.036	0.010	0.015	0.000	7.61
27	A. Salto Poncho	0.893	0.077	2.847	1.828	0.329	0.232	0.157	0.660	0.234	0.117	0.324	0.163	7.66
28	A. Escocia	0.254	1.579	19.333	0.885	0.277	0.457	0.111	0.709	0.170	0.361	0.238	0.226	24.60
29	R. Blanco	0.149	0.311	0.763	0.599	0.434	0.191	0.140	0.175	0.160	0.187	0.069	0.177	3.35
30	R. El Salto	0.622	2.451	0.877	6.061	0.884	0.061	0.496	0.435	0.831	0.374	0.507	0.131	13.73
31	R. Nalcas	4.160	1.506	13.556	7.558	6.841	5.983	2.011	2.060	0.668	2.691	1.610	1.161	49.81
32	R. Callao	1.021	0.845	12.165	5.098	2.048	2.096	0.744	0.690	0.597	3.862	29.461	0.243	58.87
33	R. Calle-Calle	0.428	0.659	5.785	2.544	1.340	0.807	1.020	0.510	0.465	0.514	0.020	0.078	14.17
34	A. Islote	0.000	0.010	0.019	0.342	0.015	0.010	0.070	0.063	0.027	0.118	0.134	0.000	0.81
35	A. sin nombre	0.000	0.143	0.503	0.368	0.072	0.183	0.122	0.122	0.113	0.049	0.024	0.001	1.76
36	A. sin nombre	0.000	0.000	0.041	0.278	0.151	0.065	0.035	0.074	0.014	0.005	0.020	0.000	0.68
37	A. sin nombre	0.000	0.171	0.088	0.482	0.215	0.151	0.342	0.173	0.114	0.011	0.040	0.004	1.79
39	A. sin nombre	0.159	0.017	0.048	0.077	0.010	0.034	0.046	0.053	0.063	0.044	0.116	0.001	0.67
40	R. Bonito	3.821	6.661	145.905	20.804	29.507	29.144	3.937	2.678	10.612	3.744	7.466	0.387	264.67
41	A. Las Truchas	0.313	0.532	12.411	1.994	0.478	2.793	0.399	0.349	0.458	0.282	0.068	0.096	20.17
42	A. Vesperina	0.135	0.092	4.351	0.226	0.122	1.213	0.202	0.166	0.333	0.211	0.130	0.054	7.23
43	A. Piedras Negras	0.497	0.670	7.787	2.814	0.568	4.356	0.658	0.825	0.828	0.104	0.147	0.124	19.38
45	A. sin nombre	0.000	0.045	2.945	1.919	0.473	2.708	0.371	0.463	0.291	0.207	0.113	0.070	9.61
46	A. sin nombre	0.645	0.941	2.884	1.417	0.409	2.899	0.264	0.398	0.257	0.294	0.201	0.098	10.71
47	R. Chacay	0.610	0.675	8.599	9.304	1.113	3.582	0.985	0.760	0.887	0.692	1.235	0.441	28.88
48	A. sin nombre	0.094	0.021	0.257	0.080	0.065	0.111	0.059	0.045	0.014	0.053	0.031	0.049	0.88
50	A. Huillin-Pell.	0.000	0.576	7.506	4.499	2.380	1.226	2.970	0.496	1.189	1.579	0.001	0.326	22.75
51	A. Pellinada	0.176	0.129	9.540	5.036	3.299	0.359	0.915	0.792	0.159	0.399	0.575	0.123	21.50
53	R. Negro	9.960	18.351	51.253	37.346	32.955	10.999	15.392	19.606	7.179	8.726	10.405	3.015	225.19
54Bct	R. Huillin-Rup.	0.143	0.918	0.079	0.099	0.154	0.201	0.200	0.226	0.197	0.018	0.464	0.354	3.05
54Dsg	R. Huillin-Rup.	1.070	3.905	1.039	5.625	4.245	3.580	1.875	1.763	0.031	0.290	1.037	0.876	25.34
55	A. El Parron	0.456	2.158	1.194	2.160	1.503	1.253	0.915	0.852	0.556	0.576	0.387	0.140	12.15
56	A. Chalupa	0.099	0.081	0.074	0.496	0.464	0.137	0.152	0.157	0.066	0.185	0.041	0.003	1.96
58	R. El Poncho	0.000	0.104	5.001	0.465	1.075	0.093	0.037	0.044	0.042	0.043	0.003	0.000	6.91
TOTAL/MES:(mg*mes/m2)		51.9	142.2	502.2	207.9	141.1	108.5	66.6	72.6	56.6	47.9	78.7	16.1	1492.3



CAPACIDAD DE CARGA DE CULTIVOS SALMONIDEOS EN EL LAGO RUPANCO

El objetivo principal del presente trabajo es la "Determinación de la capacidad de carga (stock explotable)" como está indicado en el título. En este capítulo daremos respuesta a ésta interrogante que corresponde a la IX propuesta. De acuerdo a la propuesta esta capacidad de carga será calculada de acuerdo a los balances de fósforo y nitrógeno del lago Rupanco, obtención de la carga crítica y contenido actual del lago e ingreso de nutrientes de los centros de cultivos. Así se podrá determinar la carga de salmonideos que se pueden cultivar en este lago sin sobrepasar su límite oligotrófico.

En los 15 capítulos anteriores se han obtenido los antecedentes para responder ésta interrogante.

Capacidad de carga de salmonideo según concentración de fósforo total

De acuerdo con la **carga crítica** calculada, el lago Rupanco alcanzaría su carga máxima de $784.3 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$. Esto significa que el lago con esta carga a llegado a su máxima capacidad. De los cálculos realizados en el balance de fósforo total (capítulo 14) se obtuvo una carga de $742,4 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$. Estos significa que de acuerdo a su carga actual el lago está a sólo $41,9 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$ para pasar de oligotrófico a mesotrófico. Se debe tener presente que los actuales centros de cultivo cargan al lago con $33 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$. Es decir la diferencia se alcanzará, si las condiciones permanecen constantes, en un año tres meses a partir de Febrero de 1994.

El resultado anterior determina que no se puede cargar más el lago con cultivos de salmonideos, porque la capacidad de carga de fósforo está saturada. Al contrario, con los antecedentes entregados en este informe, se debe tratar de disminuir la capacidad de carga de fósforo total al lago, porque la tendencia de sobrecarga en pocos años más es

evidente si se mantienen las condiciones de este estudio. Los antecedentes que avalan esta conclusión negativa para usar este lago en la explotación del cultivo de salmonideos son las siguientes:

- Fórmula predictiva de Vollenweider (1976).

$$L_{cp} = \frac{P_{tot} * z}{T_w} (1 + V T_w) = mg * año/m^2$$

donde :

L_{cp} = carga de fósforo según promedio del lago.

P_{tot} = concentración de fósforo total promedio.

z = profundidad media

T_w = renovación total

Con esta fórmula se calcula la carga del lago a diferentes promedios. En 1954 el lago Rupanco registró 1 ug/l (Loffler 1960), en 1980 a 1981 se registró un promedio de 3.6 ug/l (Campos 1992). En el período de estudio el promedio fue de 10.6 ug/l. Es decir en los últimos 13 años el lago ha subido en 7 ug/l. De acuerdo a las condiciones de trofía de los lago se considera que el límite de la ultraoligotrofía son los 5 ug/l. El límite de la oligo-mesotrofía son los 10 ug/l (Wetzel, 1980). Sobre los 10 ug/l se inicia la mesotrofía.

De acuerdo con la fórmula anterior las cargas serían las siguientes:

$$P_{tot} = 1 \text{ ug/l} \quad L_{cp} = 75 \text{ mg} * \text{año}/m^2$$

$$P_{tot} = 3.6 \text{ ug/l} \quad L_{cp} = 270.27 \text{ mg} * \text{año}/m^2$$

$$P_{tot} = 5.0 \text{ ug/l} \quad L_{cp} = 375.37 \text{ mg} * \text{año}/m^2$$

$$P_{tot} = 10.6 \text{ ug/l} \quad L_{cp} = 795.8 \text{ mg} * \text{año}/m^2$$

El lago está sobrecargado, porque su límite de 5 ug/l ha sido superado con una carga de 420 mg*año/m² es decir en 98.8 toneladas de fósforo total de sobrepeso.

- Balance másico

El cálculo del balance másico del lago determinó que la concentración de fósforo

total que queda en el lago fue de 39.35 toneladas en el año en estudio. Esta carga es excesiva porque a este ritmo el lago podría duplicar su concentración alrededor de los 10 años.

- Aporte de los centros de cultivos

Se calculó que los actuales centros de cultivos aportan un 9.7% del ingreso de fósforo total al lago, que corresponde a 8 toneladas en el año. Esta carga, es carga artificial, originada por la actividad del hombre. La otra carga es la originada por la agricultura. Se calculó que a través de las praderas y cultivos se exportan alrededor de 23 toneladas. Es probable que los habitantes permanentes de la cuenca (3300 personas) aporten en el año 4 toneladas. En resumen la carga artificial sería, en ese período, de 35 toneladas de ingreso al lago. El ingreso medido en el período fue de 82.29 toneladas. La carga artificial significa un 42.5% del ingreso total al lago en el año de estudio. De la carga artificial los centros de cultivos pasan a contribuir con un 22.8%. Esto revela la importancia de los cultivos de salmonídeos en las cargas artificiales.

Se debe considerar que el aporte de fósforo total por toneladas de producción de salmonídeos está en un rango entre 10 a 20 kilos. Sin embargo, en los centros del lago Rupanco, se calculó 8.2 kilos por toneladas lo que refleja el esfuerzo por bajar el aporte de fósforo por los alimentos de los peces. Este valor debe tenerse presente para la carga futura artificial del lago.

Capacidad de carga de salmonídeos según concentración de nitrógeno total

Las concentraciones de nitrógeno total en cuanto a su carga crítica no es posible calcularlas en la misma forma que el fósforo total. En el capítulo 15 se explicó las dificultades que tienen los cálculos con nitrógeno total. Una consideración muy importante es que, en nuestros lagos, no se pueden emplear los rangos de nitrógeno total entregados para el hemisferio norte, donde el mínimo para la oligotrofia corresponde a 200 ug/l

(Wetzel, 1983). Esto se debe a que en el hemisferio norte el factor mínimo o limitante del crecimiento poblacional de las algas son las concentraciones de fósforo. En nuestro caso el nitrógeno pasa a cumplir ese rol junto con el fósforo. Tratar de alcanzar una concentración de 200 ug/l en el lago Rupanco significaría un verdadero desastre ecológico, por una desatada eutroficación. El fósforo y nitrógeno actúan juntos en proporción que veremos más adelante. Con los antecedentes obtenidos en los capítulos anteriores proyectamos la carga que significa el cultivo de salmonídeo.

- Balance de nitrógeno del lago

De acuerdo a la carga de nitrógeno total al lago Rupanco dentro del período de 2327,8 mg*año/m² que corresponde a los afluentes, agua de lluvia y centros de cultivo, se obtuvo que la concentración de nitrógeno total en la masa del lago fue de 33.2 mg*m³, lo que significa 1261 toneladas en el volumen de agua. Sin embargo, el promedio medido fue de 47.9 mg*m³ con una concentración en el lago de 1820,2 toneladas. Este resultado muestra que el lago tiene 14.7 mg*m³ (47.9 - 33.2) de más que el que debería tener según su carga, es decir el lago está sobrecargado de nitrógeno total en 560 toneladas acumuladas.

El estudio de la carga del lago en su área fue de 2327,8 mg*año/m², como se indicó en el párrafo anterior. La carga calculada, es decir lo que debería recibir el lago fue calculada en 3354.7 mg*año/m², de acuerdo al promedio actual de 47.9 mg*m³ del lago. Esto da una diferencia de 1026.9 mg*año/m² que estaría acumulada en el lago al inicio del período. Esto equivale a que anteriormente ingreso al área del lago fue de 2413,2 toneladas.

La carga calculada por la fórmula de Bachmann (1984) de 3431 mg*año/m² es cercana a la calculada anteriormente de 3354.7 mg*año/m², lo que confirma los antecedentes anteriores.

De acuerdo a estos antecedentes el lago no está en condiciones de recibir más carga

de nitrógeno total ya que está sobrecargado.

- Balance másico

De acuerdo al balance másico se determinó que el lago queda cargado con 254.1 toneladas en el período. Esta carga la consideramos excesiva, ya que en 7.2 años el lago tendría el doble de concentración de nitrógeno total, es decir alrededor de 100 ug/l. Si consideramos que destacados autores consideran que el equilibrio másico entre fósforo total y nitrógeno total es de N:P = 7 u 8:1 (Schindler and Fee, 1974), esta relación se vería superada en el lago. Así, por ejemplo, si se mantuviera la actual concentración de fósforo total de 10.6 ug/l y el nitrógeno aumenta a 100, la relación alcanzaría a 9.4:1 de N:P.

- Aportes de los centros de cultivo

Se calculó que los actuales centros de cultivo aportan un 13.7% del ingreso de nitrógeno total al lago, que corresponde a 75 toneladas en el período. Esta es considerada carga artificial de origen antropocéntrico. La otra carga es originada por la agricultura. Se calculó que a través de praderas ganaderas y cultivos agrícolas se exportan alrededor de un 59% a los afluentes, es decir, un 312 toneladas de nitrógeno total en el período. Es probable que los habitantes permanentes de la cuenca contribuyan con 25 toneladas de nitrógeno total. En resumen el aporte artificial alcanzaría a 412 toneladas. Si consideramos que el ingreso medido de nitrógeno total fue de 546.82 toneladas, la carga artificial alcanza a un 75 %. El aporte de las pisciculturas significarán un 18.2 % del total de la carga artificial. Esto revela la importancia del aporte de los centros de cultivo al lago. Se debe considerar que una tonelada de salmonideos pueden aportar entre 50 a 100 kilos de nitrógeno total por tonelada, siendo el promedio en el lago Rupanco en sus actuales centros de 83 kilos por tonelada. Este antecedente es importante para proyectar el aporte de nitrógeno en la carga del lago.

Conclusión

Los antecedentes del presente estudio analizados en este capítulo consideran que este lago no puede aumentar sus centros de cultivos y debe reducirse el ingreso de fósforo total y nitrógeno total.

CONCLUSIONES

En este capítulo se resumen los principales resultados del presente estudio.

- * De acuerdo con el estudio de las cartas temáticas con imágenes satelitales se concluyó que la cuenca del lago Rupanco tiene 9994 km² y el área del lago 235 km². Se determinó la presencia 249 ríos de primer orden, 66 de segundo, 13 de tercero y dos de cuarto orden.
- * De la cuenca se determinaron las subcuencas en 624,7 km². La mayor subcuenca fue la del río Gaviotas con 166.9 km².
- * La carta del uso de los suelos determinó que 53.8% (335.9 km²) están cubiertos de bosque nativo, 20.5% (128.3 km²) de praderas, 22% (137.7 km²) de lava, 2.8% (17.4 km²) de matorral y quila, y 0.86% (5.4 km²) de agua.
- * A través del estudio de microcuencas se determinó que el bosque nativo exporta 103 mg/m²*año de fósforo total, las praderas ganaderas con agricultura 91 mg/m²*año, y las praderas ganaderas 115 mg/m²*año.
- * Se determinó que el bosque nativo exporta 613 mg/m²*año de nitrógeno total, las praderas ganaderas agrícolas 1104 mg/m²*año, y las praderas ganaderas 1535 mg/m²*año.
- * Se determinó que el bosque nativo con el 53.8% de la superficie aportó 46,4% de fósforo total, las praderas con un 20.5% de la superficie exportó 32.2 toneladas y

los matorrales con un 2.8 % exportó 21.4%, de un total general de 47.1 toneladas de fósforo total.

- * El nitrógeno total exportó a su vez un total de 529.9 toneladas a los ríos con un 43.1% proveniente del bosque nativo, 36.6% de las praderas y 20.3% de los matorrales y quila.

- * Se determinó las concentraciones de los afluentes, sus caudales mensuales y su aporte anual en 48 ríos. Los afluentes aportaron 66.79 toneladas de fósforo total durante el año en estudio, que significa un 81.2% de todo el fósforo total que entró al lago. Por los afluentes ingresaron 123.5 toneladas de nitrógeno total, que corresponde a un 63.7% de todo el nitrógeno que entró al lago en el período.

- * Se realizó un balance hídrico determinándose que ingresaron al lago por las precipitaciones 3.010,8 millones de m³ de agua de los cuales un 20.2% cayó directamente sobre el área superficial del lago y un 79.8 % en su cuenca. La evaporación del lago descargó 160.6 millones de m³. La descarga total de la cuenca y el lago fue de 4455.1 millones de m³, quedando un déficit de 1830,1; es decir esta saliendo más agua de la que entra. Se postula que está entrando agua de otras cuencas al lago.

- * Se calculó que la renovación total del volumen del lago Rupanco se alcanzaría en 8.5 años.

- * El aporte de fósforo total de las aguas de lluvia sobre el lago fue de 7.5 toneladas es decir un 9.7% del fósforo total que ingresa al lago. El agua de lluvia aportó 123.5

toneladas de nitrógeno total, que equivale a un 13.7% del ingreso total al lago.

- * El ingreso de fósforo total desde la piscicultura fluvial fue pequeño, con un aporte de $3.9 \text{ mg} \cdot \text{año} / \text{m}^2$ y $22.3 \text{ mg} \cdot \text{año} / \text{m}^2$ de nitrógeno total.
- * Se estudiaron los seis centros de cultivo en el lago Rupanco que operaron en el período. Los centros de cultivo aportaron 8 toneladas de fósforo total que equivalen a un 9.7% del ingreso total y 75 toneladas de nitrógeno total que equivalen a un 13.7% del ingreso total.
- * Se calculó experimentalmente, a través de colectores bajo las balsas jaulas, que entre 8 a $19 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{día}$ se deposita sedimento. La sombra proyectada para cada balsa sería de 144 m^2 . Se estima una deposición de $0.18 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{día}$ de fósforo total. Se calcula que para 20 balsas se tendría un aporte anual a los sedimentos de 190 kilos de fósforo total. Fue difícil determinar la situación del nitrógeno, porque no se observó un efecto significativo en los sedimentos.
- * Se observó que las balsas jaulas salmonideas tienen un impacto sobre los sedimentos, siendo los valores muy variables.
- * El estudio de la concentración promedio de fósforo en el lago fue de $10.6 \text{ ug} / \text{l}$ y $47.9 \text{ ug} / \text{l}$ de nitrógeno total, en un volumen del lago calculado de 38 km^3 .
- * La composición del fitoplancton y concentración de clorofila muestran cambios cualitativos y cuantitativos desde el estudio realizado en 1980-81 (Campos 1992) con el actual. Esta situación no se observó en el estudio del zooplancton.

* Se realizó un balance másico considerando el ingreso y salida de fósforo total del lago Rupanco. Este balance determinó la carga interna, es decir la proveniente de los sedimentos. Se determinó que ingresó al lago 82.29 toneladas medidas y salieron por el efluente 42.94 toneladas, quedando dentro del lago 39.5 toneladas. El promedio de contenido de fósforo fue de 406.3 toneladas. Se calculó que el lago se cargo desde los sedimentos en 23.85 toneladas. Se determinó que entra más fósforo total del que sale, quedando una carga en el lago de 39.35 toneladas.

* Se realizó el balance másico para el nitrógeno total. Ingresó al lago 546.82 toneladas y salieron por el efluente 292.71 toneladas, quedando en el lago 254.1 toneladas. El promedio de nitrógeno total en el lago fue de 1821.8 toneladas. Se determinó el flujo de los sedimentos o carga interna, en 55.6 toneladas. Entra más nitrógeno que el que sale, estando el lago cargado en las 254.1 toneladas.

* Se realizó un balance del fósforo total. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Balance volumétrico:

- carga total	=	366,7 mg*año/m ² .
- concentración según su carga	=	4.83 mg*m ³ = 183.5 toneladas
- promedio medido	=	10.6 mg*m ³ = 402.8 toneladas
- concentración al inicio del período	=	5.66 mg*m ³ = 219.3 toneladas.

Balance areal:

- Carga según promedio calculado	=	742.4 mg*año/m ² = 174.5 toneladas en el área del lago (235 km ²)
- Carga según promedio medido	=	361.7 mg*año/m ² = 84.9 toneladas
- Concentración al inicio del período	=	380.7 mg*año/m ² = 89.6 toneladas

* Carga crítica, se calculó en $784.3 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$. El lago tiene una carga medida de $742.4 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$, que está muy cerca de la carga crítica.

* Se realizó un balance de nitrógeno total. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Balance volumétrico:

- carga total	=	$2327.8 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$
- concentración según su carga	=	$33.2 \text{ mg} \cdot \text{m}^3 = 1261 \text{ toneladas}$
- promedio medido	=	$47.9 \text{ mg} \cdot \text{m}^3 = 1820.2 \text{ toneladas}$
- concentración al inicio del período	=	$14.7 \text{ mg} \cdot \text{m}^3 = 560 \text{ toneladas.}$

Balance areal:

- Carga según promedio calculado	=	$3354.7 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2 = 788.4$ toneladas
- carga según promedio medido	=	$2327.8 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2 = 547 \text{ toneladas}$
- concentración al inicio del período	=	$1026.9 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2 = 241.3$ toneladas

* Cálculo de carga según fórmula de Bachmann (1984) fue de $3431 \text{ mg} \cdot \text{año}/\text{m}^2$.

* Cálculo másico según fórmula de Lorraine (1990) fue de 546,8 toneladas de nitrógeno total que quedarían en el lago.

* La capacidad de carga de cultivos salmonídeos de acuerdo a los resultados obtenidos no es posible, por estar el lago sobrecargado de fósforo total y nitrógeno total.

* Carga artificial es decir aquella que aporta el hombre corresponde un 42.5% de lo que ingresa de fósforo total al lago. Los centros de cultivo aportan un 22.8% de la

carga artificial. El aporte de nitrógeno total por la carga artificial corresponde a un 75% de los cuales los centros de cultivo contribuyen con un 18%.

Conclusión final

El lago Rupanco está en su límite máximo, es decir sobrecargado de fósforo y nitrógeno total. Todos los índices revelan que en pocos años más, este lago pasaría a ser mesotrófico si se siguen recibiendo los aporte de estos nutrientes registrados en este estudio.

Se recomienda realizar un plan de recuperación del lago para disminuir el ingreso de nutrientes de fósforo y nitrógeno. Se recomienda cerrar el lago al ingreso de centros de cultivos y pisciculturas fluviales, e incluso no autorizar ampliaciones de las actuales.

AGRADECIMIENTOS

El Investigador principal agradece a la Subsecretaría de Pesca a través del Fondo de Investigaciones Pesqueras (FIP) la adjudicación de este estudio que ha sido extraordinariamente interesante y pionero en este tipo de estudios en Chile.

Se agradece a los Investigadores colaboradores del presente trabajo, quienes lo han realizado con un alto nivel científico y de eficiencia.

Deseo destacar entre los colaboradores la abnegada labor de la Srta Rosa Cárcamo en todo el trabajo computacional, así como también a los Srs. Raúl Arriagada y Javier Zapata por su sacrificado trabajo en el terreno.

Se agradece a todas aquellas instituciones que han colaborado en esta investigación especialmente al Club de Pesca y Caza de Osorno quienes nos dieron un gran apoyo logístico.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BELAMIE, R. 1978. Transfert des fertilisants vers les eaux de surface dans un petit bassin versant agricole. Verh. int. Verein. Limnol., 20: 1503-1508.
- CAMPOS, H.; W. STEFFEN; C. ROMAN and G. AGUERO. 1983. Limnological studies in lake Villarrica. Morphometrical, physical, chemical, planktonic factors and primary productivity. Arch. fur Hydrobiologie, 5(4):371-406.-
- CAMPOS, H. y col. 1985. Investigación de la capacidad de carga para el cultivo de salmonídeos de la hoya hidrográfica del lago Villarrica. IFOP-UACH.
- CAMPOS, H. 1986. Alteraciones en lagos Araucanos por aumento del ingreso de nutrientes. CIPMA.
- CCE (COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES). 1974. Informations internes sur l'agriculture: conséquences écologiques de l'application des techniques modernes de production en agriculture. Informations internes sur l'Agriculture, vol. 137, París.
- DILLON, P.J. y W.B. KIRCHNER. 1975. The effects of geology and land use on the export of phosphorus from watersheds. Water Research, 9: 135-148.
- DIRECCION GENERAL DE AGUAS. 1987. Balance hídrico de Chile. Ministerio de Obras Públicas 24 pp.
- DGA - UACH. 1988. Operación parcial de la red mínima de control de lagos. Estudio de los lagos Villarrica y Llanquihue.
- DORIOZ, J.M. y A. FERHI. 1994. Non-point pollution and management of agricultural areas: phosphorus and nitrogen transfer in an agricultural watershed. Wat. Res., 28(2): 395-410.
- GOLTERMANN, H.L. and F.A. KOUWE. 1980. Chemical budgets and nutrient pathways. In. Ed. LeCren and Lowe - Mc Connell: The functioning of freshwater ecosystems. Cambridge University Press.
- HENIN, S. 1980. Rapport sur les activités agricoles et qualités des eaux. Ministère de l'Agriculture. Ministère de l'Environnement et du Cadre de la Vie, París.
- HUBER, A.; OYARZUN, C. 1983. Precipitación neta e intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata* (D. DON). Bosque, (5(2):59-64.
- HUBER, A.; OYARZUN, C. 1990. Variaciones anuales de la precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción en un bosque adulto de *Pinus radiata*. Turrialba, 40 (4) : 503-508.
- HUBER, A.; OYARZUN, C. 1992. Redistribución de las precipitaciones en un bosque siempre verde del sur de Chile. Turrialba, 42 (2) : 192-199.
- HUBER, A.; MARTINEZ, A. Redistribución de las precipitaciones en un bosque de la pluviselva valdiviana. Medio Ambiente (en prensa).

- JANSSON, M.; R. ANDERSSON; H. BERGGREN y L. LEONARDSON. 1994. Wetlands and lakes as nitrogen traps. *Ambio*, 23(6): 320-325.
- KRONVANG, B. 1990. Sediment-associated phosphorus transport from two intensively farmed catchments areas. In: *Soil Erosion on Agricultural Land* (J. Boardman et al., eds.). John Wiley & Sons. 313-330 pp.
- KRONVANG, B.; G. ERTEBJERG; R. GRANT; P. CRISTENSEN; M. HOVMAND y J. KIRKEGAARD. 1993. Nationwide monitoring of nutrients and their ecological effects: state of the danish aquatic environment. *Ambio*, 22(4): 176-187.
- MORENO, H. y J. VARELA. 1985. Geología, volcanismo y sedimentos piroclásticos cuaternarios de la región central y sur de Chile. En: *Suelos volcánicos de Chile* (J. Tosso, ed.). INIA, Ministerio de Agricultura, Chile. 493-528 pp.
- PRAIRIE, Y.T. and J.KELFF. 1988. Dissolved phosphorus dynamics in headwater streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45(2):200 - 205.
- SADZAWKA, M.A. y M.A. CARRASCO. 1985. Química de los suelos volcánicos. En: *Suelos volcánicos de Chile* (J. Tosso, ed.). INIA, Ministerio de Agricultura, Chile. 337-435.
- SEMPE, J.L. 1981. Las asociaciones vegetales nativas y antropogénicas del islote Rupanco, Osorno-Chile. Tesis Universidad Austral de Chile. 26 pp.
- SEPPANEN, P. 1972. Determination of summer cottaging capacity of lake. *Aqua Fennica*. p. 104-107.
- VIGHI, M.; S. SOPRANI; P. PUZZARINI y G. MENGHI. 1991. Phosphorus loads from selected watersheds in the drainage area of the Northern Adriatic sea. *J. Environ. Qual.*, 20: 439-444.
- WECHMANN, A. 1964. *Hydrologie*. R.Oldenbourg. München - Wien 534 pp.
- WETZEL, R.G. 1988. *Limnology*. Saunders College Publishing.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1968. The scientific basis of lake and stream eutrophication, with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factor. Technical Report to O.E.C.D., Paris, DAS/CSI/68(27): 1 - 182.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1976. Advances indefining critical loadings levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Inst. Ital. Hidrobiol.*, 33:58 -83.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 1980. Manual of stream gauging. Operational Hydrobiology Rep. 13. WMO-N° 519. Geneva.