

INFORME FINAL

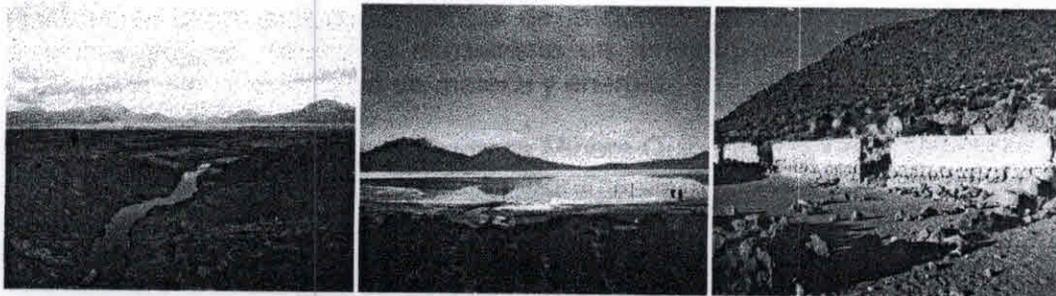
PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
EXTRACCION DE ULEXITA
EN EL SALAR DE SURIRE,

(XV REGION DE ARICA Y PARINACOTA):

CALIDAD DE AGUA,
BIOTA Y PAISAJE

2009

QB
QUIBORAX



PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

**EXTRACCIÓN DE ULEXITA EN EL SALAR DE SURIRE,
CALIDAD DE AGUA, BIOTA Y PAISAJE.
(XV REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA)**

2009



RESUMEN EJECUTIVO

La Empresa Minera Quiborax Limitada realiza, desde 1989 a la fecha, actividades extractivas de boratos de baja ley en el Salar de Surire (I Región). Dichas actividades se concentran en el sector poniente del salar, donde se procede a levantar la capa superficial del terreno para posteriormente extraer la ulexita y sus derivados. La ulexita, que es el borato de mayor importancia comercial, está contenida en los distintos horizontes superficiales del suelo, con distintas leyes de pureza. Una vez que esta materia prima se extrae, es transportada a una planta de tratamiento localizada a 155 Km del salar, cercana a Arica. Se considera que tanto las actividades extractivas como el transporte de la ulexita, pueden resultar en modificaciones de la estructura del hábitat en el salar, como también alteraciones sobre sus componentes de la flora y fauna acuática y terrestre. Estas alteraciones pueden afectar el ecosistema en términos de la estructura de la comunidad biológica y la transferencia de materia y energía.

Desde abril de 1999 y hasta la fecha, la Empresa Minera Quiborax Limitada, desarrolla en el Salar y algunas de sus rutas de acceso, un programa de monitoreo (PM) estacional de la calidad de las aguas (salar) y biota (salar y accesos), con el fin de determinar cualitativa y cuantitativamente los efectos que puede producir en el ecosistema, la actividad minera. Además, dicho PM permite verificar los resultados de las medidas de mitigación establecidas y ejecutadas por la empresa, para la eliminación y/o reducción de los posibles impactos negativos. El presente informe resume los resultados del período 2009, en el área de influencia del proyecto.

El área de estudio incluye 13 estaciones de monitoreo; 10 en el mismo salar, entre las cuales se encuentran lagunas y pozos y dos en vertientes que drenan desde las quebradas del borde del salar hacia éste. La ubicación de las estaciones de monitoreo se realizó considerando la inclusión de una gama de hábitats distintos en la cuenca, con el objeto de lograr una buena caracterización de la calidad del agua y de la biota del salar. El área de estudio incluye además ocho estaciones alrededor del salar para la caracterización de la vegetación azonal del salar. En paralelo se realizan censos de fauna terrestre en los caminos de acceso al salar y perimetrales al salar

Los estudios en el salar de Surire durante el 2009 revelaron una menor disponibilidad de agua respecto del período del año 2008, con bajos aportes hídricos del invierno altiplánico. No obstante lo anterior, la mayoría de las solutos químicos presentaron concentraciones similares a las registradas en el año 2008.

Las aguas del salar fueron moderadamente alcalinas, con una elevada dureza en las lagunas y lo contrario en las aguas de aporte (vertientes) y en pozos. Como es habitual se observó un predominio del carácter iónico el clorurado- sódico de las aguas. La temperatura mostró un patrón estacional, con los mayores valores durante las campaña de verano (febrero) y los menores en invierno (julio).

Relativo a los años previos, durante el 2009 el nivel de las aguas superficiales, aunque inferior al registro del 2009, se mantuvo dentro del rango de valores observados posterior al 2001, donde se registró un intenso invierno altiplánico que determinó la mayor disponibilidad de agua en el salar dentro del período de estudio.

La mayoría de las variables físicas y químicas no mostró una tendencia significativa de cambio a lo largo del período evaluado, las excepciones fueron los nitrógeno orgánico total, bicarbonato y sólidos totales suspendidos que disminuyen significativamente y el nitrato, sulfato y magnesio con la tendencia contraria en el periodo 1999 - 2009.

En cuanto de la flora y fauna acuática, los diferentes componentes exhibieron en general patrones de variación en la riqueza y abundancia que no se ajustaron a la estacionalidad climática de la zona de estudio. A una escala temporal más amplia, a nivel interanual, se observaron diferencias significativas entre los años de muestreo en cada uno de los componentes, aunque sin presentar patrones comunes de variación, lo que sugiere que son afectados de un modo diferencial por los cambios temporales en el entorno de sus hábitats. No obstante lo anterior en las últimas campañas se ha determinado una disminución en la abundancia de la mayoría de los componentes bióticos, probablemente asociado a la menor disponibilidad de agua en el salar posterior al 2001, cuando se registro un intenso invierno altiplánico.

Respecto de la flora terrestre, se detectaron variaciones interanuales en los valores de riqueza y abundancia por estación de monitoreo, los valores promedio de la riqueza de especies y cobertura de vegetación registrados en el verano de 2008 se mantienen dentro de los valores históricos del Salar de Surire.

Los componentes más importantes de la fauna terrestre en tanto, los flamencos y las vicuñas, también presentaron independencia en el comportamiento de sus abundancias. Los flamencos, en general dominados por el Flamenco de James, exhibieron sus mayores abundancias durante las campañas de abril del 2002, enero y octubre de 2003, febrero y diciembre del 2006, diciembre de 2007 y noviembre de 2008, aunque exhibieron grandes variaciones de orden estacional. Las vicuñas en tanto no muestran cambios importantes en sus recuentos en el salar de Surire respecto a años anteriores, aunque en el acceso al salar de Surire (tramo Puente Lauca – Surire) mantienen una tendencia a la reducción del número de animales desde el año 2003 a la fecha.

Respecto del paisaje las acciones de manejo implementadas por Quiborax en los distintos sectores involucrados en su proyecto, han permitido mantener o evitar un detrimento en las características visuales básicas de este paisaje, y particularmente en su calidad visual, desde el comienzo de las operaciones.

Los resultados obtenidos a la fecha permiten establecer que las actividades mineras realizadas en el salar de Surire por parte de la Empresa QUIBORAX, no están asociadas a cambios significativos en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN	5
2. ALCANCES GENERALES	6
3. OBJETIVOS	7
4. METODOLOGÍA	8
4.1. Programa de Seguimiento Ambiental y Estaciones de Monitoreo	8
4.2. Medio Acuático	8
4.2.1. Hidrometría y calidad físico-química del agua	8
4.2.2. Flora acuática	9
4.2.3. Zoobentos	9
4.2.4. Zooplancton	9
4.3. Medio Terrestre	10
4.3.1. Flora	10
4.3.2. Fauna	11
4.3.3. Paisaje	13
5. RESULTADOS	16
5.1. Calidad físico-química del agua	16
5.2. Biota Acuática	23
5.2.1. Vegetación acuática	23
5.2.2. Diatomeas	24
5.2.3. Zooplancton	26
5.2.4. Zoobentos	28
5.3. Biota Terrestre	32
5.3.1. Marco biogeográfico	32
5.3.2. Flora y vegetación	33
5.3.3. Fauna terrestre	35
5.4. Paisaje	39
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	44
6.1. Calidad físico-química del agua	43
6.2. Biota Acuática	43
6.3. Biota Terrestre	46
6.4. Paisaje	48

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN EL SALAR DE SURIRE (I REGION): CALIDAD DE AGUA, BIOTA Y PAISAJE.

1. INTRODUCCION

Salar de Surire

El Salar de Surire, se encuentra ubicado en la Primera Región, Provincia de Parinacota, comuna de Putre a 278 km. de la ciudad de Arica, a una altura de 4.250 m.s.n.m., su acceso principal, es por la carretera Internacional a Bolivia. El Salar se ubica en la parte sur de la superficie Altiplánica ocupada por la Reserva Nacional Las Vicuñas, formada por la hoya del río Caquena, Lauca y la cuenca del Salar de Surire. Su ubicación exacta es 18°50' Latitud Sur y 69°09' Longitud Oeste y tiene una superficie aproximada de 122 Km². La cuenca hidrológica que drena hacia el salar tiene una superficie de 596 km².

La cuenca de Surire corresponde a una depresión salina estructurada durante el Cuaternario. Enmarcada por sistemas de vertientes que superan los 4200 m.s.n.m, destacan en su divisoria oriental los cerros Quilhuiri (5205 m.s.n.m) y Lliscaya (5616 m.s.n.m), en la línea fronteriza internacional, mientras que hacia el sector suroccidental sobresalen las alturas del Chuchucalla (5086 m.s.n.m), Mulluri (5240 m.s.n.m) y Chuquiananta (5559 m.s.n.m).

En términos morfológicos, el Salar es una extensa planicie, cuyo relieve local presenta diferencias de altura del orden de unos pocos metros (4200-4300 m). El clima en este sector, corresponde al de "estepa de altura", el cual domina sobre los 3000 m. de altitud. Su principal característica es el aumento de las precipitaciones que alcanzan aproximadamente los 300 mm. de agua caída en el año y el descenso violento de la temperatura, llegando a extremos de -10°C. La mayor continentalidad y el efecto de la altura originan una fuerte amplitud térmica diaria, de 20 a 30°C de diferencia entre el día y la noche. Las precipitaciones se producen en los meses de verano, es decir, en enero, febrero y marzo, fenómeno conocido como "Invierno Altiplánico"; son de tipo convectivas, muy violentas, torrenciales y de corta duración.

En términos hidrológicos, el Salar representa el nivel base del sistema de drenaje de la cuenca, que posee un escurrimiento estacional de régimen pluvo - nival. Los escasos cursos intermitentes que fluyen hacia el Salar (Quebrada Quilhuiri, Aguatire, Castilluma, Quijuya, Letrane, Azurapacaña) se pierden en su mayoría por infiltración. Sólo durante la época estival, cuando aumentan las precipitaciones, se activa el Río Surire o Casisane, principal afluente de la cuenca. Los aportes hídricos que recibe el Salar, se materializan en una serie de pequeñas lagunas someras, que se unen cubriendo prácticamente todo el Salar en épocas lluviosas.

2.- ALCANCES GENERALES

El propósito del presente seguimiento es obtener la información científico-técnica, que permita completar los antecedentes ecológicos-ambientales del sector del Salar de Surire, influenciado por las actividades de operación de la Minera QUIBORAX Ltda.

El programa de monitoreo considerará la diversidad ecológica en toda la extensión del Salar de Surire; lagunas, vertientes y termas, así como zonas con distinto grado de exposición a las actividades de la mina.

El programa comprende el conjunto de acciones destinadas a evaluar la efectividad del diseño del proyecto minero, sus equipos de control y medidas de mitigación. Además, este programa se ha diseñado tomando en cuenta, que serán realizadas auditorías ambientales por parte de la autoridad. Eventualmente, esta información permitirá entregar recomendaciones de acción para paliar posibles impactos producidos por las actividades mineras.

3.- OBJETIVOS

- Evaluar cambios espaciales y temporales de las características físicas y químicas del agua y sedimentos, en los distintos tipos de humedales presentes en la extensión del Salar de Surire (lagunas, vertientes, manantiales termales).
- Caracterizar la composición y abundancia de la flora y fauna bentónica y planctónica, en los distintos tipos de humedales representados en el Salar de Surire, con énfasis en su importancia como requerimiento alimentario para la fauna de aves acuáticas.
- Evaluar el efecto de la fluctuación hidrológica, como variable forzante, en los patrones de comportamiento biótico y abiótico de Salar.
- Determinar la riqueza y abundancia de la flora de la vegetación azonal, en relación con cambios en la disponibilidad ambiental (espacial) de agua.
- Caracterizar la composición y abundancia de la fauna terrestre de mayor importancia, asociada al Salar. En el caso de las especies de Flamenco, consideradas especies críticas del sistema, evaluar los eventos reproductivos.
- Identificar, caracterizar y valorizar la situación actual del paisaje del Salar de Surire, a través de la evaluación de su Calidad y Fragilidad Visual y la Capacidad de Absorción Visual (CAV).
- Realizar un seguimiento o monitoreo de los cambios que se produzcan en el paisaje (calidad, fragilidad y CAV) y los recursos escénicos. Que permita evaluar y comparar en el tiempo dichos cambios.
- Analizar las implicancias que tiene actualmente para el paisaje del M.N. Salar de Surire el desarrollo de actividades de extracción de boratos, y determinar posibles impactos de una futura ampliación de las obras.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas e impactos no considerados en el Estudio de Impacto Ambiental, realizado en el Salar.

4. METODOLOGIA

4.1 Programa de Seguimiento Ambiental y Estaciones de Monitoreo

El diseño del programa de monitoreo consideró campañas semestrales, a partir de abril de 1999 y trimestrales a partir del 2001. A partir de estas campañas se elaboró un informe de monitoreo anual. El detalle de dicho programa y las campañas realizadas hasta el período 2009 se presenta en las **Tablas 4.1.1 y 4.1.2**.

En cuanto a las estaciones seleccionadas para el estudio, constituyen un total de 13, entre las cuales se cuenta la presencia de distintos tipos de humedales, representados en la extensión del Salar (lagunas, vertientes, termas, pozos). El detalle de la localización geográfica, de las estaciones seleccionadas para el estudio en el Salar, se presenta en la **Tabla 4.1.3 y en la Figura 4.1.1**.

4.2 Medio Acuático

4.2.1 Hidrometría y calidad físico-química del agua

En las estaciones de muestreo seleccionadas se realizó la medición estacional del nivel del agua superficial, mediante un limnómetro ubicado en la parte profunda de las cubetas.

En lo que respecta al uso de las aguas subterráneas, se plantea la construcción de pozos (piezómetros) de observación en los conos de depresión, para el registro de agua freática y subterránea en flujos afluentes al Salar (Ríos Blanco y Surire) y en aquellos cercanos a las zonas de explotación de los boratos (Campamento Chilcaya). Para detalles de la localización de los pozos ver **Figura 4.1.1**.

En relación con las características físicas y químicas del agua, se analizaron los siguientes parámetros: *pH*, *Temperatura*, *Conductividad*, *Oxígeno disuelto*, *Alcalinidad*, *Dureza*, *Nitrógeno Orgánico Total (N-Total)*, *Nitrito (NO₂)*, *Nitrato (NO₃)*, *Amonio (NH₄)*, *Fósforo Total (P-Total)*, *Ortofosfato (PO₄)*, *Sólidos Totales Suspendidos (S.T.S.)*, *Sólidos Totales Disueltos (S.T.D.)*, *Macroelementos (Na⁺, Ca⁺⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻, SO₄⁼, HCO₃⁻ y CO₃⁼, SiO₂)* y *Clorofila a del plancton*. La metodología utilizada en el monitoreo de calidad de agua, se basa en los alcances de los estudios ambientales y protocolos metodológicos que la Comisión Nacional del Medio Ambiente propone en el documento "Metodologías para la Caracterización Ambiental" (CONAMA, 1996) y de acuerdo a APHA, AWWA, WEF (2005), *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. El detalle de los instrumentos y técnicas utilizadas para medir dichas variables se presenta en la **Tabla 4.2.1.1**. También, se analizará la calidad del agua en los pozos.

Algunos resultados analíticos, presentan valores inferiores a los límites de detección y cuantificación, los que se definen a continuación:

- Límite de detección del método (LD): Corresponde a la concentración mínima de un compuesto que puede ser detectada dentro de un determinado tipo de muestra (matriz real), la cual es tratada siguiendo todas las etapas del método. Esta mínima concentración produce una señal detectable con una fiabilidad definida.

- Limite de cuantificación del método (LC): Corresponde a la concentración mínima de un compuesto que puede ser cuantificada dentro de un determinado tipo de muestra (matriz real), la cual es tratada siguiendo todas las etapas del método. Esta mínima concentración produce una señal cuantificable con una fiabilidad definida.

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo a lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005).

Los envases para la toma de muestra fueron proporcionados por el laboratorio ambiental de CEA, (cuidando el tipo de envase y el procedimiento de lavado correspondiente para cada tipo de análisis (APHA-AWWA-WEF, 2005).

4.2.2 Flora acuática

La estimación de la composición y abundancia de la flora bentónica (epipélica y epilítica), representada principalmente por microalgas del grupo *Bacillariophyceae*, se realizó mediante el recuento bajo microscopio óptico. Se obtuvieron muestras representativas, desde los primeros centímetros del sedimento, tomando un centímetro cúbico de muestra con una jeringa-core de 10 ml. El método de análisis consistió en obtener alícuotas de dichas muestras, para obtener preparaciones microscópicas, las cuales fueron analizadas en relación con la riqueza taxonómica y recuento de microalgas presentes (Krammer & Lange – Bertalot, 1997; Maidana & Herbert 1989; Wetzel & Likens, 1991). La flora de macrófitas presente en el Salar, fue caracterizada taxonómicamente estimándose su cobertura (%) en las estaciones.

4.2.3 Zoobentos

La estimación de la composición y abundancia de la fauna bentónica, se realizó mediante el recuento directo bajo lupa. Se obtuvieron muestras representativas, removiendo un área superficial 85 cm² de los sedimentos obtenidos con un core de P.V.C. El método de análisis consistió en la separación, clasificación y recuento de los organismos obtenidos en la muestra.

4.2.4 Zooplancton

La estimación de la abundancia zooplanctónica, se realizó mediante recuento bajo microscopio en cámaras BOGOROW. Se obtuvieron muestras representativas de la lámina de agua, con una red Nannsen de luz de Malla de 110 µm y 6 cm de diámetro, sobre una transecta al azar de 10 m. En el laboratorio, se obtuvieron alícuotas, para su posterior recuento en cámaras.

4.3 Medio Terrestre

4.3.1 Flora

La metodología que se describe a continuación, se fundamenta en los alcances de los estudios ambientales y protocolos metodológicos que la Comisión Nacional del Medio Ambiente propone en el documento "Metodologías para la Caracterización Ambiental" (CONAMA 1996).

- Estrategia General de Muestreo

La caracterización del medio biótico, se realizó mediante un muestreo cualitativo-cuantitativo en toda el área de estudio. Este tipo de muestreo, permite abarcar una gran superficie, recopilar la mayor cantidad de información posible, y finalmente establecer tendencias y/o patrones de riqueza/abundancia específica en una escala espacial y/o temporal.

La unidad del muestreo cuantitativo fue la "estación de muestreo", las cuales se definieron *in situ* de acuerdo a la variabilidad que exhibía el sistema ($n = 8$). Por su parte, el muestreo cualitativo estuvo orientado a describir la fisionomía, obviamente en una escala espacial mayor que la del muestreo cuantitativo. Este tipo de muestreo (cualitativo), permite describir los componentes del medio desde la perspectiva de los elementos más conspicuos y representativos.

Se definieron 8 estaciones de muestreo en el perímetro del Salar de Surire (**Figura 4.3.1.1**) en comunidades vegetacionales denominados *vegetación azonal*, cuya distribución se halla relacionada estrictamente con condiciones hídricas especiales. Por lo anterior, implícito en el diseño de muestreo del monitoreo, se asume que de existir modificaciones en el sistema por las operaciones de la empresa, ellas debieran manifestarse principalmente (quizás exclusivamente) en el agua disponible en el salar, y por lo tanto en la *vegetación azonal* y las especies que la componen.

Las estaciones de muestreo se definieron de manera de abarcar gran parte de la variabilidad espacial del sistema, y considerar distintas proximidades a la zona de operación del Salar (**Tabla 4.3.1.1**). En cada estación de muestreo se delimitaron 2 transectos de muestreo, los cuales quedaron definidos mediante estacas de PVC (color naranja), que marcaban su inicio y fin.

- Muestreo

Las medidas más apropiadas para estimar la evolución de los individuos de una especie a lo largo del tiempo son, sin duda, biomasa y productividad. Estos parámetros son proporcionales a la utilización de los recursos ambientales por las plantas y a sus capacidades fotosintéticas (Whittaker 1967). En este mismo sentido, y como lo plantearon Armesto & Gutiérrez (1980) y Armesto & Martínez (1978), la cobertura es el parámetro aconsejable como medida de abundancia, debido a que existe una alta correlación con la biomasa (Ludwig *et al.* 1975).

En función a lo anterior, en cada una de las 8 estaciones de muestreo, la cobertura se calculó mediante 2 transectos lineales de 15 metros cada uno. Se registraron los taxa que interceptaban la huincha cada 0,25 m de distancia, proyectando en cada punto una línea perpendicular al transecto.

Asumiendo que la probabilidad de que un taxa intercepte la huincha es función de la cobertura (Mueller-Dumbois & Elleberg 1974, "método del intercepto de puntos"), se calculó entonces:

$$CASp (\%) = (A / 61) \times 100$$

$$CATr (\%) = \sum CASp_n$$

$$CAST (\%) = \sum CATr_n / 2$$

Donde:

CASp: Cobertura Absoluta de una Especie

A: Total de veces que una especie intercepta la huincha en un punto determinado de un transecto.

CATr: Cobertura Absoluta de un Transecto

$\sum CASp_n$: Sumatoria de las Coberturas Absolutas de todas las Especies presentes en un Transecto determinado

CAST: Cobertura Absoluta de cada Estación de Muestreo

$\sum CATr_n$: Sumatoria de las Coberturas Absolutas de cada Transecto

Se analizó la riqueza florística entre las distintas estaciones de muestreo, la proporción de especies nativas *versus* exóticas, la abundancia de cada uno de los taxa en la comunidad, el estado de conservación de las especies de acuerdo con el Libro Rojo de la Flora Vasculare de Chile (Benoit 1989).

El material estudiado se identificó utilizando la bibliografía disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En la mayoría de los casos, la nomenclatura de las especies siguió a Marticorena & Quezada (1985), salvo actualizaciones posteriores.

4.3.2 Fauna

Para facilitar la interpretación de los resultados, el área completa del Salar de Surire se dividió en cuadrantes: el cuadrante I corresponde al área de la colonia de reproducción identificada por CONAF en el área del Salar y tiene coordenadas Sur-Oeste, el cuadrante II corresponde al área de la torre de observación del Salar y a los Baños de Polloquere y tiene coordenadas Sur-Este, el cuadrante III se encuentra entre el sector de las Ruinas y el cerro Guarmicollo y tiene coordenadas Nor-Este. Finalmente, el cuadrante IV comprende las zonas próximas al Retén de Chilcalla y el campamento de la empresa QUIBORAX y tiene coordenadas Nor-Oeste. El centro del sistema de cuadrantes corresponde aproximadamente al cerro Polloquere u Oquecollo (ver Figura 4.3.2.1).

- Anfibios y Reptiles

La determinación de anfibios y reptiles se realizó mediante observación directa de los individuos. La metodología utilizada para anfibios consistió en hacer un barrido completo en las zonas con presencia de agua (vegas) revisando todas las posibles áreas de refugio. Una metodología similar fue utilizada para reptiles, en donde se realizaron

transectos lineales en áreas con distinta cobertura vegetal, y disponibilidad de refugios rocosos.

La clasificación taxonómica se realizó en base al libro "Reptiles de Chile" de Donoso-Barros (1966), actualizado por la "Lista Sistemática y Distribución Geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile" (Veloso y Navarro, 1988), Nuñez y Jaksic (1992) y Nuñez (1992). El análisis de endemismo y conservación se basó en la información disponible en la Cartilla de Caza (SAG 2001) y complementada con la información disponible en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade 1993), Veloso *et al.* (1995), Formas (1995) y Díaz-Páez & Ortiz (2003).

- Aves

Su reconocimiento se realizó mediante observación directa y utilizando binoculares de 10x50. Para cuantificar la presencia de aves, en cada cuadrante se establecieron puntos fijos de observación (**Figura 4.3.2.1**).

En cada uno de los puntos de muestreo se cuantificó la presencia de flamencos utilizando un punto fijo referencial, lo que permitió registrar todo el espectro de visión que permitían la observación directa mediante binoculares 10 x 50 y telescopio 10-60 x 60. A partir de lo anterior se calculó la abundancia relativa de cada una de las 3 especies como porcentaje de individuos de una especie respecto del total de individuos contabilizados. La determinación taxonómica de especies se realizó usando las descripciones de Araya *et al.* (1995), y Araya y Millie (1989). En el caso de que la gran distancia y las condiciones de visibilidad impidieran una identificación rigurosa de la especie, se asignó como Flamenco sp.

Para el caso de las especies de aves que no incluye a los flamencos, se procedió a realizar un conteo completo alrededor del salar. El conteo se inició en la guardería de CONAF (km 0), y se continuó en una dirección contraria a las manecillas del reloj completando una distancia aproximada de 60 Km (ver **Figura 4.3.2.1**). En cada lugar donde se registró la presencia de aves, éstas fueron identificadas al nivel de especie utilizando los trabajos de Araya *et al.* (1995), Araya y Millie (1989), Jaramillo *et al.* (2003). Las aves fueron contadas y se calculó su abundancia relativa (%).

El análisis de endemismo y conservación se basó en la información disponible en la Cartilla de Caza (SAG 2001) y complementada con la información disponible en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade 1993), y Araya y Bernal (1995).

- Mamíferos

La determinación de la presencia de megamamíferos se realizó por observación directa e indirecta (fecas y huellas) de las especies.

Para el caso de los camélidos (*Vicugna vicugna*) observados dentro del salar, se procedió a realizar un censo completo alrededor del salar. El censo se inició en la guardería de CONAF (Km. 0), y se continuó en una dirección contraria a las manecillas del reloj completando una distancia aproximada de 60 Km. (ver **Figura 4.3.2.1**). En cada lugar donde se registró la presencia de Vicuñas se definió la conformación del grupo determinándose el número de machos, hembras, crías y juveniles (subadultos). Un

segundo censo, fue realizado desde el campamento de QUIBORAX por la ruta A - 235, terminando en el desvío a Zapahuira. Se utilizó la misma metodología que en el salar.

Para los micromamíferos, en el caso de los roedores fosoriales su estudio se realizó mediante la observación de bocas de túneles activos en áreas previamente determinadas, ubicadas en los alrededores del cerro Guarmicollo (ver **Figura 4.3.2.1**). Los roedores fosoriales estudiados corresponden a los descritos en el ESTUDIO DE LÍNEA BASE (1996), *Microcavia niata* (Cuy) y *Ctenomys fulvus* (Tuco-tuco). En el caso de las Vizcachas, su presencia se determinó por conteo directo de ejemplares y por registro indirecto de fecas en el sector de ruinas.

Para la clasificación taxonómica se aplicaron las claves y descripciones de Mann (1978), Tamayo y Frassinetti (1980), Osgood (1943), y Redford y Eisenberg (1992). El análisis de endemismo y conservación se basó en la información disponible en la Cartilla de Caza (SAG 2001) y complementada con la información disponible en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade 1993), Contreras y Yáñez (1995), Muñoz-Pederos y Yáñez (2000).

4.3.3. Paisaje

Esta campaña, corresponde al análisis del paisaje anual 2009, de acuerdo a lo estipulado en la propuesta técnica. La metodología empleada para realizar esta evaluación se estableció en dos etapas, una de trabajo en terreno, y otra fase de estudio y análisis en gabinete de los datos obtenidos.

- Etapa de terreno:

Se realizó un completo recorrido por el Salar, donde se recopilaron todos los datos necesarios para el estudio. En cada área determinada, según el método de observación directa *in situ* (Litton, 1973), se efectuaron los siguientes trabajos:

Definición de la unidad de paisaje: En esta evaluación se definió toda el área del Salar de Surire como una unidad de paisaje en sí misma. Lo anterior se estableció bajo el criterio de que no existen quiebres importantes en la fisonomía paisajística del Salar como para definir otras unidades con características estéticas distintas, y por el contrario, en toda su extensión la unidad mantiene sus elementos constituyentes configurados en patrones visuales muy semejantes. Se entenderá por unidad de paisaje las áreas o sectores homogéneos dentro del territorio. Estas se definen según características morfológicas, vegetacionales y espaciales en común, y según el similar tipo de respuesta visual ante posibles acciones antrópicas.

Determinación de los puntos de observación: Se seleccionaron aquellos que fueran habitualmente recorridos por un observador común. En este caso se establecieron siete puntos a lo largo de todo el circuito del camino alrededor del salar, privilegiando aquellos puntos que pudieran considerarse posibles miradores, por sus características panorámicas y de visibilidad. En virtud de lo anterior, se cubre visualmente toda la superficie de los terrenos relacionados directa e indirectamente con las actividades de explotación minera. Los siete puntos de observación se muestran en la **Figura 4.3.3.1**.

Definición y descripción de la cuenca visual: Para cada uno de los puntos de observación, este parámetro se estableció en la construcción de los rayos de visión desde cada uno de

ellos (los puntos de observación) y se proyectaron desde el camino hacia el interior del salar. Esta actividad se realizó con el objeto de percibir en la mayor cantidad de ángulos posibles la situación actual de los paisajes locales en estudio y su relación con las actividades mineras. La cuenca visual de un punto de observación se define como la superficie de terreno que es visible desde ese punto.

Adicionalmente, se realizó un Inventario de los recursos visuales que presenta la unidad, quedando registrado todas las observaciones en un formulario de terreno. Los recursos visuales analizados fueron los siguientes:

- *Áreas de Interés Escénico*: Se definen como los sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.
- *Marcas Visuales de interés*: Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico, adquieren importancia para el observador.
- *Cubierta Vegetal Dominante*: Se refiere a las formaciones vegetales que son relevantes dentro del paisaje (matorrales, estepas, cactales, bofedales, etc.).
- *Presencia de Fauna*: Se refiere a todas las poblaciones animales, exóticas o autóctonas, que generen una dinámica interesante y que aporten a la calidad escénica del paisaje.
- *Cuerpos de agua*: Se refiere a la presencia del agua en el paisaje en cualquiera de sus formas (mar, lagos, ríos, cascadas, etc.).
- *Intervención Humana*: Son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales. (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, etc.).
- *Áreas de Interés Histórico*: Son todas las áreas que posean una carga histórica o patrimonial relevantes para un país, región o ciudad. (zonas donde se hallan registrado batallas importantes, asentamientos de pueblos originarios, hechos relevantes, etc.).

- Etapa de Gabinete:

En esta etapa, se trabajó con toda la información recopilada en terreno para la caracterización del paisaje influenciado por el proyecto, definiéndose los siguientes puntos:

Determinación de la Calidad Visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s). Para realizar esta evaluación, se utilizó una adaptación del método propuesto en por BLM Bureau of Land Management (1980).

Determinación de la Fragilidad Visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s). En este caso se usó una adaptación de los métodos de Escribano *et al.* (1987).

Establecimiento de la Capacidad de Absorción Visual (CAV) de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s). Para cumplir con esta actividad se utilizó el método desarrollado por Yeomans (1986).

Para el caso de las matrices usadas para este estudio, a cada elemento o factor del paisaje evaluado se le asignó un valor nominal o conceptual (alta, media o baja) asociado a un valor numérico, dependiendo de sus características particulares. Para el caso de la Calidad y Fragilidad de Paisaje se calculó el valor promedio de todos los elementos

ponderados obteniendo así el valor de la unidad calificando como: alta, media o baja según los rangos para cada una de las categorías. En el caso de la Capacidad de Absorción Visual, el valor se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{C.A.V.} = \text{S} \times (\text{E} + \text{R} + \text{D} + \text{C} + \text{V})$$

Donde:

S = Pendientes, D = Diversidad vegetal, E = Erosionabilidad del suelo, V = Contraste suelo/vegetación, R = Vegetación, potencial de regeneración y C = Contraste suelo/roca.

5. RESULTADOS

A continuación se detallan, los principales resultados de las características bióticas y abióticas de las campañas realizadas en febrero, abril, julio y octubre del 2009. Estos resultados se plantean en términos comparativos con las campañas realizadas en los periodos previamente analizados, 1999 a 2008.

5.1. Calidad físico-química del agua

- **Caracterización abiótica general**

En comparación al período 2008, el patrón hidrológico en el Salar de Surire mostró una disminución durante el 2009 (**Figura 5.1.1**), que fue determinado principalmente por la menor disponibilidad de agua durante las campañas de febrero, julio y octubre de 2009. La mayoría de las variables monitoreadas presentaron concentraciones similares a las registradas en el año 2008. Es importante destacar que durante todas las campañas no se muestreo la estación S6, ya que se encontró seca, al igual que en febrero 2009, donde las estaciones S1 y Pozo 2 se encontraban secas al momento de ser muestreadas; las estaciones S1, Pozo 1 y 2, estaban congeladas durante julio 2009 y la estación S1 durante octubre 2009 presentó un nivel de agua no apto para tomar la muestra, mientras que en la misma campaña, el Pozo 2 estaba congelado.

- **Temperatura (°C)**

Los valores promedio por período anual de monitoreo, dentro de los cuales se incluye el presente año, se muestran en la **Figura 5.1.1**. El valor promedio de temperatura correspondiente al período 2009 fue superior al año 2008 (12,1 °C), con un valor de 13,3 °C, el cual coincidió con el promedio del monitoreo 2003 y se encuentra dentro del mínimo histórico en el año 2000 (8,9 °C). La **Tabla 5.1.1** resume los valores por estación a lo largo de todos los monitoreos realizados en el año 2009. La variación estacional de la temperatura se muestra en la **Figura 5.1.3**, la cual refleja que en el mes de febrero, como es habitual, se registraron los mayores valores de temperatura; mientras que los menores valores se registraron en el mes de julio, con un valor promedio de 8,6 °C. A diferencia de campañas anteriores, en que los valores más elevados de temperatura siempre se registraban en la estación de las Termas de Polloquere (S4), durante el monitoreo de octubre 2009, la mayor temperatura se obtuvo en la estación de la Laguna Termas de Polloquere (S5) (**Tabla 5.1.1**). En general, los valores más bajos de temperatura, se registraron durante el monitoreo realizado por la mañana.

- **pH**

Durante el año 2009, la mayoría de las estaciones presentaron aguas con características de moderadamente alcalinas (Hounslow, 1995), con excepción de la S1 (Vertiente Refugio CONAF), la cual tiene características neutras. Los registros se observan en la **Tabla 5.1.1** y en la **Figura 5.1.1**.

Los valores de pH por estación, para las cuatro campañas realizadas en el año 2009 se resumen en la **Tabla 5.1.1**. Por otra parte, las **Figuras 5.1.1** y **5.1.3** muestran los comportamientos interanual y estacional de dicha variable; respectivamente. En relación con los períodos previos, los valores de pH, fueron muy conservativos (**Figura 5.1.1**), el máximo se registró el año 1999, con un valor de 8,6. Para el año 2009, el valor promedio

corresponde a 8,3; observándose un aumento, respecto del año anterior (2008). En relación a la variación estacional del actual período (**Figura 5.1.3**), el valor promedio de pH fue muy conservativo, el mínimo se describió en febrero, en el sector de las lagunas, con un valor promedio de 8,0 y el máximo durante la campaña de octubre (8,7). Para el sector de los pozos, los menores valores también se registraron en febrero, con un valor de 8,2; mientras que, los mayores valores se registraron en octubre, con un valor promedio de 9,6.

- **Conductividad**

La **Tabla 5.1.1**, muestra los valores por estación de conductividad eléctrica del agua para las cuatro campañas realizadas en el período 2009. Asimismo, las **Figuras 5.1.1 y 5.1.3** muestran las variaciones interanuales y estacionales de dicha variable. Interanualmente, los valores del período 2009, se encontraron dentro de lo observado en las campañas anteriores, con un promedio de 33,5 mS/cm. En relación con el registro estacional, se observó los menores valores de conductividad durante las campañas de febrero y octubre de 2009, mientras que las mayores concentraciones durante las campañas de abril y julio. Con relación a los valores extremos de esta variable en cada campaña, la **Tabla 5.1.1** muestra que las conductividades mínimas tendieron a presentarse entre las estaciones correspondientes a aguas aporte, las estaciones S1 y S11, aunque los pozos también presentaron valores relativamente bajos. Por otra parte, los valores más altos se registraron en las estaciones correspondientes a lagunas salinas, especialmente las estaciones S2, S3, S7 y S8, además de la estación en las Termas Polloquere (S4), durante octubre 2009.

- **Oxígeno disuelto (mg/L).**

La **Tabla 5.1.1** resume los valores del oxígeno disuelto (OD) por campaña de monitoreo; mientras que en las **Figuras 5.1.1 y 5.1.3** se ilustra el comportamiento interanual y estacional, respectivamente. Respecto de los períodos previos, el 2008 se caracterizó por presentar valores de oxígeno disuelto conservativos, el promedio para el presente año fue de 7,8 mg/L (**Figura 5.1.1**). En relación con la evolución estacional en el presente período evaluado (**Figura 5.1.3**), el oxígeno disuelto presentó las menores concentraciones en la campaña realizada durante el mes de febrero, con un promedio de 5,9 mg/L en el sector de lagunas y un promedio de 1,3 mg/L para el sector pozos, además de encontrarse menores concentraciones de oxígeno disuelto durante la campaña de octubre, con un promedio de 7,3 mg/L para las lagunas y de 8,6 en el sector de pozos. Las mayores concentraciones de oxígeno disuelto se registran en el mes de abril en el sector de las lagunas y pozos con un promedio de 9,7 y 8,8 mg/L, respectivamente (**Tabla 5.1.1**).

- **Nivel Hidrológico**

Los valores de nivel hidrológico superficial y subterráneo en el caso de los pozos, son presentados en la **Tabla 5.1.1** y en las **Figuras 5.1.1 y 5.1.2**. En el caso de los niveles superficiales, se observó que el valor promedio anual del 2009 (13,7 cm.), fue inferior al registrado en el año 2008 (15,0 cm.), siendo similar al valor medio histórico en el salar (15,0 cm.), sin embargo se encuentra dentro del rango histórico. El valor alto en el promedio anual del nivel hidrológico superficial ha sido determinado principalmente por los niveles altos descritos en la campaña de febrero, reflejando un marcado efecto del "invierno altiplánico" en la zona de estudio, mientras que en las restantes campañas del año los valores de los niveles hidrológicos fueron menores, cabe destacar que durante el

período 2009, los niveles fueron similares entre cada campaña de monitoreo. En el caso de las aguas subterráneas, analizadas mediante el nivel de los pozos 1 y 2, es de destacar que los niveles hidrológicos indicaron una disponibilidad de agua dentro del rango de los valores históricos en el salar.

- **Sólidos Totales Disueltos, STD. (mg/l), Dureza (mg/l) y Alcalinidad Total (mM).**

El comportamiento de estas tres variables a lo largo del tiempo, se presentan en la **Figura 5.1.1**. Por otra parte, los datos correspondientes al período 2009 se presentan en la **Tabla 5.1.2**. Respecto a la variación interanual de la dureza, se mantiene relativamente constante a los dos años anteriores, sin embargo, en el año 2001 y en relación a los otros años, el promedio de la concentración de este parámetro fue mayor. El promedio obtenido para dureza durante el año 2009 corresponde a 2.242 mg/L, es decir, la mayor cantidad de las estaciones presenta agua en condiciones de alta dureza, donde el valor mínimo (24 mg/L) se registró en el mes de abril de 2009 en el Pozo 2, a diferencia del año anterior en el cual se registró en la estación S9. El valor máximo (11.220 mg/L) se obtuvo en el mes de febrero de 2009 en la estación S7. En las estaciones ubicadas en la vertiente del Refugio CONAF (S1), vertiente Campamento Chilcaya (S11) y Pozo 1 y 2, se caracterizan por presentar aguas en condiciones de baja dureza (Mays, 1996). El promedio de todas las campañas realizadas durante el año 2009 registrado para los STD corresponde a 25.330 mg/L, obteniéndose el mínimo valor (103 mg/L) en la estación S1, en la campaña realizada en el mes de julio del 2009 y el valor máximo (121.860 mg/L) se obtuvo en la estación S4, ubicada en las Termas de Polloquere, para la campaña de octubre de 2009. La alcalinidad presentó un promedio total de 3,7 mM, el menor valor (0,2 mM) se registra en la estación S9, durante el mes de julio de 2009, mientras que, el máximo (17,5 mM) se registró en la campaña realizada el mes de febrero de 2009 en la estación S7. En relación a la variación interanual de los STD y alcalinidad, se observó que el promedio de alcalinidad durante la campaña 2009 aumentó respecto a lo encontrado durante el 2008, mientras que para los STD el valor promedio disminuyó; sin embargo ambos valores promedio se encuentran dentro del rango de promedio histórico.

- **Sólidos Totales Suspendidos, STS (mg/L)**

Según la **Figura 5.1.1**, la concentración promedio (74,7 mg/L) de todas las campañas realizadas durante el año 2009 disminuyó en relación al año anterior, sin embargo se encuentra dentro del rango de promedio histórico. El promedio máximo se registró el año 2001. Los valores variaron entre 0,1 mg/L en la estación S9, ubicada en la laguna Campamento Chilcaya, en el mes de febrero de 2009; y 404,0 mg/L, valor registrado en la estación S2, ubicada en la laguna CONAF, en el mes de febrero de 2009 (**Figura 5.1.4**). Los valores extremos de STS, tendieron a presentar, los mínimos, en las estaciones correspondientes a aguas aporte (vertientes) y los máximos, en estaciones correspondientes a lagunas del salar, sin embargo durante la campañas de febrero y abril, las concentraciones de sólidos totales suspendidos fueron mayores en la estación aporte S11, lo que podría deberse a condiciones del sustrato al momento del muestreo (**Tabla 5.1.2**).

- **Amonio NH_4^+ ($\mu\text{g/L}$)**

Durante el año 2009, el amonio presenta un valor promedio anual de 207 $\mu\text{g/L}$, valor superior al año anterior (**Figura 5.1.1**), el mayor valor de amonio se registró el año 2005, 263 $\mu\text{g/L}$. Respecto a la variación estacional de las concentraciones de este parámetro (**Figura 5.1.6**), se registraron concentraciones no cuantificables en la mayoría de las campañas en el sector de pozos y en la estación S2 y S9 (<10 $\mu\text{g/L}$) (**Tabla 5.1.3**). Para las lagunas, el mayor valor promedio se registró en febrero del 2009, con un valor promedio de 551 $\mu\text{g/L}$; mientras que, las menores concentraciones se registran en el mes de julio del 2009, con un valor promedio de 125 $\mu\text{g/L}$. En la estación S7, ubicada en la laguna El Bote, se registró la mayor concentración de amonio, con un valor de 2.975 $\mu\text{g/L}$.

- **Nitrato NO_3^- y Nitrito NO_2^- ($\mu\text{g/L}$)**

El valor promedio anual de nitrato corresponde a 912 $\mu\text{g/L}$ para el año 2009. A través de la **Figura 5.1.1**, se observa que la concentración de nitrato aumentó en relación al año 2008, donde el promedio de las concentraciones fue 777 $\mu\text{g/L}$; sin embargo, este valor se encuentra dentro del rango histórico. En cuanto, a la variación estacional (**Figura 5.1.6**), las mayores concentraciones de nitrato, se registraron en febrero de 2009, con un valor promedio de 1.179 $\mu\text{g/L}$. Mientras que, las menores concentraciones se encontraron en octubre de 2009 (438 $\mu\text{g/L}$). Durante el mes de abril y febrero de 2009, el nitrito se presentó en menores y mayores concentraciones, respectivamente. Este parámetro, en relación a las otras especies nitrogenadas, mantiene las menores concentraciones, sin exhibir un patrón consistente de valores entre los diferentes sectores del salar (**Tabla 5.1.3**). La mayor concentración de nitrato durante el año 2009, se observa en la estación S7 de la laguna El Bote, con un valor de 3.269 $\mu\text{g/L}$. Durante febrero se registraron concentraciones no cuantificables (<0,6 $\mu\text{g/L}$), en la estación S11; en las estaciones S1 y Pozo 2 durante abril del 2009 y para octubre del 2009, en las estaciones S2, S5, S7 y Pozo 1. En cuanto al nitrito, se observó en las estaciones S1 y S5 concentraciones no cuantificables (<0,6 $\mu\text{g/L}$) durante abril del 2009, alcanzando un valor promedio máximo cuantificable de 1,0 $\mu\text{g/L}$.

- **Nitrógeno Orgánico Total (NOT, $\mu\text{g/L}$)**

La concentración de nitrógeno orgánico total para el año 2009, presentó un aumento en relación a los tres años anteriores. Sin embargo, los valores de las concentraciones de este parámetro, presentan una disminución desde el año 2002, en el cual se encontraron las mayores concentraciones (**Figura 5.1.1**). En relación a la variación interestacional del nitrógeno orgánico total (**Figura 5.1.6**), en el mes de febrero del 2009, se observaron las mayores concentraciones. En esta campaña, el mayor valor registrado corresponde a 6.625 $\mu\text{g/L}$, en la estación ubicada en la laguna El Bote (estación S7); mientras que, las menores concentraciones se registraron en la campaña realizada en abril del 2009, con un valor promedio de 1.267 $\mu\text{g/L}$, la menor concentración en esta campaña se obtuvo en el Pozo 1 (Campamento Chilcaya pozo de observación B), con un valor de 290 $\mu\text{g/L}$, sin embargo la menor concentración del período 2009, se encontró en el mismo punto pero durante octubre del 2009.

- **Ortofosfato PO_4^{3-} y Fósforo Total P-Total ($\mu\text{g/L}$)**

En relación a los compuestos nitrogenados, los compuestos fosfatados presentan las mayores concentraciones de todos los nutrientes en todas las campañas realizadas durante el año 2009. La mayor concentración de ortofosfato se registra en febrero del 2009, con un promedio de 7.524 $\mu\text{g/L}$; mientras que, las menores concentraciones se registran en julio del 2009, con un promedio de 903 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 5.1.6**). En relación a los estudios realizados durante el año anterior (2009), se observó una disminución en el promedio (5.180 $\mu\text{g/L}$), sin embargo, este valor se encuentra dentro del rango histórico (**Figura 5.1.1**). En cuanto al fósforo total, se observó una disminución respecto del año 2008 y un aumento en relación a la campaña 2007, presentando un valor promedio de 8.199 $\mu\text{g/L}$. Aún así se encuentra dentro del rango histórico de los valores promedio para cada año de estudio (**Figura 5.1.1**). En el año 2001, se registraron las mayores concentraciones de fósforo total (14.955 $\mu\text{g/L}$). Las concentraciones de ortofosfato y fósforo total, han presentado un comportamiento similar a lo largo del estudio hasta el monitoreo 2006, ya que desde el año 2007 hasta la fecha, las concentraciones de fósforo total presentaron mínimo y máximos más acentuados que lo registrado para ortofosfato (**Figura 5.1.1**). Para ortofosfato se observaron concentraciones no cuantificables (<10 $\mu\text{g/L}$) en la estación S1 durante las campañas de abril y julio de 2009 y S2 de la campaña de octubre del 2009, mientras que para fósforo total se observaron concentraciones no cuantificables (<15 $\mu\text{g/L}$) durante las campañas de febrero del 2009 en la estación S2 y julio del 2009 en la estación S1. Las estaciones de S7, S8, todas lagunas salinas, presentaron las mayores concentraciones de ortofosfato y fósforo total registradas durante el año 2009. Mientras que, las menores concentraciones se observaron en el sector de vertientes (**Tabla 5.1.3**).

- **Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)**

En todas las campañas realizadas se registraron valores menores al límite de detección (<0,1 $\mu\text{g/L}$), especialmente en las estaciones S4, S5 y pozos. El mayor registro corresponde a 37,4 $\mu\text{g/L}$, observado en la campaña de julio del 2009, en la estación ubicada en la laguna Retén de Chilcaya (S8). Según la **Figura 5.1.4**, se observa que la campaña de julio de 2009, presentó las mayores concentraciones de clorofila "a" con un valor promedio de 9,0 $\mu\text{g/L}$, mientras que, las menores concentraciones se registraron el mes de octubre de 2009, con un valor promedio de 2,4 $\mu\text{g/L}$ (**Figura 5.1.4**). En relación a la variación interanual (**Figura 5.1.1**), se observó un promedio similar al año anterior (5 $\mu\text{g/L}$). Este valor se encuentra dentro del rango histórico. Las mayores concentraciones se registraron en el año 2002 (26 $\mu\text{g/L}$).

- Iones Mayoritarios (mg/L)

Las series iónicas y caracteres químicos predominantes en el período 2009, se presentan a continuación:

Tabla 5.1 Series iónicas y caracteres químicos predominantes. Período 2009

ESTACIÓN	TIPO DE HUMEDAL	CAMPAÑA	SERIE IÓNICA PREDOMINANTE
1	VERTIENTE	Febrero 2009	-
		Abril 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - HCO ₃ ⁻
		Julio 2009	Ca ⁺² (Na ⁺ - Mg ⁺²) - HCO ₃ ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Octubre 2009	-
2	LAGUNA	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Octubre 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - HCO ₃ ⁻ - Cl ⁻
3	LAGUNA	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Octubre 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
4	TERMA	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Octubre 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
5	LAGUNA-TERMA	Febrero 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Octubre 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
6	LAGUNA	Febrero 2009	-
		Abril 2009	-
		Julio 2009	-
		Octubre 2009	-
7	LAGUNA	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
		Octubre 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
8	LAGUNA	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
		Octubre 2009	Na ⁺ - Cl ⁻
9	LAGUNA-VERTIENTE	Febrero 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (HCO ₃ ⁻ - SO ₄ ⁻²)
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻² - HCO ₃ ⁻)
		Julio 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻² - HCO ₃ ⁻)
		Octubre 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻²)
11	VERTIENTE	Febrero 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - HCO ₃ ⁻ (Cl ⁻ - SO ₄ ⁻²)
		Abril 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (SO ₄ ⁻² - CO ₃ ⁻²)
		Julio 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (HCO ₃ ⁻ - SO ₄ ⁻²)
		Octubre 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (HCO ₃ ⁻ - SO ₄ ⁻²)
POZO 1	AGUA SUBTERRÁNEA	Febrero 2009	Na ⁺ - HCO ₃ ⁻ (Cl ⁻)
		Abril 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - HCO ₃ ⁻ (Cl ⁻ - SO ₄ ⁻²)
		Julio 2009	-
		Octubre 2009	Na ⁺ (Ca ⁺²) - Cl ⁻ (CO ₃ ⁻² - SO ₄ ⁻²)
POZO 2	AGUA SUBTERRÁNEA	Febrero 2009	-
		Abril 2009	Na ⁺ - Cl ⁻ (HCO ₃ ⁻)
		Julio 2009	-
		Octubre 2009	-

Según la tabla 5.1, se encontraron catorce series iónicas, el carácter iónico dominante en las mayor cantidad de estaciones durante las cuatro campañas realizadas estuvo dado por una calidad **Clorurado-Sódico**, con aportes secundarios de iones de sulfato y bicarbonato. En el sector de lagunas salinas, este carácter fue el predominante, con excepción de la estación S2 ubicada en la laguna CONAF, en la campaña de octubre, en que la cual se observó un carácter iónico equivalente a **Bicarbonatada- Sódica**. En la estación de Pozo 1, el carácter dominante corresponde a **Bicarbonatado- Sódico** con aportes secundarios de ión calcio, sulfato y cloruro, exceptuando durante la campaña de octubre de 2009, donde se encontró que el carácter iónico corresponde a **Clorurado-Sódico** con aportes secundarios de calcio, carbonato y sulfato. En la estación Pozo 2 (monitoreado sólo durante abril de 2009), el carácter fue **Clorurado- Sódico**, con aportes secundarios de bicarbonato. En el sector de las vertientes, estación S11, predominó el carácter **Clorurado- Sódico**, con aporte secundario de calcio, bicarbonato, carbonato y sulfato, exceptuando para la campaña de febrero de 2009 que presentó un carácter

Bicarbonato- Sódico, con aportes secundarios de calcio, cloruro y sulfato. Para la estación S1 (monitoreada sólo durante abril y julio de 2009), se observó un carácter iónico predominante correspondiente a **Bicarbonato- Cálcico** durante julio de 2009 con aportes secundarios de sodio, magnesio y sulfato. Mientras que, durante la campaña de abril de 2009, se observó un carácter iónico correspondiente a **Bicarbonatado- Sódico**, con aportes secundarios de calcio. La composición iónica de cada estación por campaña se presenta en la **Figura 5.1.9**.

La mayoría de los iones analizados presentaron valores muy conservativos respecto de los valores que se registran desde el año 2003, con excepción del sulfato el cual presentó concentraciones desde las campañas 2004 hasta la fecha (**Figura 5.1.1**). El ión bicarbonato y carbonato, al igual que en la campaña anterior (2008), aumentaron sus concentraciones en relación al año 2007, los valores alcanzados, 118 µg/L y 162 µg/L; respectivamente. Los valores del bicarbonato muestran una tendencia a disminuir desde el año 2001 hasta el año 2007. En cuanto al carbonato, este presentó un valor máximo el año 2001 (700 µg/L). El sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruro, sulfato y silicato, disminuyeron sus concentraciones en relación al año 2008. En relación a la variación estacional de estos iones en el sector de las lagunas salinas (**Figura 5.1.8a**) para el año 2009, las mayores concentraciones de iones corresponde a sodio, potasio, cloruro y sulfato, registrándose los mayores valores de sodio y cloruro durante la campaña de octubre de 2009 y de potasio y sulfato durante abril de 2009. Mientras que para el sector de vertientes o aguas aporte (**Figura 5.1.8.b**) las mayores concentraciones corresponden a sodio, cloruro, bicarbonato y sulfato, observándose los mayores valores durante abril de 2009. En aguas subterráneas (**Figura 5.1.8c**), las mayores concentraciones corresponden a sodio, cloruro, sulfato y bicarbonato, encontrándose en abril las mayores concentraciones de estos parámetros.

Al igual que durante el año anterior, dentro de las estaciones del salar se puede observar que las menores concentraciones de los iones mayoritarios tendieron a presentarse en las estaciones de aguas aporte (vertientes) y pozos, mientras que las concentraciones más altas tendieron a presentarse en las estaciones de lagunas salinas de evaporación (**Tabla 5.1.4**).

- **Metales ($\mu\text{g/L}$)**

La mayoría de las concentraciones (Tabla 5.1.5) registradas de cadmio, cobre y plomo para el año 2009, estuvieron bajo $<0,3 \mu\text{g/L}$, $<3,5 \mu\text{g/L}$ y $<0,3 \mu\text{g/L}$; respectivamente. De forma distinta se comportó la concentración de hierro y zinc, ya que, todos sus valores fueron cuantificables, sin embargo, destacó el nivel de hierro más elevado en las estaciones con influencia termal (estaciones S4 y S5), en las estaciones de vertientes y también en los pozos, atribuible en este último caso a la influencia de las paredes de hierro con que están construidos los pozos. Mientras que, la concentración de zinc, es mayor en aguas aporte, estaciones S4 y S5. Como se observa en la Figura 5.1.7, las mayores concentraciones de los metales en estudio fueron variables dependiendo de cada parámetro. El hierro, mantuvo la característica de ser el metal más abundante, durante todas las campañas realizadas durante el año 2009.

ANÁLISIS TEMPORAL

Considerando los promedios obtenidos para cada parámetro medido entre los años 1999 y 2009, se realizó un análisis espacial mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA) y correlaciones para conocer si existen variaciones significativas de cada parámetro a lo largo del estudio.

Se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (PCA) con todos los valores promedio de los parámetros registrados a lo largo del área de estudio (salar de Surire) que presentaron al menos una pequeña variación entre las estaciones de monitoreo. Luego se llevó a cabo un Análisis de Similitud (ANOSIM), para conocer posibles diferencias significativas, entre las campañas realizadas entre el período 1999 – 2009. Mediante un análisis en base a porcentajes (SIMPER) se pudo conocer qué parámetros estarían determinando las diferencias existentes.

El Análisis de Componentes Principales (PCA), mostró que las estaciones de muestreo tendieron a agruparse en cinco conglomerados. Una de las agrupaciones corresponde a las campañas realizadas durante los años 2000, 1999, 2003, 2004, 2007; otra agrupación está compuesta por los años 2009, 2005 y 2008. Mientras que los años 2001, 2006 y 2002 se distribuyeron de manera individual. Como se observa en la Figura 5.1.10, el año 2001 se ubicó espacialmente alejado del resto de agrupaciones y estaciones, esto podría deberse a que durante este año, en general, se registraron los máximos promedios históricos de los parámetros medidos en las correspondientes campañas. Sin embargo, la prueba *a posteriori* indicó que las agrupaciones antes descritas no presentarían diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$), exceptuando las campañas 2009, 2005 y 2008 con las campañas 2000, 1999, 2003, 2004 y 2007, lo que se debería al magnesio, sulfato, nitrato, potasio y pH.

El análisis de correlaciones indicó que para sólidos totales suspendidos, nitrógeno orgánico total y bicarbonato existe una tendencia significativa a disminuir en el tiempo. El magnesio, nitrato y sulfato, muestran tendencias a aumentar significativamente, en el mismo período. Mientras que el resto de los parámetros analizados no muestran tendencias significativas, los valores de r_s y p se observan en la Tabla 5.1.6.

5.2 Biota acuática

5.2.1 Vegetación acuática

La vegetación acuática (macrófitas, algas filamentosas y plantas hidrófilas), fue analizada en el periodo de octubre 2009, donde se encontró en 5 estaciones (Tabla 5.2.1.1). Destaca la estación S1 (Vertiente refugio CONAF) con un 60%, la estación S5 (Este del Salar, hacia el sur del río Blanco) presentó un valor relativamente alto con un 30% de cobertura y la estación S11 (Vertiente Campamento Chilcaya) con un 15 % de cobertura anual. En tanto las estaciones S4 y S9 presentaron 5%. El resto de las estaciones no registraron cobertura, lo cual es concordante con el patrón histórico observado.

5.2.2 Diatomeas

En las campañas del año 2009, se observó un amplio predominio de diatomeas pennadas por sobre las centrales, patrón que se repite en las campañas anteriores. En las Tablas 5.2.2.1 (a, b, c y d) se resumen la composición y las abundancias de las diatomeas muestreadas en este período.

Análisis temporal: Variación estacional de parámetros comunitarios

Riqueza taxonómica. El valor promedio de la riqueza total de diatomeas bentónicas en el salar de Surire durante el año 2009 fue de 51 ± 2 especies. Al comparar la riqueza total de especies entre campañas de monitoreo se observó que la campaña con menor riqueza correspondió a julio con 49 especies, mientras que, la mayor fue registrada en la campaña de abril con 54 especies (Tabla 5.2.2.1a, b, c y d; Figura 5.2.2.1).

Abundancia total. El valor promedio de abundancia total de diatomeas bentónicas en el salar de Surire durante el año 2009 fue 958.063 ± 459.332 cel/mm², la cual presentó una baja variación a través del periodo de estudio (Tabla 5.2.2.1a, b, c y d). El valor mínimo de abundancia total en el salar fue detectado en la campaña de febrero con 409.742 cel/mm², mientras que el máximo de abundancia fue detectado en la campaña de octubre con 1.402.838 cel/mm² (Figura 5.2.2.1).

Especies Dominantes y frecuentes. En relación a las especies dominantes del salar de Surire, se constató que *Fragilaria brevistriata* dominó en las respectivas campañas de abril y octubre junto a *Surirella sella*. Mientras que, en la campaña de febrero dominó *F. pinnata* y en la campaña de julio dominó *Navicula lauca*.

En relación a la frecuencia de ocurrencia, se observó a varias especies presentes en un rango de entre cuatro y ocho estaciones de muestreo, de un total de nueve estaciones de muestreo. Las especies que fueron más frecuentes correspondieron a *Amphora carvajaliana*, *Fragilaria brevistriata*, *Fragilaria pinnata*, *Navicula salinicola*, *Nitzschia* spp., Pennales indet. y *Planothidium delicatulum* (Tabla 5.2.2.1 a, b, c y d).

Análisis espacial: variación de parámetros comunitarios entre estaciones de monitoreo

Riqueza taxonómica. El número de taxa varió ampliamente entre las estaciones de monitoreo durante el año 2009 (**Figura 5.2.2.2**). Se constató que las estaciones S2 (Laguna CONAF) en febrero, S7 (Laguna El Bote) en abril, S4 (Termas de Polloquere) en julio y S3 (Laguna Interior) en octubre presentaron los más altos valores de riqueza de especies los que oscilaron entre 21 y 25 especies. En cambio, la menor riqueza de especies fue detectada en la estación S6 (Laguna en Río Blanco) en las distintas campañas con valores de cero especies.

Abundancia total. Los valores de abundancia total presentaron diferencias entre las estaciones de monitoreo (**Figura 5.2.2.2**). La mayor abundancia de diatomeas bentónicas fue observada en la estación S2 (Laguna CONAF) en febrero y en octubre, S4 (Termas de Polloquere) en abril y S8 (Laguna Retén Chilcaya) en octubre. En cambio, la menor abundancia fue detectada en la estación S6 (Laguna en Río Blanco) en las distintas campañas con valores de cero cel/mm².

Análisis histórico

En la **Tabla 5.2.2.2** se muestra la riqueza total de especies registrada en el tiempo en el salar de Surire en la cual se observó que en todo el período de estudio, es decir, entre las campañas de abril de 1999 y octubre de 2009 las riquezas oscilaron entre 13 y 72 especies.

Riqueza taxonómica y Abundancia Total. Las curvas de variación en el tiempo de la riqueza de especies promedio mostraron un patrón estable entre las campañas abril 1999 y marzo de 2004 con valores que oscilaron entre 12 y 19 especies (**Figura 5.2.2.3a**). Posteriormente entre las campañas de abril 2004 y octubre 2006 se observó una disminución de las riquezas promedios las que oscilaron entre seis y 13 especies. Mientras que desde febrero 2007 y octubre 2008 se observó una disminución de las riquezas con valores promedios entre dos y siete especies. En el año 2009 las riquezas aumentaron con valores promedios entre 9 y 13 especies. Al comparar los valores de riqueza para las distintas campañas monitoreadas durante todo el período de monitoreo (1999-2009), se establecieron diferencias estadísticas significativas (ANOVA medidas repetidas: Riqueza $F_{(37,222)}=6,280$ $p=0,00001$). Las diferencias sugieren una alta variabilidad de la riqueza en el tiempo.

Respecto de la variación en el tiempo de los promedios de abundancia, se observó un patrón de comportamiento variable con tendencia a la disminución de la abundancia total (**Figura 5.2.2.3b**). Entre las campañas de 1999 y 2000 se observaron las abundancias promedio más altas registradas a la fecha entre 2.356.485 y 17.438.954 cel/mm². Posteriormente entre las campañas junio de 2001 y octubre de 2002 se observaron bajos valores de este parámetro con valores que oscilaron entre 361.993 y 2.737.883 cel/mm². Los que repuntaron entre las campañas de enero de 2003 y octubre de 2004 con valores entre 343.250 y 5.309.425 cel/mm². En el periodo 2005 las abundancias promedio mostraron los valores más bajos registrados a la fecha entre 84.707 y 1.245.778 cel/mm². En el periodo de 2006-2009 la abundancia presentó un rango de variación entre 221.683 y 6.352.873 cel/mm², cabe destacar que la actual campaña presentó valores altos respecto de este rango. Al comparar las campañas de monitoreo se detectaron diferencias significativas entre campañas de monitoreo (ANOVA medidas repetidas: Abundancia

$F_{(37,222)}=2,968$ $p=0,00001$). La campaña de marzo 2000, presentó la diferencia con las restantes campañas de muestreo.

Especies dominantes y frecuentes. Respecto de las especies de mayor frecuencia entre las campañas de monitoreo de abril y agosto de 1999 correspondieron a *Navicula* 12. En general, entre las campañas de los años 2000-2008 las especies *Navicula cincta*, *N. cincta* var. *rostrata*, *N. cryptotenella*, *Amphora* sp. 1, *N. salinicola*, *Nitzschia valdecostata*, *Nitzschia* spp., *Denticula valida*, *Surirella sella*, *Amphora carvajaliana* y *Planothidium delicatulum* han sido frecuentes por lo menos una vez, en cambio, las especies frecuentes más recurrentes correspondieron a *Fragilaria pinnata*, *F. construens* y *F. brevistriata* (Tabla 5.2.2.2).

Respecto de las especies dominantes en el tiempo, estas han sido recurrentes y están repartidas entre *Navicula* 12 en las primeras dos campañas del año 1999 y tres especies de *Fragilaria* (i.e. *F. brevistriata* dominante en 21 campañas, *F. pinnata* dominante en cuatro campañas, *F. construens* f. *venter* y *F. construens* f. *subsalina* en dos y tres campañas respectivamente). Otras especies que dominaron fueron *Fragilaria* sp. 1, *Amphora carvajaliana*, *Denticula valida*, *Navicula lauca*, *N. cryptotenella*, *N. salinicola* y *Surirella sella* (Tabla 5.2.2.2).

Clasificación de las estaciones. El análisis temporal mostró similitudes en función de la composición y abundancia total de las diatomeas bentónicas entre los años 2001, 2002 y 2003 y diferencias con los restantes años (Tabla 5.2.2.3, Figura 5.2.2.4). Por otro lado, el año 2000 fue similar a los años 2007 y 2008, y los años 2007 y 2008 fue diferente al año 2009 (ANOSIM: $R=0,143$; $P=0,01$). Estos resultados nos sugieren una alta variación interanual y un patrón de variación interdecadal asociado a la composición y la abundancia de las diatomeas bentónicas.

5.2.3. Zooplancton

En las campañas del año 2009, destacó especialmente el copépodo Canthocamptidae, este taxa fue el más frecuente de aparición en las estaciones en la mayoría de las campañas, además de dominar en la mitad de las campañas evaluadas. En las Tablas 5.2.3.1a, b, c y d se resume la composición y la abundancia de los taxa zooplanctónicos descritos en el presente período anual.

Análisis temporal: Variación estacional de parámetros comunitarios

Riqueza taxonómica. Durante el 2009, el valor promedio de la riqueza de taxa zooplanctónicos en el salar de Surire fue de 12 taxa, observándose un mínimo de 10 taxa en la campaña de abril y un máximo de 13 taxa en las campañas de julio y octubre (Figura 5.2.3.1).

Abundancia total. El valor promedio de la abundancia total del zooplancton durante el presente período anual correspondió a 4,7 ind/L con una elevada variación a través de las campañas de estudio. Como la Figura 5.2.3.1 describe, el valor mínimo de la abundancia total fue descrito en la campaña de julio, con una densidad de 1,4 ind/L, mientras que el máximo de abundancia fue detectado en la campaña de febrero, con una densidad de 8,1 ind/L.

Especies Dominantes y frecuentes. En relación a los taxa dominantes en abundancia en el salar de Surire, se pudo observar que tres taxa monopolizaron este rasgo a través de las campañas del 2009 (Tabla 5.2.3.2), estos fueron el rotífero Brachionidae, que fue el taxón más abundante en febrero (Tabla 5.2.3.1a), el anostrácodo *A. franciscana* que dominó en abundancia en abril (Tabla 5.2.3.1b) y por último el copépodo Canthocamptidae, que fue el taxa más abundante en las campañas de julio (Tabla 5.2.3.1c) y octubre (Tabla 5.2.3.1d). Por otra parte, en cuanto a la frecuencia de aparición de los taxa en las estaciones, destacó que sólo una pequeña proporción de ellos presentó una distribución relativamente amplia, entre estos últimos destacaron especialmente el díptero Chironomidae y el copépodo Canthocamptidae, el primero en la campaña de febrero (Tabla 5.2.3.2), donde fue el único taxón presente en más de la mitad de las estaciones (Tabla 5.2.3.1a), mientras que el segundo exhibió una distribución amplia en la zona de estudio en las campañas de abril, julio y octubre (Tabla 5.2.3.2), donde su presencia fue descrita en al menos 8 de un total de 10 estaciones (Tabla 5.2.3.1b, c y d)

Análisis espacial: variación de parámetros comunitarios entre estaciones de monitoreo

Riqueza taxonómica. Durante el año 2009 y al igual que en campañas anteriores, el número de taxa zooplanctónicos exhibió una elevada heterogeneidad de valores en la mayoría de las estaciones durante las campañas realizadas (Figura 5.2.3.2). A pesar de esto, se observaron algunas estaciones con tendencia a diferenciarse en la riqueza de taxa, es el caso de la estación S9 (Laguna Campamento Chilcaya), que tendió a presentar una mayor riqueza durante el período con un rango de taxa comprendido entre 5 y 7 taxa y también la estación S7 (Laguna El Bote) que exhibió la tendencia contraria, con valores de la riqueza que variaron entre 1 y 3 taxa. Esta misma tendencia podría ser considerada para la estación S6 (Laguna en Río Blanco), la que no fue evaluada durante el período debido a la ausencia de agua en el sector, por lo que no presenta zooplancton al carecer de columna de agua.

Abundancia total. Para la abundancia de la fauna planctónica también se observó una tendencia por parte de algunas estaciones a diferenciarse durante las campañas llevadas a cabo en el 2009 (Figura 5.2.3.2). Destacaron las estaciones S2 (Laguna CONAF), S7 (Laguna El Bote) y S8 (Laguna Retén Chilcaya) debido a que tendieron a presentar valores de abundancia del zooplancton más altos que en las otras estaciones, en general sobre 10,0 ind/l en la mayoría de las campañas, excepto en julio donde en todas las estaciones se determinó bajas densidades. Todas las demás estaciones exhibieron bajos valores de abundancia total, en general inferiores a 5,0 ind/L a través de las campañas (Tablas 5.2.3.1a, b, c y d).

Análisis histórico

Para el periodo global de estudio, comprendido entre abril de 1999 y octubre de 2009, la riqueza total de taxa en el salar, descrita en la Tabla 5.2.3.2, a oscilado dentro de un rango comprendido entre un mínimo de 4 taxa y un máximo de 15 taxa, con los valores específicos del 2009, entre 10 y 13 taxa, más cercanos al valor máximo de riqueza descrito.

Riqueza taxonómica y Abundancia Total. La evolución en el tiempo de los valores de riqueza de taxa y abundancia total de organismos, como un promedio en el sistema se ilustra en la **Figura 5.2.3.3**. Como se aprecia en esta figura, en la mayoría de las campañas existió una gran heterogeneidad en los valores de estas dos variables entre las estaciones, lo que se refleja en la magnitud de las desviaciones estándar para cada campaña en el gráfico. Tanto la riqueza de taxa como la abundancia de organismos no presentaron patrones recurrentes de variación en el tiempo asociados a la estacionalidad climática de la zona de estudio. No obstante lo anterior, a partir de diciembre de 2001 la riqueza de taxa ha experimentado una tendencia de incremento sostenida en el tiempo hasta enero de 2003, a partir de la cual los valores tendieron a estabilizarse en un promedio de alrededor de 5 taxa hasta octubre de 2004, con excepción de la campaña de julio de 2004 que presentó un valor muy bajo de la riqueza promedio, 2,4 taxa, posterior a octubre de 2004 los valores de la riqueza han tendido a decrecer hasta estabilizarse en promedios cercanos a 3 taxa en las campañas del 2006, 2007 y 2008, incrementándose a valores cercanos a 4 taxa en las tres últimas campañas evaluadas. Estas diferencias en los valores de la riqueza fueron estadísticamente significativos (ANOVA medidas repetidas: $F_{(37, 333)} = 5,367$, $P < 0,01$), siendo los principales determinantes de estas diferencias la mayoría de los valores altos de la riqueza determinados entre enero de 2003 y enero de 2005 en comparación con la mayoría de los valores bajos descritos entre abril de 1999 y abril de 2002. Por otra parte, en cuanto a la densidad del zooplancton, si bien esta variable no exhibió una tendencia temporal definida destacó el período comprendido entre la campaña de abril de 2003 hasta octubre 2004 por presentar mayores valores promedio en general relativo a las campañas anteriores y también posteriores. La mayoría de los valores altos de este período fueron los principales determinantes de las diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre las campañas de estudio (ANOVA medidas repetidas: $F_{(37, 333)} = 3,218$, $P < 0,01$). En el año 2009, destacaron las campañas de febrero y abril por exhibir una densidad relativamente alta de zooplancton, comparable a aquellas del período destacado anteriormente (abril de 2003 a octubre 2004).

Especies dominantes y frecuentes. La **Tabla 5.2.3.2** resume el listado de las especies dominantes en abundancia en el salar y también aquellas con mayor frecuencia de aparición en las estaciones. Como se observa en esta tabla, el anostrácodo *A. franciscana* y el copépodo Canthocamptidae fueron los taxa que más recurrentemente dominaron en el período, con 23 campañas el primero y 14 campañas el segundo, mientras que el resto de los taxa dominantes exhibieron este rasgo menos frecuentemente, cinco campañas en el caso del cladócero Chidoridae y una campaña en los casos del cladócero Macrothricidae, coleóptero Elmidae, díptero Chironomidae, rotífero Brachionidae y tardígrado Eutardigrada. Por otra parte, respecto de los taxa más frecuentes, también destacaron por esta característica el anostrácodo *A. franciscana* y el copépodo Canthocamptidae, en 10 y 27 campañas respectivamente, adicionándose el díptero Chironomidae como uno de los taxa frecuente a través de las estaciones en 20 de las campañas. Otros taxa que exhibieron una frecuencia de aparición alta, aunque sólo en algunas campañas específicas fueron el Cladócero Chidoridae en las campañas de junio 2001 y octubre 2006, el ostrácodo *Eucypris sp.* en abril de 2004 y el anfípodo *Hyalella sp.* en abril de 2008.

Clasificación de las estaciones. Para las campañas anuales el análisis espacial de las estaciones de acuerdo a la composición y abundancia de su comunidad zooplanctónica, realizado mediante el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (MDS), se muestra en la **Figura 5.2.3.4**. Este análisis de similitud, a pesar de la dispersión de los datos evidenció una tendencia de agrupación de las estaciones de acuerdo a los períodos anuales evaluados (ANOSIM: $R=0,035$; $p < 0,01$), con diferencias significativas entre años. El año 2000 fue el más diferenciado, ya que presentó diferencias significativas con respecto a la mayoría de las otras campañas anuales (**Tabla 5.2.3.3**), aunque también las campañas del 1999, 2001, 2003, 2004, 2005 y 2009 se diferenciaron de una elevada proporción de las restantes campañas. Específicamente la campaña del 2009 sólo se diferenció significativamente de las campañas del 1999, 2000, 2001 y 2005.

5.2.4 Zoobentos

Análisis temporal: Variación estacional de parámetros comunitarios

Riqueza taxonómica. El valor promedio del número total de grupos taxonómicos reconocidos en toda el área de estudio durante el año 2009 alcanzó a 16 grupos taxonómicos, de los cuales el 38,1% correspondió a larvas de insectos, 36,5% correspondió a crustáceos, 20,6% correspondió al ítem "otros" (conformado por grupos menos conspicuos desde el punto de vista de su pertenencia a grandes conglomerados faunísticos) y 4,8% correspondió al grupo de los moluscos. Durante la campaña de invierno se reconoció el máximo de grupos taxonómicos alcanzando a 20 taxa; en tanto que el valor más bajo se observó durante la campaña estival, donde para toda el área de estudio se contabilizó un total de 5 grupos taxonómicos. Al considerar el valor promedio por estación de la riqueza de invertebrados bentónicos en el salar de Surire durante el año 2009; esta alcanzó a 3,1 grupos taxonómicos. Se observó que durante las campañas de otoño e invierno el promedio de especies por estación alcanzó los valores más altos equivalentes a 4,3 y 4,2 grupos taxonómicos respectivamente; en tanto que el valor más bajo se registró durante la campaña estival, alcanzando a 1,2 grupos taxonómicos (**Tabla 5.2.4.1a, b, c y d; Figura 5.2.4.1**).

Abundancia total. El valor promedio de la abundancia global estimada en el área de estudio durante las campañas de 2009 alcanzó a 90.132 Ind/10m², de los cuales el 65% correspondió a ejemplares pertenecientes al grupo de los crustáceos; el 20,9% correspondió a larvas de insectos acuáticos; el 13,6% correspondió a ejemplares pertenecientes al ítem "otros"; en tanto que el 0,5% restante correspondió a ejemplares pertenecientes al grupo de los moluscos. Las abundancias globales más altas se reconocieron durante la campaña de otoño alcanzando a 186.706 Ind/10m² con una predominancia clara del grupo de los crustáceos; en tanto que el valor más bajo se registró durante la campaña de verano alcanzando a 3.412 Ind/10m², donde los insectos acuáticos alcanzaron las mayores densidades. Al considerar el valor promedio por estación para todo el período 2009 se estimó un valor equivalente a 9.013 Ind/m². Al respecto, las mayores densidades promedio por estación se registraron durante la campaña de otoño alcanzando a 18.671 Ind/m²; en tanto que el valor más bajo se registró durante la campaña estival alcanzando a 341 Ind/m² (**Tabla 5.2.4.1a, b, c y d; Figura 5.2.4.1**).

Especies Dominantes y frecuentes. Considerando las cuatro campañas de muestreo efectuadas durante 2009, se constató que las especies dominantes en el área de estudio correspondieron a copépodos pertenecientes al grupo Harpacticoidea, los que representaron el 28,1% de la abundancia global promedio estimada para toda el área de estudio. Estacionalmente se reconoció que este grupo predominó en las campañas de invierno, otoño y primavera, alcanzando las abundancias relativas más altas durante las estaciones frías. En tanto que en la campaña estival dominaron el ensamble de invertebrados los dípteros pertenecientes a la familia Chironomidae. Por otra parte, al comparar la frecuencia de aparición en el área de estudio durante el período 2009, se observó que la frecuencia promedio más alta la ostentaron el grupo de los dípteros Chironomidae, los que se reconocieron en el 37,5% del total de estaciones muestreadas durante las cuatro campañas efectuadas (aproximadamente 4 estaciones por campañas). Estacionalmente este grupo fue el más frecuente en la totalidad de las campañas efectuadas (Tabla 5.2.4.1 a, b, c y d).

Análisis espacial: variación de parámetros comunitarios entre estaciones de monitoreo

Riqueza taxonómica. Espacialmente la estación que presentó los valores más altos durante el período de muestreo 2009 correspondió a la estación S1 (estación de vega cercana al refugio de CONAF), la cual alcanzó un valor promedio anual de 10 grupos taxonómicos, alcanzando el mayor valor durante la campaña de otoño (15 taxa) en tanto que en las campañas de primavera e invierno se detectaron 13 y 12 taxa, respectivamente. Durante la campaña estival no se detectó la presencia de fauna debido a la ausencia de agua en dicha estación. En contraposición a esto, la estación S6 (localizada en el extremo oriental del salar, en las cercanías del río Blanco) no se detectó la presencia de organismos en ninguna de las cuatro campañas realizadas como consecuencia de la ausencia de agua en el sector, condición que se ha observado durante los últimos dos años. Otras estaciones pobres desde el punto de vista de la riqueza de especies correspondieron a las estaciones S2 (sector de laguna cercana a refugio CONAF) y S8 (localizadas en el sector cercano a retén de Carabineros), las que alcanzaron un promedio anual de riqueza de especies equivalente a 1 y 1,3 grupos taxonómicos, respectivamente. Para el caso de la estación S2, los valores más altos en su número de taxa se observaron durante las campañas de verano e invierno alcanzando a 2 taxa en cada campaña, en tanto que en las restantes estaciones de muestreo no se detectó la presencia de especies. En la estación S8 los valores más altos de riqueza de especies se registraron durante las campañas de otoño e invierno (2 grupos taxonómicos), en tanto que el registro más bajo se observó durante la campaña de verano donde no se registró la presencia de invertebrados bentónicos (Figura 5.2.4.2).

Abundancia total. Al igual que para la variable de riqueza de especies, la estación que presentó los valores más altos durante las distintas campañas de monitoreo de 2009 correspondió a la estación S1; en la cual se estimó un valor promedio anual equivalente a 35.382 Ind/m². El registro más alto de esta estación se observó en la campaña de otoño (78.118 Ind/m²), en tanto que el valor más bajo se registró durante la campaña de primavera (13.353 Ind/m²), sin considerar la ya comentada campaña de verano donde se observó la ausencia de agua en el sector. En contraposición a esto y sin considerar la estación S6 donde no se detectó la presencia de invertebrados, la estación con el promedio anual de abundancia más bajo correspondió a la estación S2, la que alcanzó a 162 Ind/m², producto de los bajos valores detectados en las campañas de verano e

invierno y la ausencia de taxa observadas en las campañas de otoño y primavera (Figura 5.2.4.2).

Análisis histórico

En la Tabla 5.2.4.2 se muestra la riqueza total de especies registrada en el tiempo en el salar de Surire en la cual se observó que en todo el período de estudio, es decir, entre las campañas de abril de 1999 y octubre de 2009 las riquezas oscilaron entre 7 y 22 grupos taxonómicos.

Riqueza taxonómica y Abundancia Total. Las curvas de variación en el tiempo de la riqueza de especies promedio mostraron un patrón discretamente estable entre las campañas abril 1999 y julio de 2005 con valores que oscilaron aproximadamente entre 3 y 6 taxa (Figura 5.2.4.3a). A partir de la campaña de primavera de 2005 hasta la campaña de primavera de 2006 se reconoce una tendencia hacia la baja en el número promedio de especies, fluctuando aproximadamente entre 3 y 4 grupos taxonómicos. Desde la campaña estival de 2007 hasta la campaña de estival de 2009 se intensifica la tendencia hacia la baja observada desde la campaña de primavera de 2005, alcanzando el promedio más bajo de todo el período de monitoreo en las campañas de julio de 2007 y febrero de 2009 (promedios: 1,3 taxa y 1,2 taxa, respectivamente). Al comparar los valores de riqueza para las distintas campañas monitoreadas durante todo el período de monitoreo (1999-2008), se establecieron diferencias estadísticas significativas (ANOVA medidas repetidas: Riqueza $F_{(37,333)}=3,338$ $p<0,05$), producto de los bajos valores registrados en las campañas invernal de 2007 y estival de 2009 ya comentados, los que contrastan con los valores más altos de riqueza registrados fundamentalmente entre las campañas de otoño de 1999 a otoño de 2001, así como los altos valores registrados en las campañas de otoño e invierno de 2003 y todas las campañas efectuadas durante 2005.

Respecto de la variación en el tiempo de los promedios de abundancia, se observó un patrón de comportamiento variable con tendencia a la disminución de la abundancia total a partir de la campaña de primavera de 2005 (Figura 5.2.4.3b). Los valores promedio más altos se registraron durante las campañas de otoño e invierno de 2001 y la campaña de invierno de 2005, así como la campaña estival de 2003. Resulta llamativo la baja de las abundancias promedio registrada a partir de la campaña de octubre de 2005; tendencia que se ha mantenido hasta la campaña estival de 2009. Al comparar las campañas de monitoreo se detectaron diferencias significativas entre campañas de monitoreo (ANOVA medidas repetidas: Abundancia $F_{(37,333)}=3,304$ $p<0,05$), producto de los extremadamente bajos valores de densidad registrados en las campañas de julio de 2007, octubre de 2008, febrero 2009 y octubre 2009.

Especies dominantes y frecuentes. Respecto de las especies con mayor frecuencia en el área de estudio durante el período 1999-2009 destacan de manera particular los dípteros pertenecientes a la Familia Chironomidae (específicamente ejemplares pertenecientes a la Subfamilia Orthoclaadiinae) y los copépodos pertenecientes al grupo Harpacticoidea (fundamentalmente pertenecientes a la familia Canthocamptidae), cuya presencia en el área de estudio por sobre un 50% se reconoció en 81,6% y 52,6% del total de campañas de monitoreo hasta el momento realizadas, respectivamente. Otros grupos taxonómicos importantes desde el punto de vista de su frecuencia (sobre un 50% de presencia en el área de estudio) corresponden a los gusanos oligoquetos y nemátodos, así como también los anélidos pertenecientes al grupo Hirudinea

(Sanguijuelas) y los crustáceos anfípodos *Hyalella* sp. y ostrácodos (tipo I) (Tabla 5.2.4.2).

Respecto de las especies dominantes en el tiempo, estas han sido recurrentes y están repartidas entre los ya comentados copépodos Harpacticoidea y los dípteros pertenecientes a la familia Chironomidae, los que al considerar la abundancia total acumulada durante todo el período de muestreo representan el 34% y el 16,1%, respectivamente (Tabla 5.2.4.2).

Clasificación de las estaciones. El análisis temporal mostró similitudes en función de la composición y abundancia total de los invertebrados bentónicos en la mayoría de los antecedentes considerados y que corresponden mayoritariamente a data recolectada entre los años 1999 a 2003, 2005 y diferencias significativas fundamentalmente con los años 2007 y 2008. Las campañas de monitoreo del período 2009 en general también mostraron diferencias significativas con los registros recopilados durante el primer período del monitoreo (ANOSIM: $R= 0,035$; $p= 0,01$). Las razones de estas diferencias están vinculadas a la merma en cuanto a número de grupos taxonómicos y densidad de individuos observada a partir de fines del año 2006 en adelante, la que mostró leves alzas en las campañas efectuadas en las estaciones de otoño e invierno. (Figura 5.2.4.4 y Tabla 5.2.4.3).

5.3 Biota Terrestre

5.3.1 Marco biogeográfico

De acuerdo con Gajardo (1995), el sitio de estudio, se localiza en la XV Región (hasta 2008 I Región). Esta región se encuentra en la Cordillera de los Andes árida y semiárida, extendiéndose desde el extremo norte, en el límite con Perú y Bolivia, hasta las montañas andinas de la VII Región. Comparte muchas de las características que el cordón andino presenta a través de toda su extensión, pero al mismo tiempo demuestra peculiaridades que le son propias. Los factores determinantes son la altitud y el relieve, como complejo modificador de todos los otros factores, siendo la aridez relativa y un corto período vegetativo, lo que determina una fisionomía particular de sus formaciones vegetales. A este respecto, como forma de vida de las plantas existe una gran homogeneidad, aunque puede resumirse la existencia de tres tipos biológicos fundamentales: las plantas pulvinadas o en cojín, las gramíneas cespitosas, pastos duros o "coirones" y, los arbustos bajos de follaje reducido o "tolas". El conjunto de las formaciones vegetales constituye un mosaico en que predomina una u otra de las formas biológicas mencionadas. Específicamente, el área de estudio se ubica en la SUB-REGIÓN DE LA ESTEPA ALTO-ANDINA que se distingue por encontrarse sobre un relieve de alti-planicies, generalmente con más de 4.000 m de altitud. Además, especialmente en el Altiplano, predomina un régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano, que más hacia el sur, en la Puna propiamente tal, sólo constituye una influencia marginal, lo que le concede un carácter de mayor aridez. Sin embargo, sus estrechas afinidades florísticas permiten reunir a ambos sectores en una sola sub-región vegetacional. En el extenso territorio de esta sub-región, el área de estudio se ubica en formación vegetacional denominada ESTEPA ALTO-ANDINA ALTIPLÁNICA. Esta formación que se extiende entre los 4.000 y los 5.000 m de altitud, como una gran meseta dominada por montañas aisladas. Presenta una gran riqueza florística, organizada en diversas comunidades vegetales que responden a un patrón de distribución fundamental, determinado por el relieve y por la presencia de cursos de agua. Según Gajardo (1995), en esta formación vegetacional, es posible reconocer las siguientes comunidades vegetacionales, las cuales se ubicarían en las proximidades del área de estudio:

- Comunidad vegetacional: *Festuca orthophylla* - *Parastrephia lucida* (Paja Brava-Tola de Río). Agrupación compleja y tradicional entre "Pajonal" y "Tolar", que se encuentra ubicada de preferencia en sectores marginales a los bofedales y lagunas.
- Comunidad vegetacional: *Festuca orthophylla* - *Deyeuxia breviaristata* (Paja Brava-Huajil). Comunidad vegetal típica que constituye los "Pajonales", extensas superficies cubiertas por gramíneas en mechón, que se encuentran de preferencia en los grandes llanos arenosos, especialmente en las altitudes mayores. Entre las fuertes matas de *Festuca orthophylla*, crecen numerosas especies de plantas anuales.
- Comunidad vegetacional: *Azorella compacta* (Llareta). Comunidad que representa a los "llaretales", agrupaciones vegetales características por la dominancia de la forma de vida pulvinada de *Azorella compacta*. Se encuentran ubicados de preferencia en las laderas rocosas de la precordillera, así como también en las laderas de las más altas cumbres de la

cordillera andina propiamente tal. Es posible que ambas situaciones constituyan dos comunidades diferentes.

- Comunidad vegetal: *Polylepis tarapacana* (Queñoa). Comunidad de aspecto arbustivo, denominada "Queñoa", que se sitúa en las altitudes mayores, alrededor de 4.700 msnm. Su presencia es más común en el sector sur del área de la formación.
- Comunidad vegetal: *Parastrephia quadrangularis* - *Festuca orthophylla* (Coba-Paja Brava). Es el tolar del Altiplano, que se encuentra extensamente repartido en alternancia con los "pajonales", especialmente ocupando posiciones de coluvios y aluvios pedregosos, aunque también se reparte en algunas de las planicies arenosas. La forma de vida dominante son los arbustos bajos con hojas reducidas.
- Comunidad vegetal: *Oxychloe andina* (Paquial). Corresponde a la agrupación vegetal que recibe el nombre genérico de "Bofedal", el cual en realidad es un complejo florístico y vegetacional que se encuentra ubicado en los cursos de agua del Altiplano, presentando una clara zonación local desde los lugares con aguas corrientes a aquellos más secos. Tiene una gran riqueza florística, la cual es disminuida en su expresión por el pastoreo intensivo de camélidos y ovinos.

5.3.2. Flora y Vegetación

La *vegetación azonal* (materia de este estudio) del Salar de Surire, está compuesta por unas 18 especies, las cuales se asocian en una trama compleja de asociaciones. Como se señaló en el estudio de Línea de Base, la distribución actual de las especies y las asociaciones es, en buena medida, el resultado de la interrelación de los gradientes de salinidad-humedad y probablemente de la intensidad y extensión espacial del pastoreo de los animales domésticos del sector.

Durante el proceso del estudio de Línea de Base, se reconocieron 6 asociaciones vegetacionales, las cuales se relacionan con la vegetación azonal, y que se describen brevemente a continuación:

Asociación de *Oxychloe andina*: conformada por 8 especies, las acompañantes poseen escasa cobertura y baja frecuencia. La cobertura total de la asociación es elevada, alcanzando en ocasiones al 100%. Esta asociación se localiza principalmente en pequeñas áreas de surgencia (afloramiento) de agua dulce.

Asociación de *Scirpus atacamensis*: conformada por 9 especies. La cobertura de la asociación es elevada, alcanzando valores cercanos al 90%. La vegetación está ampliamente dominada por *Scirpus atacamensis*, una especie que forma cojines compactos, sobre o entre los que crecen las especies acompañantes.

Asociación de *Deyeuxia curvula*: conformada por 11 especies. La cobertura de la vegetación es intermedia, alcanzando valores cercanos al 50%. La asociación presenta frecuentemente una dominancia de *Deyeuxia curvula*, una gramínea que crece en champas, y que comparte su dominancia con *Wemeria weddellii*, *Frankenia*

triandra y *Reicheella andicola*. Esta es una de las asociaciones más difundidas, especialmente en el sector periférico del Salar.

Asociación de *Parastrephia lucida-Deyeuxia curvula*: compuesta por 8 especies, La cobertura de la asociación es intermedia alcanzando valores cercanos al 50%. Esta asociación crece siempre en el margen del salar, en contacto con las planicies y los arenales. Exhibe 2 estratos muy marcados; herbáceo y arbustivo.

Asociación de *Puccinellia frígida*: conformada por 5 especies. La cobertura de la asociación es moderada, alcanzando en promedio un 30%. La fisionomía es la de un pajonal muy ralo. Esta asociación se encuentra al interior del salar formando, a menudo, el límite interno de la vegetación, situándose así al extremo del gradiente de salinidad.

Asociación de *Distichlis humilis-Frankenia triandra*: conformada por 4 especies. La cobertura de la asociación es intermedia, alcanzando en promedio valores de un 40%, y puede considerarse escasa, por cuanto se encuentra sólo en el sector de los Baños de Polloquere. Este sector ha sido fuertemente impactado por las actividades de turismo y recreación de parte de visitantes a las termas. Es uno de los pocos sitios en el cual existe una corta huella vehicular que se interna desde el camino periférico (consolidado) hacia las lagunas.

El análisis de la composición específica de la *vegetación azonal*, que deriva del Estudio de Impacto Ambiental, señala que las especies que potencialmente podrían habitar los sectores de monitoreo son: *Arenaria rivularis*, *Reicheella andicola*, *Senecio algens*, *Werneria pygmaea*, *Werneria weddellii*, *Carex maritima* var. *miseria*, *Scirpus atacamensis*, *Frankenia triandra*, *Catabrosa werdermannii*, *Deyeuxia curvula*, *Distichlis humilis*, *Festuca cf nardifolia*, *Puccinellia frígida*, *Parastreppia spp*, *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Plantago tubulosa* y *Lilaeopsis macloviana*.

Como se aprecia en la Tabla 5.2.2.1, algunas de ellas no fueron registradas durante la campaña de estudio, sin embargo, este resultado puede deberse al menos a las siguientes condiciones:

- La ausencia permanente de estos taxa en los sectores de muestreo (los cuales cubren una fracción de espacio) o bien,
- La abundancia de ellas en la comunidad es baja y consisten más bien en especies ocasionales

Campaña de Febrero 2009

En esta campaña se registró una riqueza total de 25 taxa (24 plantas vasculares y 1 planta no vascular, *Briophyta*), con un promedio de 5,9 taxa, en un total de 8 estaciones de monitoreo en el Salar de Surire. El valor de promedio de riqueza más alto se encontró en las Estaciones 2 y 7 (9 y 10,5 respectivamente). El valor de riqueza más bajo se encontró en las Estaciones 3, 4 y 5 con una riqueza promedio de 2,5 taxa cada una. Las especies más recurrentes fueron *Calandrinia compacta* y *Deyeuxia sp.*, presentes en 10 transectos evaluados, en total un 32% de las especies (*Calandrinia compacta*, *Carex sp*, *Deyeuxia sp*, *Plantago tubulosa*, *Puccinellia frígida*, *Scirpus atacamensis*, *Stipa sp* y *Werneria weddellii*) se encontraron en 4 o más vertientes, un 28% se registró en 2 o 3 estacione (*Distichlis humilis*, *Festuca sp.*, *Frankenia triandra*, *Lobelia oligophylla*,

Parastrephia lucida y *Sarcocornia pulvinata*), mientras que un 40% de las especies (*Briophyta*, *Cyperaceae* (*Eleocharis* sp.), *Gentiana* sp., *Herbácea* sp. 1, *Herbácea* sp. 2, *Lilaeopsis* sp, *Oxychloe andina*, *Ranunculus* sp, *Senecio* sp. y *Triglochin* sp.) se encontraron solamente en una estación (Tabla 5.3.2.1.).

La cobertura promedio de la vegetación terrestre para esta campaña fue de 48,9%. Un 37,5% (3 estaciones) presentaron una cobertura promedio superior al 50%, con un rango entre 53,28 y 100%, mientras que el 37,5% restante (5 estaciones) fluctuó en un rango de 22,95 y 45,06% (Tabla 5.3.2.1.). La cobertura de la vegetación sigue un patrón similar al de la riqueza de especies, ya que las estaciones con baja diversidad de especies tienen también una baja cobertura (Tabla 5.3.2.1 y Figura 5.3.2.1), con excepción de las estaciones 4 y 5 donde esta tendencia se revierte y se encuentran no más de dos especies con coberturas cuyos valores bordean el 45 y 53% respectivamente.

Los valores promedio de riqueza y cobertura registrados en 2009 se mantuvieron dentro de los rangos históricos desde 2003, en la mayoría de los sectores, la excepción fueron las estaciones 7 y 8 donde se alcanzaron los máximos históricos del promedio de riqueza de especies, en la estación 7 se registró 10 taxa al igual que durante el año 2008, en tanto la estación 9 se registró 7,5 taxa, en tanto para promedio de cobertura se amplió el rango histórico para el sector 7 donde por primera vez se alcanzó el 100% de cobertura (Figura 5.3.2.2 y 5.3.2.3). El valor promedio de la cobertura en 2009 (48,9%) registró un leve aumento en relación con el valor del año anterior (47,89%), a pesar de lo cual no alcanza al máximo registrado en 2006 (56,44%) (Tabla 5.3.2.2). En tanto el número de especies registradas fue el mismo que durante el monitoreo de 2008 (25 taxa). Se observó una gran variabilidad interanual de la abundancia por especie (Figura 5.3.2.4.) en las 35 especies que entrega el registro histórico de los monitoreos en el Salar de Surire, hasta el momento. Existen algunas especies que solo han sido registradas en un periodo es el caso de *Briophyta* (2009), *Calceolaria* sp. (2007), *Carex maritima* var. *misera* (2006), *Eleocharis* sp. (2009), *Deyeuxia christantha* (2005), *Distichlis humilis* (2009), *Parastrephia* sp. (2009), *Patosia clandestina* (2007), *Puccinellia* sp. (2005), *Scirpus* sp. (2005), *Senecio algens* (2007), *Stipa* sp. (2009) y *Werneria pinnatifida* (2006).

5.3.3 Fauna terrestre

Los recuentos de fauna se realizaron en los meses de febrero, abril, julio y octubre del 2009.

- **Anfibios y Reptiles**

Durante las campañas de febrero a octubre del 2009 no se observaron anfibios en el sector de estudio. En monitoreos anteriores (2003), se registraron larvas y juveniles de *Bufo spinulosus* en las cercanías de la Guardería de Conaf, y en el sector de las Ruinas, al este del Retén de Chilcalla. En cuanto a los reptiles, durante la campaña de marzo del 2004, se observó sólo un ejemplar de lagarto (en las cercanías del Km. 30). La especie encontrada correspondió a *Liolaemus multiformis*, especie ya descrita para el salar, la que se observó asociada a arbustos y a áreas que en términos generales presentan una baja a mediana cobertura vegetal, principalmente arbustiva (*Parastrephia* sp.). La especie de reptil no aparece en el listado de la cartilla de caza (SAG 2001) y por lo tanto no se encuentra considerada bajo algún criterio de protección según la Ley de Caza N°19.473.

- **Aves**

Considerando las cuatro campañas, se registró un total de 17 especies distribuidas en 8 órdenes (**Tabla 5.3.3.1**). De estas, 13 especies presentaron algún criterio de protección y siete se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación (SAG, 2001).

Durante la campaña de febrero del 2009, se registró un total de 16 especies distribuidas en 6 órdenes (**Tabla 5.3.3.1; Figura 5.3.3.3**). De estas, 13 especies presentaron algún criterio de protección y siete se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación (SAG, 2001).

Durante la campaña de abril del 2009, se registró un total de 12 especies distribuidas en 7 órdenes (**Tabla 5.3.3.1; Figura 5.3.3.3**). De estas, ocho especies presentaron algún criterio de protección y siete se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación (SAG, 2001).

Durante la campaña de julio del 2009, se registró un total de 13 especies distribuidas en ocho órdenes (**Tabla 5.3.3.1; Figura 5.3.3.3**). De estas, once especies presentaron algún criterio de protección y siete se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación (SAG, 2001).

Durante la campaña de octubre del 2009, se registró un total de 13 especies distribuidas en seis órdenes (**Tabla 5.3.3.1; Figura 5.3.3.3**). De estas, 8 especies presentaron algún criterio de protección y seis se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación (SAG, 2001).

- **Flamencos**

Durante el censo de flamencos realizado en febrero del 2009, se contabilizó un total de 20.619 individuos, de los cuales la mayor parte correspondió al Flamenco de James (10.462 individuos; 50,73%), seguido por el Flamenco Chileno (5.797 individuos; 28,11%) y 4.360 individuos (21,14%) de Flamenco Andino (**Tabla 5.3.3.2A**). La mayor parte de los individuos registrados se encontraron agrupados en los sistemas acuáticos del cuadrante 1, mientras que la menor cantidad de animales se observó en el cuadrante 4 (**Figuras 4.3.2.1 y 5.3.3.1A**).

Durante el censo de flamencos realizado en abril del 2009, se contabilizó un total de 18.405 individuos, de los cuales la mayor parte correspondió al Flamenco de James (9.370 individuos; 50,91%), seguido por el Flamenco Andino (6.018 individuos; 32,69%) y 462 ejemplares (4,79%) de Flamenco Chileno (**Tabla 5.3.3.2B**). Se contabilizaron 2.135 polluelos de especie desconocida, lo que correspondió al 11,6 % del total de flamencos contabilizados. La mayor parte de los individuos registrados se encontraron agrupados en los sistemas acuáticos del cuadrante 1, encontrándose la menor cantidad de animales en el cuadrante 4 (**Figuras 4.3.2.1 y 5.3.3.1B**).

Durante el censo de flamencos realizado en julio del 2009, se contabilizó un total de 4293 individuos, de los cuales la mayor parte correspondió al Flamenco de James (3318 individuos; 77,3%), seguido por el Flamenco Chileno (777 individuos; 18,1%) y 198 individuos (4,6%) de Flamenco Andino (**Tabla 5.3.3.2C**). En esta campaña, la mayor parte de los individuos registrados se encontraron agrupados en los sistemas acuáticos

del cuadrante 2, y la menor cantidad de animales se observó en el cuadrante 1 (Figuras 4.3.2.1 y 5.3.3.1C).

Durante el censo de flamencos realizado en octubre del 2009, se contabilizó un total de 22462 individuos, de los cuales la mayor parte correspondió al Flamenco de James (16956 individuos; 75,49%), seguido por el Flamenco Andino (4558 individuos; 20,29 %) y 948 individuos (4,22%) de Flamenco Chileno (Tabla 5.3.3.2D). La mayor parte de los individuos registrados se encontraron agrupados en los sistemas acuáticos de los cuadrantes 1 y 2, y la menor cantidad de animales se observó en el cuadrante 3 (Figuras 4.3.2.1 y 5.3.3.1D).

Las 3 especies de Flamenco se encuentran consideradas dentro de los mismos criterios de conservación: especies con densidades poblacionales reducidas (S), especies benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E) y especies en estado de conservación Vulnerable (V) (ver Tabla 5.3.3.1). En la Figura 5.2.3.2.2, se muestra el resumen de las especies de flamencos identificadas en los períodos de muestreo. En relación al total de ejemplares, los datos de las últimas cuatro campañas arrojaron un mínimo no observado antes en Salar de Surire durante el recuento de Julio de 2009, ocasión en que el total de flamencos fue de solo de 4293 ejemplares. Lo anterior podría relacionarse con condiciones climáticas extremadamente severas observadas durante el invierno de 2009.

- Otras aves

En la Tabla 5.3.3.3A se resumen las abundancias totales y específicas cada 5 Km., y las abundancias relativas para el resto de las especies de aves (acuáticas y terrestres) observadas durante la campaña de terreno de febrero del 2009. Durante esta campaña se registraron 443 individuos, siendo la especie más abundante (213 ejemplares) el Pollito de Mar Tricolor que representó el 48,1% del total de individuos observados en el Salar de Surire, sin considerar a las 3 especies de flamencos), seguido por el Chirihue (7,2%) con 32 individuos y el Caití (8,8%) con 39 individuos.

En la Tabla 5.3.3.3B se resumen las abundancias totales y específicas cada 5 a.m., y las abundancias relativas para el resto de las especies de aves (acuáticas y terrestres) observadas durante la campaña de terreno de abril del 2009. Durante esta campaña se registraron 216 individuos de 9 especies. La especie más abundante (52 ejemplares) fue la Gaviota Andina que representó el 24,1% del total de individuos observados en el Salar de Surire, seguido por el Pájaro Plomo (20,3%) y el Minero de la Puna (16,7%) con 36 individuos.

En la Tabla 5.3.3.3C se resumen las abundancias totales y específicas cada 5 a.m., y las abundancias relativas para el resto de las especies de aves (acuáticas y terrestres) observadas durante la campaña de terreno de julio del 2009. La especie más abundante fue la Gaviota Andina (*Larus serranus*) que representó al 72,4% (236 individuos) del total de individuos observados en el Salar de Surire (n = 326, sin considerar a las tres especies de flamencos). Otras especies con buena representación poblacional en esta campaña es el Caití (39 individuos).

En la Tabla 5.3.3.3D se resumen las abundancias totales y específicas cada 5 Km., y las abundancias relativas para el resto de las especies de aves (acuáticas y terrestres) observadas durante la campaña de terreno de octubre del 2009. Durante esta campaña

se registraron 844 individuos, siendo la especie más abundante (600 ejemplares) el Pollito de Mar Tricolor que representó el 71,1% del total de individuos observados en el Salar de Surire ($n = 844$, sin considerar a las tres especies de flamencos), seguido por el Gaviota Andina (21,3%) con 180 individuos.

- **Mamíferos**
 - Vicuñas

Transecto Salar de Surire (65 Kms)

Los resultados obtenidos para la campaña de febrero del 2009 se resumen en las **Figuras 5.3.3.4A; 5.3.3.8** y en la **Tabla 5.3.3.4**. Durante esta campaña se observaron un total de 725 vicuñas. La mayor concentración de animales se observó asociada a la Pampa de Surire (del Km. 0 al Km. 20) y en menor grado al sector de las entre el Cerro del Medio y las Termas de Polloquere (del Km. 20 al Km. 30). En total se observaron 154 machos territoriales, 438 hembras, 36 crías, 70 machos solteros y 27 machos solitarios. El número promedio de hembras y crías por familia fue de 2,84 y 0,23 animales respectivamente.

Los resultados obtenidos para la campaña de abril del 2009 se resumen en las **Figuras 5.3.3.4B; 5.3.3.8** y en la **Tabla 5.3.3.4**. Durante esta campaña se observaron un total de 688 vicuñas. La mayor parte de la población se estableció en el sector de Pampa de Surire. En total se observaron 143 machos territoriales, 388 hembras, 62 crías, 73 juveniles o machos solteros y 22 machos solitarios. El número promedio de hembras y crías por familia fue de 2,71 y 0,43 respectivamente.

El censo de vicuñas realizado durante julio del 2009 dentro del salar se resume en las **Figuras 5.3.3.4C; 5.3.3.8** y en la **Tabla 5.3.3.4**. El mayor número de individuos se registró en la Pampa de Surire, entre los Kilómetros 0 a 20 del transecto. En total se registraron 723 ejemplares. El promedio de hembras y crías por familia fue de 2,77 y 0,8 individuos, observándose un total de 364 hembras y 105 crías. En este transecto se observó un total de 101 juveniles o machos solteros y 22 machos solitarios. El total de machos territoriales fue de 131 animales.

Los resultados obtenidos para la campaña de octubre del 2009 se resumen en las **Figuras 5.3.3.4D; 5.3.3.8** y en la **Tabla 5.3.3.4**. Durante esta campaña se observaron un total de 694 vicuñas. La mayor concentración de animales se observó asociada a la Pampa de Surire (del Km. 0 al Km. 20) y al sector de las Termas de Polloquere (del Km. 30 al Km. 40). En total se observaron 115 machos territoriales, 338 hembras, 108 crías, 122 juveniles o machos solteros y 11 machos solitarios. El número promedio de hembras y crías por familia fue de 2,93 y 0,94 animales respectivamente.

En cuanto al patrón de distribución de las familias, durante las cuatro campañas de este informe, la mayor cantidad de familias se observó en el área de la pampa de Surire y en el borde Este del Salar. (**Figura 5.3.3.5A**).

Transecto Salar-Cruce camino a Zapahuira. (95 Kms)

Durante la campaña de febrero del 2009, el mayor número de individuos se observó entre los kilómetros 0 a 20 y 30 a 50. (Véase **Figuras 5.3.3.6A; 5.3.3.7A** y **5.3.3.9**). Se observaron 38 machos territoriales, 58 hembras, 4 crías, 120 juveniles o machos solteros

y 4 machos solitarios. En total se registraron 224 individuos, y el promedio de hembras y crías por familia fue de 1,52 y 0,1 respectivamente (Tabla 5.3.3.4).

Durante la campaña de abril del 2009, el mayor número de individuos se observó entre los kilómetros 0 y 20 y, 60 a 70 producto del recuento cercano a los 277 ejemplares (véase Figuras 5.3.3.6A; 5.3.3.7A y 5.3.3.9). Se observaron 47 machos territoriales, 93 hembras, 18 crías, 113 juveniles o machos solteros y 6 machos solitarios. En total se observaron 277 individuos, y el promedio de hembras y crías por familia fue de 1,98 y 0,38, respectivamente (Tabla 5.3.3.4).

En el caso del censo realizado en la ruta A - 235, durante julio del 2009 se encontró el mayor número de individuos entre los kilómetros 0 a 10, 30 a 80 (Figuras 5.3.3.6B; 5.3.3.7A y 5.3.3.9). Se observaron 52 machos territoriales, 144 hembras, 37 crías, 37 juveniles o machos solteros y 5 macho solitario. En total se observaron 275 individuos, y el promedio de hembras y crías por familia fue de 2,77 y 0,71 respectivamente (Tabla 5.3.3.4).

Durante la campaña de octubre del 2009, el mayor número de individuos se observó entre los kilómetros 10 a 50. (Véase Figuras 5.3.3.6C; 5.3.3.7A y 5.3.3.9). Se observaron 42 machos territoriales, 111 hembras, 45 crías, 151 juveniles o machos solteros y dos machos solitarios. En total se registraron 351 individuos, y el promedio de hembras y crías por familia fue de 2,64 y 1,07 respectivamente (Tabla 5.3.3.4).

- Otros mamíferos

En las Tablas 5.3.3.5 se resume la presencia de mamíferos en las tres campañas, además de indicar los criterios de protección y estado de conservación de cada especie. En las tres campañas se detectaron las mismas cinco especies. Cuatro especies se encuentran catalogadas como especies con densidades poblacionales reducidas (S), una de las especies se encuentra clasificada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E). Cuatro especies se encuentran consideradas dentro de algún estado de conservación, *Pseudalopex culpaeus*: Amenaza Indeterminada (I), *Ctenomys fulvus*: Vulnerable y *Vicugna vicugna* y *Lagidium viscacia*: en Peligro de extinción (P).

5.4 Paisaje

- Caracterización de la Unidad

El área de estudio se encuentra en lo que geomorfológicamente se ha descrito como altiplano, una formación caracterizada por un relieve de tipo meseta casi plana con una altura promedio de 4000 m.s.n.m., en donde sobresalen sólo las altas montañas, volcanes principalmente. Su origen se debe al relleno con depósitos de material de la importante actividad volcánica, produciendo extensas pampas de altura. Otra característica muy particular de esta región altiplánica es su clima destacando el llamado invierno altiplánico, un fenómeno con violentas precipitaciones, que incluyen nieve y granizos. Este fenómeno climático se manifiesta desde Arica a Copiapó entre diciembre y marzo, teniendo especial fuerza en los meses de enero y febrero. Las condiciones tan particulares de clima y relieve permiten el desarrollo de una gran variedad de vegetación y presencia de fauna, lo cual resulta relevante considerando la latitud. Destacan además importantes sistemas

lacustres y fluviales que, en general, presentan cuencas endorreicas o exorreicas con desagües menores. Este panorama nos permite comprender el importante valor ecológico y estético que poseen los paisajes que se desarrollan en esta región.

En caso particular del área de estudio, y teniendo en cuenta la escala de análisis del paisaje, la definición de la unidad de paisaje a estudiar resulta bastante fácil, ya que el Salar de Surire presenta un marcado límite natural en todo su rededor, conformado esencialmente por un sistema montañoso que permite el uso de un criterio geográfico (de cuenda hidrográfica) para definir como límite de esta unidad (**Figura 5.4.1**).

Como se aprecia en la **Figura 5.4.1**, dentro de esta unidad se desarrolla un variado mosaico de los elementos que forman este paisaje, en donde el relieve tiene una gran importancia en la estructura y relación entre ellos, ya que se pueden distinguir claramente las dos situaciones más influyentes en el desarrollo de este paisaje, los cuales corresponden a amplios sectores planos en el centro de la unidad y las laderas que la rodean. En esta unidad se distingue nítidamente una matriz de vegetación zonal con variada estructura y asociada principalmente a los sectores inclinados, lomajes o laderas, varios parches y corredores de vegetación azonal (vegas o bofedales), generalmente alargados y estrechamente ligados a la disponibilidad de agua permanente, cursos de agua, pequeñas lagunas, caminos, instalaciones de infraestructura y actividades mineras (**Fotografía 5.4.1**). En cuanto a la función de este paisaje, se comprobó la existencia de gran cantidad de especies de fauna, que utilizan de este sistema natural como hábitat, fuente, sumidero, etc.

Respecto de las características visuales básicas de esta unidad, es decir, su espacialidad y las gamas de formas, líneas, texturas y escala, el paisaje analizado corresponde a uno de tipo panorámico tridimensional, con dominio de líneas de bordes definidos que limitan claramente a cada uno de los elementos presentes. Las texturas presentan una variedad dada por el tipo de vegetación que domina en los distintos sectores, distinguiéndose desde texturas de grano fino con densidades media a densa y de grano medio con una regularidad azarosa o en grupos (**Fotografía 5.4.1**). En esta unidad el efecto de escala corresponde a una relativa, determinada por los importantes macizos montañosos que la rodean y que se transforman en un marco referencial para el observador.

Los resultados del inventario de recursos visuales de la unidad son:

- **Áreas de interés escénico:** En esta unidad se desarrollan varias áreas de interés escénico, debido principalmente a la gran variedad e interesante combinación de formaciones montañosas, formas erosivas, contraste de colores, presencia de vegetación y cuerpos de agua de gran relevancia estética (**Fotografía 5.4.2**).
- **Hitos visuales:** Dentro de esta unidad, son múltiples los hitos visuales de interés para los observadores (**Fotografía 5.4.3**), destacando los cuerpos o espejos de aguas en el centro de la unidad y los macizos montañosos nevados en la periferia de la unidad.
- **Cubierta vegetal dominante:** Dentro de esta unidad existen dos grandes formaciones vegetales, la primera una de tipo zonal (ligada a la ocurrencia de precipitaciones), que tiene su hábitat principalmente en las laderas; en donde dominan las "Tolas" (*Parastrephia lepidophylla*; *Parastrephia quadrangularis*), Paja brava (*Festuca orthophylla*), Llaretta (*Azorella compacta*) y Queñoa (*Polylepis tarapacana*). La segunda

unidad corresponde a una vegetación azonal de vega o bofedal (asociada a la disponibilidad permanente de agua en el suelo), se encuentran aquí asociaciones vegetales de especies halófitas, y formaciones de bofedal compuestos por *Oxychloe andina*, *Werneria weddellii*, *Scirpus atacamensis* y *Phycnophyllum spp.* (Fotografía 5.4.4), Además de algunos pajonales compuestos por Paja brava (*Festuca orthophylla*).

- **Presencia de fauna:** En esta unidad la presencia de fauna es un hecho importante que se transforma en un gran atractivo para los visitantes (Fotografía 5.4.5). Entre las especies de mayor importancia estética se encuentran las 3 especies de Flamencos: Flamenco Chileno (*Phoenicopterus chilensis*), Flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) y el Flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), además de una importante cantidad de camélidos como la Vicuña (*Vicugna vicugna*), Llama (*Lama glama*), Alpaca (*Lama pacos*) y aves como el Suri (*Pterocnemia pennata-tarapacensis*), y otras de menor tamaño como los patos y taguas.
- **Cuerpos de agua:** En la unidad el agua se presenta como un elemento de gran importancia dentro del paisaje. Destacan cuerpos "quietos" en lagunas y "móviles" en los ríos y fuentes de aguas termales (Ver Fotografía 5.4.3).
- **Intervención humana:** en este paisaje la intervención humana es importante y se traduce en acciones como pastoreo, caminos, instalaciones, y faenas mineras fundamentalmente (Fotografía 5.4.6). Sin embargo, la presión de uso sobre este territorio es menor como consecuencia de su categoría de área silvestre protegida.
- **Áreas de interés histórico:** De acuerdo al catálogo de Monumentos Nacionales (1998) y la revisión de la información disponible en www.monumentos.cl, dentro de la unidad no existen áreas de Interés Histórico o declaradas Monumento Histórico o Santuario de la Naturaleza por el Consejo de Monumentos Nacionales. Este resultado es independiente a la categoría de Monumento Natural entregada por la CONAF al área en estudio.

Respecto de los resultados de la evaluación de la Calidad y Fragilidad Visual así como la Capacidad de Absorción Visual (CAV), a continuación se muestran las tablas resumen de los resultados para cada uno de los elementos evaluados.

Calidad Visual de Paisaje

<i>Geomorfología</i>	<i>Vegetación</i>	<i>Fauna</i>	<i>Agua</i>	<i>Color</i>	<i>Fondo Escénico</i>	<i>Singularidad</i>	<i>Actuación Humana</i>
Alta	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Media
50	30	50	50	50	50	20	10
En consecuencia esta unidad posee una Calidad Alta con 38,8 puntos							

Fragilidad Visual de Paisaje

<i>Biofísicos</i>				<i>Visualización</i>			<i>Singularidad</i>	<i>Visibilidad</i>
<i>Pendiente</i>	<i>Densidad vegetacional</i>	<i>Contraste vegetación</i>	<i>Altura Vegetación</i>	<i>Tamaño de la Cuenca</i>	<i>Forma de la Cuenca</i>	<i>Compacidad</i>	<i>Unicidad</i>	<i>Accesibilidad</i>
Alta	Media	Media	Alta	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
30	20	20	30	10	10	30	30	30
En consecuencia esta unidad posee una Fragilidad Media con 23,3 puntos.								

Capacidad de Absorción Visual C.A.V. de Paisaje

<i>Pendientes</i>	<i>Diversidad de vegetación</i>	<i>Erosionabilidad del suelo</i>	<i>Contraste Suelo/vegetación</i>	<i>Vegetación: Regeneración potencial</i>	<i>Contraste suelo/roca</i>
Media	Alta	Media	Alta	Media	Alta
2	3	2	3	2	3
En consecuencia esta unidad posee una C.A.V Media con 26,0 puntos.					

6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1 Calidad físico-química del agua

Las aguas del Salar de Surire se registraron generalmente como aguas moderadamente alcalinas con baja dureza en las aguas de aporte o vertientes y en pozos, mientras que en las lagunas se presentaron aguas muy duras. En la mayoría de las estaciones se observó que iones como el cloruro y el sodio se encontraron en mayor concentración respecto al resto de iones, por lo que predominó como carácter iónico el clorurado-sódico. La temperatura del área de estudio se comportó de manera estacional, registrándose los mayores valores durante las campañas de verano y las menores en invierno.

Durante el período 2009, se observó que la temperatura, alcalinidad y ortofosfato, presentaron un comportamiento estacional, determinado por mayores valores durante la campaña de verano (febrero 2009) y los menores valores encontrados en julio 2009.

En general, los valores de los parámetros físicos, químicos, iones mayoritarios y metales presentaron promedio similares a las campañas anteriores, sin embargo se encontraron tendencias significativas a disminuir para el nitrógeno orgánico total, bicarbonato y sólidos totales suspendidos; estos últimos presentaron el promedio mínimo durante el período 2009, respecto de todas las campañas anteriores, lo que estaría determinado por las menores concentraciones encontradas en las estaciones ubicadas en la laguna El Bote y en la laguna del Campamento Chilcaya. Mientras que para el nitrato, sulfato y magnesio, se observaron tendencias significativas a aumentar. En relación a estas últimas sales, el aumento podría estar asociado a la precipitación de sales de magnesio y yeso (Risacher F. *et. al*, 1998), respecto al nitrato, el aumento podría estar determinado por actividades antrópogénicas en el sector de Chilcaya.

6.2 Biota acuática

Vegetación acuática

La evaluación de la vegetación acuática realizada durante octubre 2009, indicó un aumento de la cobertura de vegetación, destacando especialmente la estación S1 con la cobertura máxima. Concordante con el patrón histórico observado las estaciones S2, S3, S6, S7 y S8 no describieron vegetación acuática.

Diatomeas

En el período 2009, se registró una riqueza total promedio de 51 especies constatándose un aumento respecto de la campaña 2008 y las anteriores campañas. En relación a las campañas, la menor riqueza de especies fue registrada en la campaña de invierno, mientras que, la mayor fue registrada en la campaña de otoño. Para la abundancia, en tanto, el menor registro se observó en verano y el mayor en primavera.

Al considerar el salar completo se observó diferencias en el tiempo respecto de la riqueza, la que es estable en los períodos 1999-2004, para luego disminuir gradualmente entre las campañas 2004-2008, en el año 2009 se observó un aumento en las riquezas. Al analizar

la serie de tiempo se obtuvo diferencias significativas entre campañas. La abundancia total, en tanto, ha sido variable, presentando en el período de abril de 1999 a octubre de 2009 diferencias en relación a los órdenes de magnitud con un patrón de comportamiento con tendencia a la disminución de la abundancia total promedio a la fecha. Al comparar las campañas de monitoreo se detectaron diferencias significativas para este parámetro.

Respecto de las especies dominantes, estas han sido recurrentes y están repartidas entre *Navicula* 12 en las primeras dos campañas del año 1999 y tres especies de *Fragilaria* (i.e. *F. brevistriata*, *F. pinnata*, *F. construens*) entre los años 2000-2009. Otras especies que dominaron por lo menos una vez fueron *Fragilaria* sp. 1, *Amphora carvajaliana*, *Denticula valida*, *Navicula cincta*, *N. cryptotenella*, *N. salinicola* y *Surirella sella*.

Por último, en la escala temporal, tanto la riqueza como la abundancia de diatomeas bentónicas se caracterizaron por no exhibir patrones de variación asociados a la estacionalidad climática en la zona de estudio. La composición y abundancia total presentaron similitudes entre años sugiriendo una alta variación entre de la abundancia entre años y patrón de variación interdecadal para las diatomeas bentónicas del salar de Surire.

Zooplankton

Los estudios del zooplankton del salar de Surire evidencian que estos organismos corresponden mayoritariamente a una fauna "halófila" o altamente adaptada a condiciones de elevada salinidad (Javor, 1989; Zuñiga, 1985), como resulta característico de estas zonas.

Para el período anual actual se observó una riqueza zooplanktónica promedio de 11,8 taxa y una abundancia promedio de 4,7 ind/L, valores de magnitud superior a los descritos en el periodo previo anual del 2008, con promedios de 9,0 taxa y 2,9 ind/L. Entre estas variables evaluadas en el zooplankton, sólo la abundancia se ajustó a un patrón estacional climático definido, esto debido a que el mínimo se describió en la campaña de invierno (julio) y el máximo en verano (febrero), la riqueza de taxa en tanto no se asoció a la estacionalidad climática del área de estudio, describiéndose el mínimo de la riqueza en la campaña de otoño (abril) y el máximo en invierno (julio) y primavera (octubre). Por otra parte, algunas de las estaciones tendieron a diferenciarse en riqueza y abundancia durante las campañas del 2008, como la estación S9 que tendió a presentar una mayor riqueza y la S7 y S6 con la tendencia contraria, mientras que las estaciones S2, S7 y S8 tendieron a presentar una mayor abundancia.

El copépodo Canthocamptidae fue el taxón más representativo en el salar, siendo el que dominó en abundancia en el mayor número de campañas además de ser también el taxón con la mayor frecuencia de aparición en las estaciones. Otros taxa que también destacaron por su distribución y abundancia, aunque en menor medida que Canthocamptidae fueron: el rotífero Brachionidae y el anostrácodo *A. franciscana* que dominaron en abundancia en el salar en una campaña cada uno, y el díptero Chironomidae, que no dominó en abundancia pero estuvo incluido entre los taxa más frecuentes de aparición en las estaciones.

En la escala temporal, tanto la riqueza de taxa como la abundancia de organismos se caracterizaron por no exhibir patrones recurrentes de variación en el período histórico evaluado asociado a la estacionalidad climática en la zona de estudio. No obstante, a una

escala temporal mayor se ha observado un incremento general de estas variables hasta las campañas del 2004. Estos resultados sugieren que las condiciones de hábitat del salar han evolucionado de modo de favorecer una mayor densidad y riqueza del zooplancton y una estabilización en un número relativamente alto de la presencia de taxa por estación hasta el año 2004. Estos patrones serían consecuencia de una prolongación de los efectos del intenso "invierno altiplánico o boliviano" de fines del año 2001 y comienzos del 2002 que produjo una mayor disponibilidad de agua en las campañas subsiguientes. A partir del año 2004, estas condiciones comenzarían a ser menos favorables con la consecuente disminución de la abundancia del zooplancton y en el número de taxa presentes en cada campaña.

De acuerdo a la composición zooplanctónica en el área de estudio, las estaciones tendieron a agruparse por similitud de acuerdo a los períodos anuales evaluados. Las campañas del 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005 y 2009 fueron las más diferenciadas, especialmente aquella del 2000. Estos resultados sugieren que la comunidad zooplanctónica del salar experimenta períodos de cambios mayores en su estructura que se extienden por alrededor de tres años, luego de lo cual la composición experimenta variaciones menos drásticas.

Zoobentos

Durante el período 2009, se registró una riqueza total promedio de casi 16 grupos taxonómicos, lo que representa un alza significativa respecto del período 2008. Tales resultados se acercan a los registros históricos de los períodos de monitoreo de 2002 a 2005. Esta condición favorable para la variable de riqueza de especies no se distingue claramente para la variable de densidad de individuos. Si bien es cierto que el período 2009 representó un alza importante respecto del período de monitoreo 2008, dista mucho todavía de alcanzar los altos valores promedio por estación estimados en el período 2002 a 2005.

Respecto de las campañas ejecutadas durante 2009, los mayores valores de riqueza de especies se registraron en la campaña de invierno, en tanto que los valores más bajos se constataron durante la campaña estival; ratificando lo observado durante el período de muestreo 2008 y que coincide con lo esperable para este tipo de ambientes localizados en el altiplano. Esta situación se ratifica para la variable de abundancia, donde durante los meses fríos se alcanzan las mayores densidades de individuos, disminuyendo progresivamente durante los meses cálidos.

Al considerar la composición taxonómica de los ensambles prospectados se ratifica lo señalado en informes previos, donde estas comunidades están conformadas en gran parte por especies halófilas, es decir, tolerantes a condiciones elevadas de salinidad; destacando entre ellos los crustáceos copépodos pertenecientes al grupo Harpacticoida y los dípteros pertenecientes a la familia Chironomidae. Ambos grupos taxonómicos configuran categorías faunísticas muy relevantes al interior de estas comunidades de invertebrados, destacando tanto por su presencia en el área de estudio, como por las altas densidades de individuos que alcanzan si se las contrasta con otros representantes del bentos. Desde el punto de vista de la composición faunística del ensamble de invertebrados en el área de estudio, se ratifica la particular importancia que poseen el grupo de los crustáceos desde el punto de vista de las abundancias de individuos y se realza la significancia que alcanza el grupo de las larvas de insectos acuáticos respecto de la riqueza de especies de los ensambles prospectados. Ambos grupos taxonómicos

mantienen un lugar destacado al interior del ensamble de invertebrados prospectados, ratificando su importancia en la estructuración de las comunidades presentes en salares altoandinos (Dejoux 1993, Márquez-García et al. 2009).

El análisis temporal del sistema mostró diferencias significativas tanto para la variable de riqueza de especies, como de densidad de individuos. Después de un monitoreo relativamente estable de aproximadamente 6 años (período 1999-2005); las comunidades bentónicas prospectadas han mostrado desde entonces una tendencia hacia la baja en sus parámetros de abundancia de individuos y riqueza de especies; alcanzando sus mínimas expresiones en los años 2007 y 2008, mostrando una importante recuperación en ambas variables durante el período 2009.

6.3 Biota Terrestre

Flora y Vegetación

Si bien se detectan variaciones interanuales en los valores de riqueza y abundancia por estación de monitoreo, los valores promedio de la riqueza de especies y cobertura de vegetación registrado en el monitoreo de Verano 2009 en el Salar de Surire, se mantienen dentro de los valores históricos, desde el año 2003 a la fecha. Por otra parte, es probable que las entidades taxonómicas registradas por primera vez en 2007 correspondan a especies de baja abundancia y/o especies que por su propia dinámica, biología y forma de vida sean detectables en un período corto de tiempo, por lo que es recomendable continuar con los monitoreos, puesto que es altamente probable registrar en el futuro, otras especies de plantas vasculares relevantes para los registros de biodiversidad del área.

Fauna terrestre

- **Anfibios y Reptiles**

En campañas previas se ha descrito la presencia de *Bufo spinulosus* en el Salar de Surire, la que estaría asociada al las zonas de surgencia de agua dulce (e.g.: vega de la Guardería de Conaf y vegas del sector de las ruinas

- **Aves**

- **Flamencos**

Al comparar los valores de abundancia de las 3 especies de flamencos observadas en el salar a lo largo de los once años de monitoreo, es posible detectar importantes cambios en la abundancia y en la composición de especies, condición característica de la respuesta a un ambiente altamente variable.

En general la representación de cada especie está principalmente determinada por la existencia de eventos reproductivos. Habitualmente el Salar de Surire es un área de importancia para la reproducción del Flamenco de James y Flamenco Chileno, y en los últimos años utilizado con éxito para la reproducción del Flamenco Andino.

En el año 2009 se observaron grandes grupos de Flamenco de James, Andino y Chileno asociados a intentos reproductivos de la temporada 20087-2009.

Independientemente de estas representaciones numéricas asociadas a las posibilidades de reproducción, el Salar de Surire es eminentemente un área dominada por el Flamenco de James.

Los valores de abundancia total observados durante los diez años de monitoreo (Figura 5.3.3.2) concuerdan con los patrones registrados por Parada (1990), es decir, que los flamencos en general, presentan una marcada disminución durante el invierno, lo que posiblemente esté asociado a procesos migratorios y/o a eventos asociados a los patrones de historia de vida de las tres especies.

- Otras aves

En la Figura 5.3.3.3, se observa el cambio en la riqueza de especies terrestres y acuáticas observadas en el Salar de Surire y sus alrededores durante los diez años de monitoreo. La riqueza de especies tiende a ser mayor en los meses de verano.

- **Mamíferos**
- Vicuñas

A lo largo de todo el monitoreo, la mayor concentración de individuos y de grupos familiares ocurre en el sector de la Pampa de Surire.

Los recuentos de vicuñas del Salar de Surire no muestran cambios importantes desde el año 1999 a la fecha (2009) (Figura 5.3.3.5B)

Los recuentos de vicuñas del acceso al salar de Surire (tramo Puente Lauca – Surire) muestran una tendencia a la reducción del número de animales desde el año 2003 a la fecha (2009), (Figura 5.3.3.7B)

- Otros mamíferos

En general no se observa una variación en la composición de especies de micromamíferos observadas a lo largo de los once años de monitoreo. Es interesante recalcar que las únicas colonias de Cuy de la Puna detectadas hasta la fecha se concentran en el cerro Guarmicollo. Esto sería una señal de la importancia que tendría esta área dentro del sistema general del salar.

En términos relativos, y dado que cuatro de las cinco especies descritas para la zona se encuentran consideradas bajo algún Estado de Conservación, la fauna de mamíferos sería el grupo de vertebrados terrestres más sensible en cuanto a su protección y conservación.

6.4 Paisaje

Sin lugar a dudas, al momento de evaluar cuales son los impactos de una actividad productiva sobre un paisaje, es fundamental tener claramente identificados dos aspectos cruciales; en primer lugar las características estéticas y ambientales que posee el paisaje estudiado, y en segundo lugar los alcances y actividades que tiene el proyecto que se evaluará (en este caso la extracción de la Ulexita del Salar de Surire).

El Monumento Natural de Salar de Surire, se encuentra inserto en un paisaje bastante particular, por lo que es fácil de definir sus límites visuales y por tanto la unidad de paisaje a estudiar. En este caso estos límites se definieron según un criterio geomorfológico. Los paisajes como este, pese a no ser tan comunes en la región, están bastante representados en casi todas las cuencas de este tipo que albergan lagunas y salares existentes el altiplano. Estos paisajes y en particular el de esta unidad -Salar de Surire-, se caracterizan por poseer una importante calidad visual, la cual en esta campaña arrojó valores de 38,8 puntos. Este resultado es responsabilidad -fundamentalmente- de la presencia y variedad de los elementos que forman este paisaje, como el relieve, la vegetación, cursos y cuerpos de agua y fauna. La presencia y combinación de todos estos elementos tiene como resultados interesantes combinaciones de colores, geformas, fondos escénicos, texturas y cuencas visuales.

La calidad visual de paisaje es relevante dentro de una evaluación, ya que es quizás, el único parámetro de los tres evaluados (calidad, fragilidad y CAV) que se asocia o se entiende comúnmente como indicador del estado "base" de recurso. En este caso, la eventual disminución en la calidad visual de la unidad se supone asociada principalmente a las actividades humanas (minería) que se han desarrollado al interior de ésta, donde deben considerar no sólo las actividades extractivas de Quiborax en la actualidad, sino una serie de intensas y extensas actuaciones humanas que son anteriores a la presencia de este proyecto en el lugar. Sin embargo, e indiscutiblemente en la actualidad, son las actividades asociadas a la extracción y acopio del mineral además de las instalaciones de faenas, las acciones de intervención humana que son percibidas por los usuarios del recurso (observadores) como las de mayor impacto sobre en las características del paisaje de esta unidad -particularmente en su calidad visual-. Paradojalmente, las variaciones anuales en los valores de calidad obtenidos por la evaluación de esta unidad, siempre han arrojado resultados que presentan variaciones pero que han oscilado dentro del rango correspondiente a una calidad visual alta (**Figura 6.4.1**). Estas fluctuaciones se pueden atribuir a variaciones estacionales y anuales en las características de los elementos del paisaje (biofísicos y estéticos) que son considerados en cada campaña de muestreo. Estas variaciones, no logran poner la calidad visual de la unidad en un rango inferior a la categoría nominal "Alta". Es en este contexto en que deben ser evaluadas las intervenciones asociadas a las faenas que la empresa Quiborax mantiene hoy en una pequeña porción de la superficie total de la unidad y específicamente a las localizadas a los pies del Cerro Oquecollo, terrenos que son parte del Monumento Natural.

En la línea del análisis de lo arriba expresado, se debe consignar, que para el caso de la fragilidad visual, las variaciones registradas (20 puntos año 2006 a 23,3 puntos año 2009) del valor obtenido por el "elemento" pendientes. Guarda directa relación con la mejora en el nivel de detalle de la información disponible -modelo digital de elevación, en este caso al momento de realizar la evaluación y monitoreo del paisaje. Es decir, los años anteriores se contó con información de "menor resolución" que la que fue posible utilizar para el

último monitoreo. Esta condición se verificó y consigna en el informe de monitoreo del año 2008.

Cabe destacar que en un monitoreo y particularmente de componentes ambientales como el paisaje, no constituye una problema que a lo largo del tiempo, los especialistas puedan contar o tener a su disposición información de "mejor calidad" o mayor detalle o nuevos registros o datos sobre por ejemplo eventos de perturbación natural o antrópica.

Sin perjuicio de lo anterior, parece pertinente mencionar que la variación registrada en el valor obtenido por "las pendientes" no se ha traducido en variaciones en los parámetros globales evaluados (fragilidad visual del paisaje, en este caso). La fragilidad sigue siendo media y las variaciones dentro del rango han sido sólo de 1,1 puntos. Es decir, año 2006 fragilidad visual Media (22,2 p.) y año 2009 fragilidad visual Media (23,3 p.).

En consecuencia, las acciones de manejo implementadas por Quiborax en los distintos sectores involucrados en su proyecto (**Fotografía 6.4.1**), han permitido mantener o evitar un detrimento en las características visuales básicas de este paisaje, y particularmente en su calidad visual, desde el comienzo de las operaciones.

Al respecto, es pertinente mencionar que adicionalmente a las medidas de manejo y como una condición natural que favorece la mitigación de estas intervenciones en el paisaje y específicamente en el salar, los eventos de invierno altiplánico generan importantes inundaciones que luego del retiro de las aguas otorgan a estos sectores aspecto de naturalidad. En otras palabras, las acciones antes mencionadas y las modificaciones naturales que sufre el paisaje producto de los eventos climáticos que se desarrollan en esta región, se suman de manera positiva y complementaria a las acciones de manejo implementadas por la empresa, las que se han concentrado en los sectores de campamentos y faenas.

Finalmente, el uso de colores y elementos constructivos de bajo contraste con el entorno (**Fotografías 6.4.2 y 6.4.3**), han permitido en gran medida que la calidad visual total de esta unidad de paisaje y el conjunto de sus elementos y características visuales básicas, no presenten variaciones significativas en el tiempo.

7. LITERATURA CITADA

- A.P.H.A. , A.W.W.A. & W.F.F., 2005. Standard Methods: for the examination of water and wastewater. 21 Edition.
- Araya, B & G. Millie, 1989. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial universitaria S.A., Santiago de Chile.
- Araya B, M B, R Schlatter & M Sallaberry, 1995. Lista Patrón de las Aves Chilenas. Editorial Universitaria, Santiago.
- Araya B & M Bernal, 1995. Aves. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 350-360.
- Armesto, JJ & J.A Martínez, 1978. Relations between Vegetation Structure and Slope Aspect in the Mediterranean Región of Chile. Journal of Ecology 66:881-889.
- Armesto, JJ & J. Gutiérrez, 1980. Aplicación de algunas Técnicas de Muestreo en el Análisis de la Vegetación de Chile Central. Arch. Biol. Med. Exp. 13:403-412.
- BLM (U.S.D.I., Bureau of land management), 1980. Visual simulation techniques. Gubernament Printing Office, Washington D.C.
- Benoit, I., 1989 (Ed.). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago.
- CONAMA, 1996. Metodologías para la caracterización de la Calidad Ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 242 pp.
- Consejo de Monumentos Nacionales, 1998. Monumentos Nacionales de Chile 225 fichas. Consejo de Monumentos Nacionales – Ministerio de Educación, Santiago de Chile.
- Contreras, L & J. Yáñez, 1995. Mamíferos. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 336-349.
- Díaz-Páez, H. & J.C. Ortiz. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525.
- Donoso-Barros, R., 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- Escribano, M. *et al.* 1987. El Paisaje. MOPU, Madrid. En: MOPT (Ministerio de Obras Publicas y Transporte) (1992) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. D. M. Medio Ambiente. Madrid.
- ESTUDIO DE LÍNEA BASE, 1996. Proyecto construcción de una planta de lavado de ulexita en el Salar de Surire, I Región, Chile.
- Formas, J.R., 1995. Anfibios. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT, Santiago, Chile. 314-325.

- Gajardo, R. 1995. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp
- Glade, A. A .1993. Libro Rojo de los Vertebrados de Chile. Conaf. 65 pp.
- Jaramillo A, Burke P & D Beadle. 2003. Humidbirds, Field guide to the birds of Chile including the Antarctic Peninsula, The Falkland and South Georgia. A & C Publishers Ltd. Pag 150-152.
- Javor, B. 1989. Hypersaline Environments. Microbiology and Biogeochemistry. Springer-Verlag eds. N.Y. 328 pp.
- Krammer K. & Lange – Bertalot H., 1997. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae.
- Krammer K. & Lange – Bertalot H., 1997. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirelliaceae.
- Krammer K. & Lange – Bertalot H., 1997. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.
- Krammer K. & Lange – Bertalot H., 1997. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae .
- Krammer K., 1992. Bibliotheca Diatomologica Band 26. Pinnularia, eine Monographie der euroäischen Taxa.
- Litton, B., 1973. Landscape control points: A procedure for predicting and monitoring visual impacts. USDA, California.
- Maidana N. I. & Herbert N., 1989. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Laguna Nostra (Cumbres Calchaquies), Provincia de Tucumán, República Argentina. Darwiniana 29 (1-4):. 63-76.
- Mann, G., 1978. Los Pequeños Mamíferos de Chile. Gayana Zoología, 40: 1-342.
- Martcorena, C. & M. Quezada, 1985. Catálogo de la Flora Vasculare de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2).
- Muñoz-Pedrerros, A & J Yáñez, 2000. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.
- Núñez, H., 1992. Geographical data of chilean lizards and snakes in the Museo de Historia Natural. Santiago, Chile. Smithsonian Herprptological information service No 91.
- Núñez, H. & F. Jasik, 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 43: 63-91.
- Osgood, W.H., 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological series 30: 1-268.

Parada, M., 1990. Flamencos en el norte de Chile, distribución, abundancia y fluctuaciones estacionales del número. En: M Parada, J Rottmann y C Guerra (eds). I Taller de especialistas de flamencos Sudamericanos. 52-66 pp.

Redford KH & JF Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics: the southern cone. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 430 pp.

SAG 2001. Cartilla de Caza. Documento técnico. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Cuarta Edición, Santiago. Depto. Comunicaciones, Servicio Agrícola y Ganadero.

Tamayo M y D Frassinetti. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 37:323-399.

Veloso, A. & J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. 6: 481-539.

Veloso, A., J.C. Ortiz, J. Navarro, H. Núñez, P. Espejo & A. Labra. 1995. Reptiles. 326-335. En: Simonetti, J., M. Arroyo, A. Spotorno & E. Lozada (Eds.). Diversidad biológica de Chile. Conicyt. Santiago de Chile. 364 pp.

Wetzel, R. G. & G. E. Likens, 1991. Limnological Analyses. II ed. Springer-Verlag Publication.

Whittaker, R.H., 1967. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147:250-261

Yeomans W. C., 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

Zúñiga, L. R., 1985. Manual Taxonómico del Zooplancton Lacustre de Chile. Boletín Informativo Limnológico N° 8.

Anexo Tablas

Tabla 4.1.1. Características de frecuencia del Programa de Seguimiento Ambiental en el Salar de Surire, a partir del período 2001.

Tipo de Muestreo	Frecuencia	Estaciones muestreadas
Niveles Hídricos	Trimestral	Trece (L, P y V)*
Muestras Microalgas	Trimestral	Once
Muestras Zoobentos	Trimestral	Once
Censo Fauna	Trimestral	Todo el Salar
Calidad del Agua	Trimestral	Once
Paisaje	Anual	Todo el Salar
Vegetación Terrestre	Anual	Ocho Alrededor del Salar

*L: Lagunas; P: Pozos; V: Vertientes

Tabla 4.1.2. Campañas de Monitoreo realizadas a la fecha.

Período 1999: Abril y Agosto
 Período 2000: Marzo y Agosto
 Período: 2001*: Junio, Agosto y Diciembre
 Período 2002**: Abril, Julio, Octubre y Enero de 2003
 Período 2003**: Abril, Julio, Octubre y Marzo de 2004
 Período 2004: Marzo, Mayo, Agosto y Octubre de 2004
 Período 2005: Enero, Abril, Julio y Octubre de 2005
 Período 2006: Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2006
 Período 2007: Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2007
 Período 2008: Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2008
 Período 2009: Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2009

*En el período 2001, no se pudo tener acceso al salar entre los meses de Marzo y Junio por las condiciones generadas por el invierno altioplánico.

** En el período 2002, 2003 y 2004, no se pudo tener acceso al salar entre los meses de Enero y Febrero por las condiciones generadas por el invierno altioplánico.

Tabla 4.1.3. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo del Salar de Surire, para estudios de biota y calidad físico-química del agua.

Estación	Descripción	UTM		Altura
		N	E	m.s.n.m.
S1	Vertiente Refugio CONAF	7.915.386	485.100	4155
S2	Laguna CONAF	7.914.468	486.069	4141
S3	Laguna Interior	7.915.184	490.158	4269
S4	Termas Polloquere	7.908.827	500.163	4309
S5	Laguna Termas Polloquere	7.909.215	500.050	4192
S6	Laguna en Río Blanco	7.913.814	502.043	4235
S7	Laguna El Bote	7.921.270	494.170	4326
S8	Laguna Retén Chilcaya	7.921.590	491.363	4336
S9	Laguna Campamento Chilcaya	7.920.165	489.299	4240
S10*	Laguna Soquimbor 1-60	7.920.753	490.094	PP
S11*	Vertiente Campamento Chilcaya	7.920.387	489.261	PP
Pozo 1	Campamento Chilcaya pozo de observación A	7.920.720	489.205	PP
Pozo 2	Campamento Chilcaya pozo de observación B	7.920.745	489.294	IP
Pozo 3	Río Blanco	IP	IP	IP
Pozo 4	Laguna Interior	IP	IP	IP

IP: Instalación Pendiente; PP: Por Precisar. *Estaciones incluidas en el plan de monitoreo del Proyecto Planta de Lavado de Ulexita, monitoreadas a partir de Julio del 2001. La estación 10 dejó de ser evaluada en julio de 2002.

Tabla 4.2.1.1. Variables fisico-químicas a medir en el monitoreo del Salar de Surire

Parámetro/Unidad	Método
Temperatura del agua (°C)	<i>In situ</i> con sonda telemétrica WTW Multiline F / SET 3.
pH (Unidad)	<i>In situ</i> con sonda telemétrica WTW Multiline F / SET 3.
Conductividad eléctrica (mS/cm)	<i>In situ</i> con sonda telemétrica WTW Multiline F / SET 3.
Oxígeno disuelto (mg/l)	<i>In situ</i> con sonda telemétrica WTW Multiline F / SET 3.
Alcalinidad (mgCaCO ₃ /l)	De acuerdo a lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995 (Met. 2320-B).
Dureza (mg/l)	Estimación por cálculo, utilizando los valores obtenidos para Ca y Mg (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995. Met 3120 B)
Sólidos totales disueltos (mg/l)	Evaporación a 180 °C (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995. Met. 2540-C).
Sólidos totales suspendidos (mg/l)	De acuerdo a lo establecido en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995 (2540-D).
Fósforo total y Ortofosfato (µg/l)	Método de ácido ascórbico (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995. Met. 4500-P E).
Nitrógeno orgánico total (µg/l)	Según Mühlhauser <i>et al.</i> (Met. 1987).
Nitratos (µg/l)	Método del citrato (Zahradnik 1981).
Nitritos (µg/l)	Método colorimétrico (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995. Met. 4500-NO ₂ B).
Amonio (µg/l)	Método fotométrico de acuerdo a un kit spectroquant Merck.
Iones mayoritarios (mg/l) Na ⁺ , K ⁺ , Ca ⁺² , Mg ⁺² , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ⁻² , SiO ₃ ⁻² , SO ₄ ⁻²	Carbonatos y bicarbonatos por métodos volumétricos. Cloruro por el método argentométrico. Sulfato por el método turbidimétrico. Cationes principales (calcio, sodio, potasio y magnesio) mediante espectroscopia de emisión óptica por Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Métodos descritos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995).
Metales (µg/l)	Mediante espectroscopia de emisión óptica por Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1995).
Clorofila a (µg/l)	Espectrofotométrico de acuerdo a Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995

Tabla 4.3.1.1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la vegetación azonal del Salar de Surire.

Nº Estación	Coordenadas		Observaciones
	Norte	Este	
1	7.915.368	484.990	Estación ubicada en las inmediaciones del refugio CONAF
2	7.914.972	485.676	Estación ubicada en la porción Sur-oeste del Salar, próximo al camino de desvío a Surire.
3	7.915.216	490.151	Estación ubicada en la porción Sur del Salar, hacia el este del río Surire.
4	7.908.887	500.124	Estación ubicada en la porción Sur-este del Salar, en el sector de los Baños Polloquere.
5	7.913.646	502.656	Estación ubicada en la porción Este del Salar, hacia el sur del río Blanco.
6	7.921.247	494.144	Estación ubicada en la porción Norte del Salar.
7	7.921.608	491.328	Estación ubicada en la porción Norte del Salar, al este del retén Chilcaya.
8	7.920.256	489.255	Estación ubicada en las inmediaciones del campamento de faenas mineras

Tabla 5.1.1. Variables abióticas medidas en las estaciones del Salar de Surire.

FEBRERO DE 2009

Estación	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad)	OD (mg/L)	H lámina de agua (cm)	C.E (mS/cm)
S1			Estación seca			
S2	19:18	8,4	9,2	6,6	12,0	7,3
S3	11:23	12,8	8,2	6,0	19,0	55,9
S4	10:35	41,1	7,7	3,7	25,0	7,1
S5	09:56	23,5	7,2	2,6	22,0	7,0
S6			Estación seca			
S7	18:01	16,5	7,9	8,0	26,0	153,7
S8	18:31	15,9	7,0	8,5	15,0	47,1
S9	20:09	12,6	7,8	6,3	4,0	0,2
S11	12:31	24,5	9,3	5,9	10,2	0,2
Pozo 1	13:03	7,6	8,2	1,3	160,8	0,3
Pozo 2			Estación seca			

ABRIL DE 2009

Estación	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad)	OD (mg/L)	H lamina de agua (cm)	C.E (mS/cm)
S1	08:40	0,8	7,6	11,2	2,5	0,1
S2	08:58	5,0	8,5	6,9	15,5	54,9
S3	09:37	7,1	8,2	10,3	16,0	118,3
S4	11:05	36,8	7,4	10,0	24,0	7,5
S5	10:08	21,5	7,8	9,8	21,1	7,4
S6			Estación seca			
S7	12:02	11,2	8,4	9,4	25,6	104,7
S8	12:50	12,4	8,4	9,8	19,0	93,4
S9	17:46	12,4	7,5	10,4	3,5	0,2
S11	17:15	7,7	8,8	10,0	11,4	0,2
Pozo 1	17:05	4,9	8,5	9,6	172,6	0,3
Pozo 2	13:38	3,8	8,2	8,1	83,0	0,6

Tabla 5.1.1. Continuación.

JULIO DE 2009

Estación	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad)	OD (mg/L)	H lamina de agua (cm)	C.E (mS/cm)
S1	10:24	0,5	7,7	8,9	4,4	0,2
S2	10:10	2,1	8,8	8,7	16,0	17,7
S3	09:05	1,5	8,2	8,8	16,5	141,7
S4	16:13	22,7	7,7	4,1	22,0	7,6
S5	16:37	6,8	8,4	7,0	22,5	8,1
S6	Estación seca					
S7	14:58	4,8	8,8	8,9	32,5	99,8
S8	14:20	5,6	8,9	8,1	14,5	54,4
S9	10:50	15,7	8,8	10,7	2,5	0,3
S11	11:13	17,3	8,0	9,6	8,7	0,3
Pozo 1	Estación congelada				172,0	Estación congelada
Pozo 2	Estación congelada				82,5	Estación congelada

OCTUBRE DE 2009

Estación	Hora	Temperatura (°C)	pH (unidad)	OD (mg/L)	H lamina de agua (cm)	C.E (mS/cm)
S1	Sin condiciones para tomar muestra				5,0	Sin condiciones para tomar muestra
S2	10:55	11,9	8,75	9,48	10,0	0,105
S3	10:30	5,5	8,4	11,05	16,0	1,896
S4	9:37	6,2	8,6	6,39	27,0	104,3
S5	18:05	27,0	7,8	3,59	23,0	7,4
S6	Estación seca					
S7	19:00	15,7	8,1	5,27	27,9	8,07
S8	17:00	16,1	8,2	6,94	14,5	123,4
S9	16:03	19,9	9,1	7,3	3,0	30,0
S11	11:15	20,6	9,6	8,61	12,0	0,175
Pozo 1	10:39	20,6	9,6	8,61	172,5	0,214
Pozo 2	Estación congelada					

Tabla 5.1.2. Variables fisico-químicas medidas en las estaciones del Salar de Surire.

FEBRERO DE 2009

Estación	Hora	STD (mg/L)	STS (mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad total (mM)	Clorofila "a" (ug/L)
S1	Estación seca					
S2	19:18	4383	404	590	3,1	28,8
S3	11:23	36576	115	2801	10,9	1,3
S4	10:35	4441	47	615	1,2	4,3
S5	09:56	4277	20	755	1,1	<0,1
S6	Estación seca					
S7	18:01	117316	192	11220	17,5	3,5
S8	18:31	31597	70	3778	4,4	22,4
S9	20:09	123	0,1	27	0,3	0,5
S11	12:31	131	34	38	0,4	5,3
Pozo 1	13:03	186	73	41	0,6	<0,1
Pozo 2	Estación seca					

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

ABRIL DE 2009

Estación	Hora	STD (mg/L)	STS (mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad total (mM)	Clorofila "a" (ug/L)
S1	08:40	118	4,3	41	0,4	0,6
S2	08:58	33259	101,2	2811	5,0	8,5
S3	09:37	85951	79,0	6560	9,8	1,4
S4	11:05	5174	69,9	1021	1,4	2,7
S5	10:08	5183	22,2	833	1,4	<0,1
S6	Estación seca					
S7	12:02	76950	77,9	6732	9,7	1,6
S8	12:50	66597	95,7	6620	7,7	11,6
S9	17:46	151	1,2	29	0,3	0,3
S11	17:15	143	44,4	31	0,4	8,9
Pozo 1	17:05	201	67,7	52	0,6	<0,1
Pozo 2	13:38	401	16,2	24	0,6	<0,1

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.2. Continuación.

JULIO DE 2009

Estación	Hora	STD (mg/L)	STS (mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad total (mM)	Clorofila "a" (ug/L)
S1	10:24	103	23,1	35	0,3	7,0
S2	10:10	11398	23,6	886	2,8	7,5
S3	09:05	101740	166,4	6750	11,1	7,6
S4	16:13	5155	29,7	837	1,4	<0,1
S5	16:37	5118	81,6	738	1,5	6,0
S6	Estación seca					
S7	14:58	70294	83,1	6621	8,8	11,9
S8	14:20	36354	153,1	3487	4,1	37,4
S9	10:50	185	17,9	30	0,2	3,3
S11	11:13	157	7,2	29	0,3	0,5
Pozo 1	Estación congelada					
Pozo 2	Estación congelada					

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

OCTUBRE DE 2009

Estación	Hora	STD (mg/L)	STS (mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad total (mM)	Clorofila "a" (ug/L)
S1	Sin condiciones para tomar muestras					
S2	10:55	115	48,9	45	0,3	1,1
S3	10:30	450	21,7	121	0,7	0,5
S4	9:37	121.860	198,3	7.522	13,2	<0,1
S5	18:05	4.459	28,0	888	1,4	<0,1
S6	Estación seca					
S7	19:00	4.952	48,2	863	1,2	0,5
S8	17:00	103.430	198,6	8.855	11,5	4,0
S9	16:03	23.333	146,9	2.802	3,3	13,4
S11	11:15	132	6,5	33	0,3	0,5
Pozo 1	10:39	145	21,2	46	0,3	1,3
Pozo 2	Estación congelada					

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.3. Nutrientes (en µg/L) medidos en las estaciones del Salar de Surire.

FEBRERO DE 2009

Estación	Hora	NH4+ (ug/L)	N-org.Total (ug/L)	NO3- (ug/L)	NO2- (ug/L)	P-PO4-3 (ug/L)	P-Total (ug/L)
S1	Estación seca						
S2	19:18	<10	2030	378	1,55	759	1242
S3	11:23	138	1705	2700	3,05	9350	10050
S4	10:35	520	828	398	0,80	369	418
S5	09:56	550	1050	374	0,58	339	385
S6	Estación seca						
S7	18:01	2975	6625	4100	4,95	46850	47500
S8	18:31	190	4400	1625	2,54	9800	11800
S9	20:09	<10	290	740	1,02	79	84
S11	12:31	37	533	<140	2,03	61	143
Pozo 1	13:03	<10	353	295	2,31	113	354
Pozo 2	Estación seca						

<: Valor inferior al valor de detección de la técnica analítica.

ABRIL DE 2009

Estación	Hora	NH4+ (ug/L)	N-org.Total (ug/L)	NO3- (ug/L)	NO2- (ug/L)	P-PO4-3 (ug/L)	P-Total (ug/L)
S1	08:40	27	725	<140	<0,05	<10	<15
S2	08:58	<10	1560	1510	0,48	9240	12150
S3	09:37	13	2103	2106	0,45	23550	27800
S4	11:05	500	1085	328	0,39	304	398
S5	10:08	490	850	275	<0,05	252	341
S6	Estación seca						
S7	12:02	68	2900	3269	0,78	14600	27800
S8	12:50	100	2850	2894	2,18	11350	26900
S9	17:46	<10	508	827	0,27	87	98
S11	17:15	<10	653	150	1,87	68	105
Pozo 1	17:05	<10	290	252	3,79	27	152
Pozo 2	13:38	<10	415	<140	0,90	947	109

<: Valor inferior al valor de detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.3. Continuación.

JULIO DE 2009

Estación	Hora	NH4+ (ug/L)	N-org.Total (ug/L)	NO3- (ug/L)	NO2- (ug/L)	P-PO4-3 (ug/L)	P-Total (ug/L)
S1	10:24	25	275	243	0,59	<10	48
S2	10:10	69	475	425	1,90	1145	2540
S3	09:05	20	3225	2608	2,13	6450	29000
S4	16:13	434	605	328	2,25	70	454
S5	16:37	405	1185	435	1,67	90	398
S6	Estación seca						
S7	14:58	53	4375	1575	1,62	82	23300
S8	14:20	68	3150	1565	1,86	22	12200
S9	10:50	32	335	358	2,44	178	184
S11	11:13	19	290	960	0,40	86	135
Pozo 1	Estación congelada						
Pozo 2	Estación congelada						

<: Valor inferior al valor de detección de la técnica analítica.

OCTUBRE DE 2009

Estación	Hora	NH4+ (ug/L)	N-org.Total (ug/L)	NO3- (ug/L)	NO2- (ug/L)	P-PO4-3 (ug/L)	P-Total (ug/L)
S1	Sin condiciones para tomar muestra						
S2	10:55	<10	1330	<140	0,62	<10	136
S3	10:30	<10	545	165	0,67	141	183
S4	9:37	60	2560	1325	3,11	29500	33800
S5	18:05	500	755	<140	1,08	83	389
S6	Estación seca						
S7	19:00	260	735	<140	1,16	212	456
S8	17:00	30	2725	1619	3,49	24950	30500
S9	16:03	165	2533	150	3,97	5480	6700
S11	11:15	90	288	682	0,87	93	93
Pozo 1	10:39	21	245	<140	2,57	133	193
Pozo 2	Estación congelada						

<: Valor inferior al valor de detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.4. Resultados del análisis de Iones Mayoritarios (en mg/L) medidos en el Salar de Surire.

FEBRERO DE 2009

Estación	Hora	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	SiO ₃ ⁻²
S1	Estación seca									
S2	19:18	976,4	218,1	77,3	96,5	1746,4	243	65	500,0	4,9
S3	11:23	10765,0	1478,5	441,3	412,8	19025,5	70	616	3450,0	31,9
S4	10:35	1047,0	193,6	207,8	23,3	1711,0	151	<5	780,0	56,5
S5	09:56	831,6	213,2	258,1	26,8	1655,7	138	<5	760,0	77,2
S6	Estación seca									
S7	18:01	37390,0	6109,0	1092,0	2063,0	69558,3	<4	1047	15900,0	32,0
S8	18:31	8552,0	1723,0	715,4	483,9	14056,6	<4	265	6300,0	10,4
S9	20:09	22,6	4,3	5,0	3,5	22,1	36	<5	22,0	18,7
S11	12:31	22,6	4,3	9,3	3,5	22,8	43	<5	26,0	18,7
Pozo 1	13:03	28,8	9,1	8,1	5,0	30,9	71	<5	15,0	18,4
Pozo 2	Estación seca									

<: Valor inferior al valor de cuantificación de la técnica analítica.

ABRIL DE 2009

Estación	Hora	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	SiO ₃ ⁻²
S1	08:40	51,1	5,0	11,0	3,3	13,0	45	<5	18,0	20,3
S2	08:58	8582,0	2203,0	494,6	382,8	14296,8	<4	300	4000,0	25,6
S3	09:37	27265,0	5602,5	1170,5	883,4	48259,7	301	441	9850,0	50,0
S4	11:05	1075,0	486,5	256,2	92,5	1710,0	167	<5	1560,0	64,6
S5	10:08	1365,0	306,7	233,3	60,8	1710,0	171	<5	1560,0	82,1
S6	Estación seca									
S7	12:02	23790,0	4842,5	973,1	1045,0	42839,8	<4	583	10700,0	24,4
S8	12:50	18930,0	4267,0	1306,0	816,0	32855,9	<4	463	12900,0	11,5
S9	17:46	33,6	10,5	8,8	1,7	28,4	33	<5	30,0	23,9
S11	17:15	29,0	10,3	9,3	2,0	31,3	19	14	25,0	23,3
Pozo 1	17:05	38,7	13,6	12,8	4,8	30,1	70	<5	35,0	19,8
Pozo 2	13:38	104,9	26,5	8,4	0,6	119,2	77	<5	50,0	25,1

<: Valor inferior al valor de cuantificación de la técnica analítica.

Tabla 5.1.4. Continuación.

JULIO DE 2009

Estación	Hora	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	SiO ₃ ⁻²
S1	10:24	8,8	3,2	8,0	3,6	7,8	42	<5	16,0	15,1
S2	10:10	3084,0	479,0	140,7	129,8	5739,2	80	130	1290,0	14,2
S3	09:05	32875,0	5348,0	873,4	1110,0	58666,5	619	360	10075,0	32,4
S4	16:13	1537,0	271,6	236,3	60,1	2052,1	169	<5	930,0	56,7
S5	16:37	1226,0	218,4	214,5	49,2	2085,3	183	<5	865,0	69,3
S6	Estación seca									
S7	14:58	23190,0	3650,0	998,8	1002,6	36009,1	48	506	9300,0	15,8
S8	14:20	10690,0	1724,0	656,1	449,0	16424,8	<4	249	6600,0	12,1
S9	10:50	36,4	5,4	8,2	2,3	37,6	26	<5	25,5	15,5
S11	11:13	27,8	3,6	8,2	2,1	28,7	36	<5	22,0	18,5
Pozo 1	Estación congelada									
Pozo 2	Estación congelada									

<: Valor inferior al valor de cuantificación de la técnica analítica.

OCTUBRE DE 2009

Estación	Hora	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	SiO ₃ ⁻²
S1	Sin condiciones para tomar muestra									
S2	10:55	18,9	3,7	11,8	3,7	16,8	40	<5	9,0	11,1
S3	10:30	97,0	17,3	24,7	14,4	117,3	71	9	82,0	16,9
S4	9:37	37680,0	6130,0	610,2	1457,0	64043,7	827	384	10700,0	28,4
S5	18:05	1102,0	213,8	284,6	43,1	1729,0	167	<5	870,0	49,9
S6	Estación seca									
S7	19:00	1365,0	254,6	254,0	55,5	1890,4	148	<5	940,0	44,8
S8	17:00	31470,0	4750,0	1465,5	1262,0	50586,6	375	505	13000,0	15,9
S9	16:03	6865,0	1176,0	638,8	293,2	9753,7	<4	196	4400,0	10,6
S11	11:15	27,7	3,4	10,4	1,7	24,4	34	<5	18,0	12,8
Pozo 1	10:39	40,2	5,4	14,9	2,1	25,7	<4	17	26,0	13,9
Pozo 2	Estación congelada									

<: Valor inferior al valor de cuantificación de la técnica analítica.

Tabla 5.1.5. Resultados del análisis de Metales Totales (en µg/L), medidos en el Salar de Surire.

FEBRERO DE 2009

Estación	Hora	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
S1		Estación seca				
S2	19:18	<0,3	11,9	120,9	1,6	48,1
S3	11:23	<0,3	<3,5	46,6	0,4	12,7
S4	10:35	<0,3	<3,5	295,0	1,0	14,9
S5	09:56	<0,3	4,2	324,8	1,1	17,3
S6		Estación seca				
S7	18:01	<0,3	3,8	70,6	<0,3	33,5
S8	18:31	<0,3	<3,5	68,3	<0,3	15,0
S9	20:09	<0,3	<3,5	63,5	1,4	19,1
S11	12:31	<0,3	<3,5	114,0	1,5	14,9
Pozo 1	13:03	<0,3	<3,5	891,2	1,6	20,6
Pozo 2		Estación seca				

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

ABRIL DE 2009

Estación	Hora	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
S1	08:40	<0,3	<3,5	43,1	<0,3	14,9
S2	08:58	<0,3	<3,5	35,5	<0,3	20,2
S3	09:37	<0,3	<3,5	21,4	<0,3	10,4
S4	11:05	<0,3	3,5	226,8	<0,3	10,6
S5	10:08	<0,3	3,8	245,6	<0,3	12,6
S6		Estación seca				
S7	12:02	<0,3	3,8	71,3	<0,3	103,3
S8	12:50	<0,3	<3,5	21,4	<0,3	11,2
S9	17:46	<0,3	4,4	61,0	<0,3	24,3
S11	17:15	<0,3	5,3	70,0	<0,3	168,2
Pozo 1	17:05	<0,3	<3,5	1279,4	<0,3	32,1
Pozo 2	13:38	<0,3	5,2	643,5	<0,3	14,2

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.5. Continuación.

JULIO DE 2009

Estación	Hora	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
S1	10:24	<0,3	3,7	49,3	<0,3	20,4
S2	10:10	<0,3	4,6	37,4	<0,3	5,0
S3	09:05	<0,3	4,4	41,2	<0,3	19,5
S4	16:13	<0,3	<3,5	157,4	<0,3	19,1
S5	16:37	<0,3	<3,5	192,0	<0,3	16,7
S6	Estación seca					
S7	14:58	<0,3	7,0	81,3	<0,3	21,7
S8	14:20	<0,3	<3,5	30,4	<0,3	17,2
S9	10:50	<0,3	4,0	70,0	<0,3	14,4
S11	11:13	<0,3	30,0	341,5	<0,3	79,6
Pozo 1	Estación congelada					
Pozo 2	Estación congelada					

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

OCTUBRE DE 2009

Estación	Hora	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
S1	Sin condiciones para tomar muestras					
S2	10:55	<0,3	<3,5	29,1	1,2	20,8
S3	10:30	<0,3	<3,5	9,7	0,9	24,5
S4	9:37	<0,3	<3,5	13,4	<0,3	21,4
S5	18:05	<0,3	<3,5	139,2	0,6	16,6
S6	Estación seca					
S7	19:00	<0,3	<3,5	125,4	0,5	20,6
S8	17:00	<0,3	<3,5	23,6	<0,3	21,0
S9	16:03	<0,3	4,2	11,0	1,2	19,9
S11	11:15	<0,3	<3,5	78,5	1,3	22,1
Pozo 1	10:39	<0,3	5,3	76,9	1,4	26,7
Pozo 2	Estación congelada					

<: Valor inferior al valor de cuantificación ó detección de la técnica analítica.

Tabla 5.1.6. Resultados de las correlaciones efectuadas para los valores promedio de los parámetros medidos durante el período 1999 – 2009.

Parámetros	r_s	P
pH	0,13	>0,05
Temperatura	0,32	>0,05
Conductividad Eléctrica	0,06	>0,05
Oxígeno Disuelto	-0,16	>0,05
Sólidos Totales Suspendidos	-0,76	<0,05
Alcalinidad	0,20	>0,05
Cloruro	-0,50	>0,05
Sólidos Totales Disueltos	-0,23	>0,05
Dureza	0,07	>0,05
Sodio	-0,26	>0,05
Potasio	0,15	>0,05
Calcio	0,48	>0,05
Magnesio	0,61	<0,05
Cloruro	0,32	>0,05
Amonio	-0,18	>0,05
Nitrógeno orgánico total	-0,70	<0,05
Nitrato	0,63	<0,05
Ortofosfato	0,28	>0,05
Fósforo total	0,32	>0,05
Bicarbonato	-0,92	<0,05
Carbonato	-0,18	>0,05
Sulfato	0,90	<0,05
Silicato	0,23	>0,05

Tabla 5.2.1.1. Abundancia total cobertura absoluta de macrófitas, en 10 estaciones de muestreo durante el mes de octubre 2009.

Estación	Octubre 2009
S1	60
S2	0
S3	0
S4	5
S5	30
S6	0
S7	0
S8	0
S9	5
S11	15

Tabla 5.2.2.1b. Riqueza de especies y abundancia absoluta (cel/mm²) de diatomeas bentónicas del Salar de Surire. Abril 2009.

Taxa	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
<i>Achnanthes atacamae</i>										101.068
<i>Achnanthes hungarica</i>									6.024	
<i>Achnanthes submarina</i>				24.095						
<i>Achnanthes thermalis</i> var. <i>rumrichorum</i>				306.996						23.471
<i>Adlafia minuscula</i>							1.637			
<i>Amphora atacamana</i>			9.036							
<i>Amphora carvajaliana</i>		3.439	20.207					54.020		
<i>Amphora acutiuscula</i>		3.439	9.036		13.532			1.637		6.766
<i>Amphora atacamae</i>				24.095						
<i>Amphora</i> sp.1			45.178	33.530	54.351			1.637		33.829
<i>Amphora</i> sp.2										4.970
<i>Brachysira aponina</i>				89.414						
<i>Brachysira atacamae</i>							1.637			
<i>Brachysira minor</i>		11.599								
<i>Campylodiscus bicostatus</i>					6.878					
<i>Cymbella pusilla</i>			9.036							
<i>Cymbellonitzschia</i> sp.			18.071					12.239		
<i>Denticula subtilis</i>				124.686	33.941					
<i>Denticula valida</i>				11.177			1.125			9.939
<i>Fragilaria brevistriata</i>		252.329	90.355	111.768	27.063		2.251	8.598		9.939
<i>Fragilaria construens</i>							20.257		20.634	
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>		3.439					29.261			
<i>Fragilaria pinnata</i>	13.802	179.031	85.592	67.931			23.634	4.299		
<i>Gomphonema</i> sp.									20.634	
<i>Luticola muticopsis</i>							2.251			
<i>Luticola</i> sp.									10.317	
<i>Mastogloia elliptica</i>		3.439		11.177						
<i>Navicula carvajaliana</i>			9.036				4.911			
<i>Navicula cryptotenella</i>		18.477	135.533	34.401			8.185	16.538		270.632
<i>Navicula lauca</i>		27.715	69.657				7.878		12.047	40.595
<i>Navicula parinacota</i>		3.439	27.107				1.125			
<i>Navicula pseudogracilis</i>					27.063					
<i>Navicula salinicola</i>		3.439	153.112	33.530	20.634		26.294			81.190
<i>Navicula</i> sp.1								4.299		6.766
<i>Navicula valdecostata</i>			63.249							
<i>Navicula veneta</i>							1.125			
<i>Nitzschia accedens</i> var. <i>chilensis</i>							1.637			
<i>Nitzschia bacillum</i>			90.355	11.177						6.766
<i>Nitzschia halloyii</i>							1.125			
<i>Nitzschia hungarica</i>		3.439	9.036		27.063		1.125			
<i>Nitzschia inconspicua</i>			9.036	33.530			2.251			
<i>Nitzschia latens</i>			27.107							
<i>Nitzschia ovalis</i>					6.878					
<i>Nitzschia pusilla</i>			9.036							
<i>Nitzschia</i> spp.	1.972		47.314				3.376		54.597	9.939
<i>Nitzschia valdecostata</i>							6.752		9.036	
Pennales indet.				44.707					13.329	87.956
<i>Planothidium chilense</i>				55.884				12.239		4.970
<i>Planothidium delicatulum</i>			18.071				5.627	4.299		13.532
<i>Planothidium lanceolatum</i>		3.439								
<i>Proshkinia bulnheimii</i>					13.532		1.637			
<i>Rhopalodia constricta</i>										
<i>Stauroneis atacamae</i>			18.071							4.970
<i>Surirella sella</i>				181.440	13.532					9.939
Abundancia Total	15.774	516.662	972.225	1.199.537	244.467	0	212.396	62.510	146.617	727.234
N° Especies	2	13	22	17	11	0	25	7	8	18

Tabla 5.2.2.1c. Riqueza de especies y abundancia absoluta (cel/mm²) de diatomeas bentónicas del Salar de Surire. Julio 2009.

Taxa	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
<i>Achnanthes submarina</i>				12.047			3.681			
<i>Achnanthes thermalis</i> var. <i>rumrichorum</i>				249.866	34.412					
<i>Amphora atacamana</i>	1.863				12.037					
<i>Amphora carvajaliana</i>			11.981				31.630			14.168
<i>Amphora acutiuscula</i>	1.863		1.664							
<i>Amphora</i> sp.1	3.726		92.853	13.953	70.521					
<i>Brachysira atacamae</i>				133.816						
<i>Brachysira minor</i>	1.754									
<i>Cymbella pusilla</i>				53.908						
<i>Denticula subtilis</i>				53.908	12.037					
<i>Denticula valida</i>					36.110					
<i>Fragilaria brevistriata</i>		252.545	264.581	69.767				24.495	52.056	
<i>Fragilaria construens</i>									18.071	
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>		17.173	92.853				12.882	313.160	433.704	
<i>Fragilaria pinnata</i>	17.539	270.616	319.827	55.814			1.265	185.577	189.746	7.084
<i>Luticola muticopsis</i>									9.036	
<i>Luticola</i> sp.					10.339			11.599		
<i>Mayamaea atomus</i>										7.084
<i>Navicula carvajaliana</i>		4.518								
<i>Navicula cincta</i>	1.863									
<i>Navicula cryptotenella</i>	20.491	9.036	278.559	13.953			3.796	69.591		
<i>Navicula gregaria</i>										21.252
<i>Navicula kuripanensis</i>				27.907						
<i>Navicula lauca</i>					5.169			642.218	487.917	
<i>Navicula parinacota</i>	1.863							115.985	39.581	
<i>Navicula salinicola</i>	9.314	13.553	187.370	55.814	70.521		6.326	57.993	57.652	
<i>Navicula salinicola</i> var. <i>boliviana</i>	3.726			27.907						
<i>Navicula</i> sp.1	1.863	9.036		26.001					18.071	
<i>Navicula tripunctata</i>		4.518								
<i>Navicula veneta</i>			54.913	13.953						
<i>Naviculadicta chilensis</i>										14.168
<i>Nitzschia accedens</i> var. <i>chilensis</i>			11.981				3.681			
<i>Nitzschia bacillum</i>	1.863		41.268					46.394		19.121
<i>Nitzschia halloyii</i>								11.599	27.107	
<i>Nitzschia hungarica</i>	5.588							34.796	70.127	
<i>Nitzschia inconspicua</i>			20.634	27.907				36.093	24.949	35.420
<i>Nitzschia palea</i>								34.796		7.084
<i>Nitzschia pusilla</i>			82.536	55.814			1.265			
<i>Nitzschia</i> spp.	1.754		168.400	12.047			3.681	75.188	84.759	7.084
<i>Nitzschia valdecostata</i>	1.863		34.279	27.907	24.073			46.394	63.249	
Pennales indet.	3.726		42.932	83.720	5.169				18.071	
<i>Pinnularia</i> sp.		8.587							9.036	
<i>Planothidium chilense</i>				41.860						
<i>Planothidium delicatulum</i>	3.726		11.981					11.599	36.142	21.252
<i>Planothidium lanceolatum</i>								15.897		
<i>Rhopalodia constricta</i>					36.110					
<i>Rhopalodia wetzeli</i>									9.036	
<i>Stauroneis legleri</i>			10.317							7.084
<i>Surirella sella</i>				142.051	27.545					
Abundancia Total	84.383	589.582	1.728.932	1.199.919	344.041	0	68.206	1.733.373	1.648.306	160.801
N° Especies	17	9	18	21	12	0	9	17	18	11

Tabla 5.2.2.1d. Riqueza de especies y abundancia absoluta (cel/mm²) de diatomeas bentónicas del Salar de Surire. Octubre 2009.

Taxa	Estaciones de muestreo										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11	
<i>Achnanthes thermalis</i> var. <i>rumrichorum</i>				92.788	93.628						
<i>Amphora atacamae</i>			13.532								
<i>Amphora atacamana</i>			127.841					17.195			
<i>Amphora carvajalana</i>		35.480	499.251				184.621	51.585			
<i>Amphora acutiuscula</i>		18.915	76.704								
<i>Amphora</i> sp.1			311.303					17.195			
<i>Amphora veneta</i>	85.975									15.465	
<i>Brachysira aponina</i>					105.979						
<i>Cymbella pusilla</i>					6.878						
<i>Fragilaria brevistriata</i>		2.734.399	13.532						27.394	115.985	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	326.705										
<i>Fragilaria construens</i>										30.929	
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>			24.073							54.126	
<i>Fragilaria pinnata</i>	171.950	1.367.140	78.200							139.182	
<i>Haloroundia speciosa</i>					16.565						
<i>Lecohuia riverae</i>				11.599							
<i>Mastogloia atacamae</i>		16.565									
<i>Mayamaea atomus</i>	17.195										
<i>Microcostatus andinus</i>				11.599							
<i>Navicula atacamana</i>			12.037								
<i>Navicula carvajalana</i>							11.506	17.195			
<i>Navicula cryptotenella</i>			285.735					361.095			
<i>Navicula gregaria</i>									9.665		
<i>Navicula iauca</i>		8.283							16.127		
<i>Navicula parinacota</i>		8.283	78.200								
<i>Navicula salinicola</i>			1.718.970		6.878		58.059	85.975			
<i>Navicula salinicola</i> var. <i>boliviana</i>			27.063	23.197				17.195			
<i>Navicula</i> sp. 1			13.532								
<i>Naviculadicta chilensis</i>	34.390										
<i>Nitzschia</i> cf. <i>suchlandtii</i>	34.390	8.283									
<i>Nitzschia accedens</i> var. <i>chilensis</i>								17.195			
<i>Nitzschia</i> aff. <i>fonticola</i>	34.390										
<i>Nitzschia bacillum</i>			13.532								
<i>Nitzschia grunowii</i>		8.283					11.506				
<i>Nitzschia halloyii</i>									41.920		
<i>Nitzschia hungarica</i>		9.457						34.390		19.331	
<i>Nitzschia latens</i>			51.136								
<i>Nitzschia linearis</i>									9.665		
<i>Nitzschia palea</i>		8.283									
<i>Nitzschia pusilla</i>			73.714								
<i>Nitzschia</i> spp.			13.532				46.023		53.187	38.662	
<i>Nitzschia valdecostata</i>			105.263						38.662		
Pennales indet.	34.390	99.331	13.532					34.390			
<i>Planothidium delicatulum</i>		56.744	13.532					206.340		100.521	
<i>Planothidium lanceolatum</i>	17.195										
<i>Planothidium</i> sp. 1									8.064		
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	17.195										
<i>Rhopalodia brebissonii</i>		8.283									
<i>Stauroneis legleri</i>								68.780			
<i>Surirella sella</i>		9.457			2.865.465						
<i>Surirella wetzeli</i>			13.532					17.195			
<i>Synedra goulardi</i>	68.780										
Abundancia Total	842.556	4.397.182	3.577.742	139.182	3.095.393	0	311.715	945.726	204.684	514.202	
N° Especies	11	15	22	4	6	0	5	13	8	8	

Tabla 5.2.2.2. Análisis comparativo de los parámetros comunitarios riqueza de especies y especies frecuentes y dominantes del ensamble de diatomeas bentónicas del salar de Surire. Campañas 1999-2009.

Campañas	Riqueza Total	Especies Dominantes	Especies Frecuentes
Abril 1999	45	<i>Navicula</i> sp.12	<i>Navicula</i> sp.12
Agosto 1999	52	<i>Navicula</i> sp.12	<i>Navicula</i> sp.12
Marzo 2000	61	<i>Fragilaria</i> sp. 1	<i>Amphora</i> sp. 1 <i>Fragilaria pinnata</i> <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula cincta</i> var. <i>rostrata</i> <i>Navicula cryptotenella</i>
Agosto 2000	49	<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>
Junio 2001	56	<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Fragilaria pinnata</i> <i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Agosto 2001	56	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Navicula salinicola</i>
Diciembre 2001	67	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp. <i>Planothidium delicatum</i>
Abril 2002	70	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Julio 2002	57	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula cryptotenella</i> <i>Nitzschia valdecostata</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Octubre 2002	63	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Nitzschia valdecostata</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Enero 2003	61	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Navicula salinicola</i>
Abril 2003	56	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>
Julio 2003	71	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria pinnata</i> <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula cryptotenella</i> <i>Nitzschia valdecostata</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Octubre 2003	72	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Nitzschia</i> spp.
Marzo 2004	64	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Abril 2004	49	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Navicula cincta</i>
Julio 2004	36	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Octubre 2004	46	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula cryptotenella</i>
Enero 2005	58	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula cryptotenella</i> <i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp <i>Planothidium delicatum</i>
Abril 2005	42	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Nitzschia</i> spp
Julio 2005	52	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Nitzschia</i> spp
Octubre 2005	56	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Febrero 2006	58	<i>Navicula salinicola</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Abril 2006	42	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>

Tabla 5.2.2.2. Continuación. Campañas 1999-2009.

Campañas	Riqueza Total	Especies Dominantes	Especies Frecuentes
Julio 2006	52	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	<i>Fragilaria pinnata</i> <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula lauca</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Octubre 2006	56	<i>Amphora carvajaliana</i>	<i>Fragilaria pinnata</i> <i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula salinicola</i>
Febrero 2007	16	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Amphora carvajaliana</i> <i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula salinicola</i> Pennales indet. <i>Surirella sella</i>
Abril 2007	13	<i>Surirella sella</i>	<i>Surirella sella</i>
Julio 2007	35	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Fragilaria pinnata</i>
Octubre 2007	35	<i>Denticula valida</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>
Febrero 2008	27	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>
Abril 2008	41	<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Amphora</i> sp.1
Julio 2008	22	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Navicula cryptotenella</i> <i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp.
Octubre 2008	31	<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Febrero 2009	50	<i>Fragilaria pinnata</i>	<i>Navicula salinicola</i>
Abril 2009	54	<i>Fragilaria brevistriata</i>	<i>Fragilaria brevistriata</i>
Julio 2009	49	<i>Navicula lauca</i>	<i>Fragilaria pinnata</i>
Octubre 2009	52	<i>Fragilaria brevistriata</i> y <i>Surirella sella</i>	<i>Amphora carvajaliana</i> <i>Fragilaria brevistriata</i> <i>Fragilaria pinnata</i> <i>Navicula salinicola</i> <i>Nitzschia</i> spp. Pennales indet. <i>Planothidium delicatum</i>

Tabla 5.2.2.3. Valores de la probabilidad de igualdad entre diatomeas provenientes de los distintos años de muestreo. Se destacan en rojo las probabilidades menores a un 5,0%.

		Años								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Años	2001	0,1								
	2002	0,1	0,4							
	2003	0,5	7,2	34,3						
	2004	0,1	1,2	7,2	6,2					
	2005	0,1	0,6	1,2	0,2	2,7				
	2006	0,1	0,3	3,7	0,3	10,1	23,2			
	2007	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
	2008	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	10	
	2009	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabla 5.2.3.1a. Abundancias de Zooplancton en el Salar de Surire en la Campaña de Febrero de 2009, expresada en ind/L.

Taxa	Estaciones									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Dípteros										
Chironomidae		0,159	0,053				0,080	0,199	0,033	
Ephyridae									0,013	
Hemípteros										
Corixidae				0,080						
Copépodos										
Nauplius		15,470						1,236	0,040	
Boeckellidae		10,526							0,040	
Cyclopoida										
<i>Eucyclops sp.</i>								0,040		
Harpacticoida										
Canthocamptidae		4,306	0,044	0,007	0,047		0,020	9,211	0,086	
Anfípodos										
<i>Hyalella sp.</i>								0,040		
Cladóceros										
Macrothricidae										
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>		2,552								
Anostrácodos										
Artemiidae										
<i>Artemia franciscana</i>		0,797					6,978	2,153	0,013	
Ostrácodos										
<i>Eucypris sp.</i>			0,009	0,093						
Rotíferos										
Brachionidae		6,061						20,614		
Riqueza de Taxa	0	7	3	3	1	0	3	7	6	0
Densidad Total	0,000	39,872	0,106	0,179	0,047	0,000	7,077	33,493	0,226	0,000

Tabla 5.2.3.1b. Abundancias de Zooplancton en el Salar de Surire en la Campaña de Abril de 2009, expresada en ind/L.

Taxa	Estaciones									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Dípteros										
Chironomidae	0,060	0,120	0,113	0,017				0,020	1,236	0,053
Hemípteros										
Corixidae				0,047	0,003					
Acaros										
Hidracarina			0,007						0,020	0,007
Copépodos										
Nauplius	0,778	0,027		0,558				0,917		
Harpacticoida										
Canthocamptidae	0,359	0,027	0,007	0,641	0,040			2,273	0,040	0,013
Anfípodos										
<i>Hyaella sp.</i>	0,299		0,007							0,027
Cladóceros										
Chidoridae										
Chidoridae indet.	0,199	0,027		0,020					3,270	0,100
Anostrácodos										
Artemiidae										
<i>Artemia franciscana</i>			0,007				30,363	10,427		0,013
Ostrácodos										
<i>Eucypris sp.</i>			0,013	0,023	0,013				0,100	
Rotíferos										
Brachionidae								1,216		
Riqueza de Taxa	5	4	6	6	3	0	1	5	5	6
Densidad Total	1,695	0,199	0,153	1,306	0,056	0,000	30,363	14,852	4,665	0,213

Tabla 5.2.3.1c. Abundancias de Zooplancton en el Salar de Surire en la Campaña de Julio de 2009, expresada en ind/L.

Taxa	Estaciones									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Dípteros										
Chironomidae			0,279				0,020	0,080	2,206	0,292
Acaros										
Hidracarina									0,106	0,053
Copépodos										
Nauplius		0,505	0,027	0,080				0,917		0,877
Cyclopoida										
<i>Eucyclops sp.</i>			0,013	0,040						0,478
Harpacticoida										
Canthocamptidae	0,013	0,159	0,053	0,718	0,080		0,259	3,628	0,186	0,585
Anfipodos										
<i>Hyaella sp.</i>										0,133
Cladóceros										
Chidoridae										
Chidoridae indet.									0,665	
Macrothricidae										
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>									0,053	
Anostrácodos										
Artemiidae										
<i>Artemia franciscana</i>					0,259		0,379			
Ostrácodos										
<i>Eucypris sp.</i>					0,080				0,053	
Rotíferos										
Brachionidae								0,080		
Callothecidae									0,080	
<i>Trichocerca porcellus</i>								0,120		
Riqueza de Taxa	1	2	4	3	3	0	3	5	7	6
Densidad Total	0,013	0,665	0,372	0,837	0,419	0,000	0,658	4,825	3,349	2,419

Tabla 5.2.3.1d. Abundancias de Zooplancton en el Salar de Surire en la Campaña de Octubre de 2009, expresada en ind/L.

Taxa	Estaciones									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Dípteros										
Chironomidae	0,239	0,080	0,020						0,027	0,040
Hemípteros										
Corixidae					0,040					
Acaros										
Hidracarina	0,080									
Copépodos										
Nauplius	0,399	4,785	0,120					1,316	0,013	
Boeckellidae	0,319	2,073							0,013	
Cyclopoida										
Cyclopoida indet.	0,080				0,040					
Harpacticoida										
Canthocamptidae	0,399	0,319	0,498	0,120	4,745		0,040	19,059	0,027	0,133
Anfípodos										
<i>Hyalella sp.</i>										0,053
Cladóceros										
Chidoridae										
Chidoridae indet.	0,080								0,066	
Daphnidae										
<i>Daphnia pulex</i>	0,080									
Anostrácodos										
Artemiidae										
<i>Artemia franciscana</i>				0,319	0,080		1,495			
Ostrácodos										
<i>Eucypris sp.</i>				0,558	0,159					
Rotíferos										
<i>Asplanchna sp.</i>								0,199	0,027	
Riqueza de Taxa	8	4	3	3	5	0	2	3	6	3
Densidad Total	1,675	7,257	0,638	0,997	5,064	0,000	1,535	20,574	0,173	0,226

Tabla 5.2.3.2. Análisis comparativo de los parámetros comunitarios riqueza de especies, taxa frecuentes y dominantes del ensamble zooplanctónico del salar de Surire. Campañas 1999-2009.

Campañas	Riqueza Total	Taxa Dominantes	Taxa Frecuentes
Abril 1999	4	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Agosto 1999	6	Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae
Marzo 2000	6	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Copépodo Canthocamptidae, Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Agosto 2000	5	Coleópteros Elmidae, Copépodo Canthocamptidae, Cladóceros Chidoridae	Copépodo Canthocamptidae
Junio 2001	9	Cladóceros Chidoridae y Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae, Cladóceros Chidoridae
Agosto 2001	6	Copépodo Canthocamptidae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Diciembre 2001	6	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae
Abril 2002	9	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Julio 2002	9	Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2002	9	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Enero 2003	13	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Copépodo Canthocamptidae, Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Abril 2003	15	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Copépodo Canthocamptidae, Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Julio 2003	14	Cladóceros Macrothricidae	Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2003	13	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Marzo 2004	15	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Abril 2004	15	Díptero Chironomidae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae, Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Ostracodo <i>Eucypris sp.</i>
Julio 2004	8	Tardigrado Eutardigrada	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2004	12	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Enero 2005	12	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Abril 2005	12	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Julio 2005	12	Cladóceros Chidoridae	Díptero Chironomidae
Octubre 2005	8	Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Copépodo Canthocamptidae	Díptero Chironomidae

Tabla 5.2.3.2. Continuación.

Campañas	Riqueza Total	Taxa Dominantes	Taxa Frecuentes
Febrero 2006	12	Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae
Abril 2006	11	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Julio 2006	10	Copépodo Canthocamptidae, Cladóceros Chidoridae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2006	11	Cladóceros Chidoridae	Cladóceros Chidoridae, Copépodo Canthocamptidae
Febrero 2007	11	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae
Abril 2007	9	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Julio 2007	9	Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Copépodo Canthocamptidae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2007	9	Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Copépodo Canthocamptidae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Febrero 2008	10	Anastracodo <i>A. franciscana</i> , Copépodo Canthocamptidae	Anastracodo <i>A. franciscana</i>
Abril 2008	8	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Díptero Chironomidae, Anastracodo <i>A. franciscana</i> , anfípodo <i>Hyalella</i> sp.
Julio 2008	10	Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2008	8	Copépodo Canthocamptidae	Díptero Chironomidae, Copépodo Canthocamptidae
Febrero 2009	11	Rotífero Brachionidae	Díptero Chironomidae
Abril 2009	10	Anastracodo <i>A. franciscana</i>	Copépodo Canthocamptidae
Julio 2009	13	Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae
Octubre 2009	13	Copépodo Canthocamptidae	Copépodo Canthocamptidae

Tabla 5.2.3.3. Valores de la probabilidad de igualdad entre zooplancton proveniente de las distintas años de muestreo. Se destacan en rojo las probabilidades menores a un 5,0%

		AÑOS									
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AÑOS	2000	82									
	2001	6,8	2,6								
	2002	16,3	8,5	81							
	2003	4,7	1,1	4,5	12,7						
	2004	3,7	0,6	2,5	8	68,7					
	2005	0,3	0,2	39,8	9,3	1	3,4				
	2006	12,5	3,3	20	19	11,2	3,6	5,1			
	2007	3,6	0,8	36,1	33,1	29,2	12	46	38,5		
	2008	12,7	2,9	16	43,5	19,3	20,9	10,6	36,4	25,3	
	2009	2,6	0,3	2,5	5,6	57,3	6,8	1,5	23,4	17,7	15,8

Tabla 5.2.4.1a. Riqueza de especies y abundancia absoluta (Ind/m²) de invertebrados bentónicos del Salar de Surire. Febrero 2009.

TAXA	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Annelida									647	
Chironomidae larva		59		59			706		353	353
Dolichopodidae larva		118					59		59	
Hyaella sp.				59					118	
Ostracodo 1				824						
TOTAL	0	176	0	941	0	0	765	0	1176	353
Nº de taxa	0	2	0	3	0	0	2	0	4	1

Tabla 5.2.4.1b. Riqueza de especies y abundancia absoluta (Ind/m²) de invertebrados bentónicos del Salar de Surire. Abril 2009.

TAXA	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Acari	1235								118	235
Artemia sp.							1764,71			
Chironomidae larva	1235		176	235				59	5941	5588
Cyclopoidea	824									
Dolichopodidae larva	294								176	
Dugesia sp.	1176									
Elmidae	529								118	
Ephyridae larva			59							
Eucypris sp.				5647	706					
Eutardigrada	118									
Harpacticoidea	36706		294					12882	59	
Hirudineo	3235									
Hyaella sp.	18588			471					7529	
Nematodo			11176				118		2294	882
Oligochaeta	5000		765				2647		16353	1118
Ostracodo 1	1824									
Cladocera (Alona sp.)	6176									31118
Pleuroxus sp.(Cladocera)	59									59
Pisidium sp.	1118									
TOTAL	78118	0	12471	6353	706	0	4529	12941	32588	39000
Nº de taxa	15	0	5	3	1	0	3	2	8	6

Tabla 5.2.4.1c. Riqueza de especies y abundancia absoluta (Ind/m²) de invertebrados bentónicos del Salar de Surire. Julio 2009.

TAXA	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Acari	1588									
Artemia sp.							59			
Chironomidae I				529						
Chironomidae	118	59	24647	14118				294	5588	2412
Corixidae	59			353						
Cladocera (Alona sp.)	59									
Cyclopoidea	706			59						588
Dolichopodidae larva			59							118
Dystiscidae	118									
Elmidae larva										235
Ephyridae larva				118						
Empididae				59						
Eucypris sp.				15353	706					
Harpacticoidea	32588	412	8647	2176				3882	2412	1176
Hirudineo	412									59
Hyalella sp.	3647			412						6529
Nematodo									412	
Oligochaeta	176								294	529
Ostracodo 1	10412									
Pleuroxus sp. (Cladocera)	176									
TOTAL	50059	471	33353	33176	706	0	59	4176	8706	11647
N° de taxa	12	2	3	9	1	0	1	2	4	8

Tabla 5.2.4.1d. Riqueza de especies y abundancia absoluta (Ind/m²) de invertebrados bentónicos del Salar de Surire. Octubre 2009.

TAXA	Estaciones de muestreo									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S11
Acari	59									
Chironomidae larva	235						5235		118	294
Chironomidae I larva			59		353					294
Corixidae	118									
Dugesia sp.	59									
Elmidae larva	118									
Empididae									59	
Eucypris sp.					6000					
Hirudineo	1353									
Hyalella sp.	1059				353				1176	
Littoridina sp.					59					
Mesochra sp.	9118							412		
Muscidae										59
Nematodo										235
Hidroptilidae (Neocalonix sp.?)	59									
Oligochaeta	118									
Ostracodo I	235									
Pisidium sp.	706									
Pleuroxus sp. (Cladocera)	118									
TOTAL	13353	0	59	0	6765	0	5235	412	1353	882
Nº de taxa	13	0	1	0	4	0	1	1	3	4

Tabla 5.2.4.2. Análisis comparativo de los parámetros comunitarios riqueza de especies y especies frecuentes y dominantes del ensamble de invertebrados bentónicos del salar de Surire. Campañas 1999-2009.

Campañas	Riqueza Total	Taxon Dominante	Taxa Frecuentes
Abr-99	12	Eucypris sp.	Chironomidae, Harpacticoidea y Nematoda
Ago-99	11	Chironomidae	Nematoda, Harpacticoidea y Oligochaeta
Mar-00	11	Chironomidae	Harpacticoidea y Nematoda
Ago-00	10	Chironomidae	Harpacticoidea, Nematoda y Oligochaeta
Jun-01	17	Cladocera	Chironomidae
Ago-01	11	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Dic-01	13	Harpacticoidea	Chironomidae y Dolichopodidae
Abr-02	18	Harpacticoidea	Harpacticoidea, Dolichopodidae, Chironomidae, Hyalella sp. y Oligochaeta
Jul-02	14	Ostrácodo I	Chironomidae
Oct-02	16	Harpacticoidea	Oligochaeta, Chironomidae, Harpacticoidea y Nematoda
Ene-03	18	Harpacticoidea	Chironomidae y Oligochaeta
Abr-03	22	Oligochaeta	Chironomidae, Harpacticoidea y Oligochaeta
Jul-03	19	Cladocera	Chironomidae y Harpacticoidea
Oct-03	17	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Mar-04	19	Harpacticoidea	Chironomidae y Oligochaeta
May-04	20	Chironomidae	Chironomidae y Harpacticoidea
Jul-04	14	Chironomidae	Chironomidae
Oct-04	16	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Ene-05	20	Harpacticoidea	Chironomidae, Dolichopodidae y Harpacticoidea
Abr-05	20	Oligochaeta	Chironomidae, Dolichopodidae y Harpacticoidea
Jul-05	22	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Oct-05	19	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Ene-06	14	Nematoda	Chironomidae y Nematoda
Abr-06	15	Oligochaeta	Chironomidae
Jul-06	15	Harpacticoidea	Chironomidae
Oct-06	13	Hyalella sp.	Chironomidae, Nematoda y Ostrácodo I
Ene-07	10	Harpacticoidea	Harpacticoidea
Abr-07	10	Harpacticoidea	Chironomidae y Harpacticoidea
Jul-07	7	Hirudinea	Corixidae
Oct-07	7	Harpacticoidea	Chironomidae
Feb-08	9	Harpacticoidea	Harpacticoidea
Abr-08	9	Ostrácodo I	Chironomidae
Jul-08	10	Harpacticoidea	Harpacticoidea
Oct-08	8	Chironomidae	Chironomidae
Feb-09	5	Chironomidae	Chironomidae
Abr-09	19	Harpacticoidea	Chironomidae, Oligochaeta
Jul-09	20	Harpacticoidea	Chironomidae, Harpacticoidea
Oct-09	19	Harpacticoidea	Chironomidae

Tabla 5.2.4.3. Niveles de significancia entre años de monitoreo (%) considerando la composición y abundancia del ensamble de invertebrados bentónicos del salar de Surire (diferencias significativas: <5%). Campañas 1999-2009.

		AÑOS									
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AÑOS	2000	99,7									
	2001	0,1	0,1								
	2002	37,1	42,6	36,1							
	2003	83,0	90,7	51,3	80,2						
	2004	39,4	57,9	20,6	11,1	18,3					
	2005	16,1	29,5	12,5	2,9	7,3	56,1				
	2006	81,7	82,5	38,9	62,6	35,6	2,1	0,5			
	2007	34,3	48,8	13,9	11,5	0,2	0,5	0,1	0,5		
	2008	24,0	34,7	33,3	15,1	0,2	0,4	0,1	0,2	83,1	
	2009	66,4	62,0	12,7	26,0	0,2	0,2	0,1	0,5	32,1	31,0

Tabla 5.3.2.1. Riqueza de especies y abundancia total (promedio cobertura absoluta) de los taxa de plantas vasculares terrestres, en cada estación de muestreo durante la campaña de Febrero 2009.

Taxa	Familia	Estaciones de muestreo															
		1	2	3	4	5	6	7	8								
<i>Arenaria rivularis</i>	Caryophyllaceae					p	p							7,41	2,47		
<i>Briophyta</i>	<i>Briophyta</i>													4,76			
<i>Calandrinia compacta</i>	Portulacaceae	1,64	3,28	13,11	9,84	1,64				4,92		14,29	19,05	p	8,64		
<i>Carex sp.</i>	Cyperaceae	3,28	3,28	1,64								4,76	p		p		
<i>Cyperaceae (Eleocharis sp.)</i>	Cyperaceae													4,76			
<i>Deyeuxia sp.</i>	Gramineae			21,31	19,67	24,59	18,03					22,95	16,39	4,76	4,76	37,04	20,99
<i>Distichlis humilis</i>	Gramineae		6,56	3,28	4,92					p							
<i>Festuca sp.</i>	Gramineae	4,92	8,20	6,56	9,84							p		23,81			
<i>Frankenia triandra</i>	Frankeniaceae						p	36,07	19,67								
<i>Gentiana sp.</i>	Gentianaceae			p													
<i>Herbácea sp. 1</i>	---	4,92	6,56														
<i>Herbácea sp. 2</i>	---															p	
<i>Lilaeopsis sp</i>	Umbelliferae												28,57	19,05			
<i>Lobelia oligophylla</i>	Campanulaceae		p										p	4,76			
<i>Oxychloe andina</i>	Juncaceae				6,56												
<i>Parastrephia lucida</i>	Asteraceae				3,28										p		
<i>Plantago tubulosa</i>	Plantaginaceae	9,84		8,20	6,56									4,76	p		
<i>Puccinellia frigida</i>	Gramineae							1,64		14,75	11,48	p	9,84		1,23	2,47	
<i>Ranunculus sp</i>	Ranunculaceae												47,62	4,76			
<i>Sarcocornia pulvinata</i>	Chenopodiaceae						14,75	16,39	37,70	36,07						4,94	
<i>Scirpus atacamensis</i>	Cyperaceae	9,84		6,56					6,56						4,94	p	
<i>Senecio sp.</i>	Asteraceae		p														
<i>Stipa sp.</i>	Gramineae	1,64			1,64								p	p	4,76		
<i>Triglochin concinna</i>	Juncaginaceae										4,92						
<i>Werneria weddellii</i>	Asteraceae	p	1,64	1,64	p	1,64							1,64		4,76		
Cobertura Total Tr		36,07	29,51	62,30	62,30	27,87	18,03	52,46	36,07	59,02	47,54	32,79	27,87	100	100	50,62	39,51
Riqueza Total/Tr		8	8	9	9	3	2	3	2	3	2	5	4	8	13	8	7
Promedio Cobertura/Estación		32,79		62,30		22,95		44,26		53,28		30,33		100,00		45,06	
Promedio Riqueza/Estación		8,0		9,0		2,5		2,5		2,5		4,5		10,5		7,5	
Promedio cobertura/Area		48,9															
Promedio riqueza/Area		5,9															
SD Riqueza		0,0		0,0		0,7		0,7		0,7		0,7		3,5		0,7	
SD Cobertura		4,6		0,0		7,0		11,6		8,1		3,5		0,0		7,9	

p=presencia en baja cobertura (<1,23%)

nota: el valor mínimo de p varía según la longitud del transecto, porque varía el número total de puntos

Tabla 5.3.2.2. Promedio de Riqueza y cobertura de especies de vegetación vascular terrestre por campaña (2003-2009).

Campaña	Riqueza (No)	Abundancia (%)
2003	3,75	47,32
2004	3,75	48,18
2005	3,13	44,36
2006	5,25	56,44
2007	4,63	45,56
2008	5,56	47,98
2009	5,88	48,87

Tabla 5.3.3.1. Especies de aves observadas en el Salar de Surire durante las campañas de terreno de Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2009. Se indica además de la presencia en cada campaña (con X), los criterios de Protección y Estados de Conservación (SAG 2001).

Nombre científico	Nombre común	Criterio de Protección y Estado de conservación	Campaña				
			Feb09	Abril	Juli09	Oct09	
TINAMIFORMES							
<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdíz de la puna	S, V	X	X	X	X	
RHEIFORMES							
<i>Pterocnemia pennata</i>	Suri	S,P	X	X	X	X	
PODICIPEDIFORMES							
<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	E					
CICONIFORMES							
<i>Plegadis ridwayi</i>	Cuervo del pantano de la puna	B,S					
PHOENICOPTERIFORMES							
<i>Phoenicopus chilensis</i>	Flamenco chileno	S,E,V	X	X	X	X	
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Flamenco andino	S,E,V	X	X	X	X	
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Flamenco de James	S,E,V	X	X	X	X	
ANSERIFORMES							
<i>Chloephaga melanoptera</i>	Guayata	V	X	X	X	X	
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Sin información					
<i>Anas púna</i>	Pato puna	S					
<i>Lophonetta specularoides</i>	Pato juarjual	Sin información	X	X	X	X	
FALCONIFORMES							
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	B,E			X		
<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	B,E					
<i>Vultur gryphus</i>	Condor	B,E,P					
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Carancho cordillerano	B,E					
GRUIFORMES							
<i>Fulica gigantea</i>	Tagua gigante	S,V					
<i>Fulica ardesiaca</i>	Tagua americana	S					
<i>Fulica cornuta</i>	Tagua Cornuda		X	X	X	X	
CHARADRIIFORMES							
<i>Recurvirostra andina</i>	Caití	B,S	X	X	X	X	
<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	B,S	X			X	
<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	B,S					
<i>Charadrius alticola</i>	Chorlo de la puna	B,S					
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	B					
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón	S					
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita común	S					
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	S,V	X	X	X	X	
COLUMBIFORMES							
<i>Metriopelia aymara</i>	Tórtolita de la puna	S					
PASSERIFORMES							
<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	B	X				
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	B					
<i>Agriornis livida</i>	Mero	B,E					
<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	B,E					

Tabla 5.3.3.1. Continuación.

Nombre científico	Nombre común	Criterio de Protección y Estado de conservación	Campaña			
			Feb09	Abril09	Jul09	Oct09
<i>Geositta maritima</i>	Minero chico	B				
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	B				
<i>Geositta isabellina</i>	Minero grande	B				
<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna	B	X	X	X	X
<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrilla de la puna	B,S				
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	B				
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	B				
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas	B				
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	B				
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona	B,E			X	
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormilona de la puna	B,E				
<i>Muscisaxicola albilora</i>	Dormilona ceja blanca	B,E				
<i>Muscisaxicola alpina</i>	Dormilona cenicienta	B, E				
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	B,E				
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona nuca rojiza	B,E				
<i>Diuca speculifera</i>	Diuca de alas blancas	Sin información				
<i>Hirundo andecola</i>	Golondrina de los riscos	B,S,E				
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Sin información				
<i>Sicalis leteiventris</i>	Chirigüe	Sin información				
<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigüe verdoso	S				
<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe cordillerano	S	X			X
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	B				
<i>Phrylilus atriceps</i>	Cometocino del norte	E				
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	S	X	X	X	
<i>Carduelis atratus</i>	Jilguero negro	S	X			
Total aves			16	11	13	13

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

Tabla 5.3.3.2A. Resultados del censo de Flamencos realizados en el Salar de Surire durante la campaña de Febrero del 2009.

Sector	Localidad	Especies							Total
		Flamenco Chileno		Flamenco Andino		Flamenco de James		Flamenco sp.	
		Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	adulto/ juvenil	
4	Chilcalla (Retén)	6		67		33			106
4	Laguna 1	56		105		82			243
4	Ruinias (a)	279		0		46			325
	Total Sector	341		172		161			674
3	Laguna 1	1		40		15			56
3	Laguna 2	0		0		197			197
3	Camino Cerro Guarmicollo	13		38		298			349
	Total Sector	14		78		510			602
2	Cerro Guarmicollo	696		164		2669			3529
2	Camino a termas	125		842		219			1186
2	Termas de Polloquere	15		95		0			110
2	Torre	76		594		1606			2276
	Total Sector	912		1695		4494			7101
1	Cerro mirador/ Laguna Oeste	4468		2294		4812			11574
1	Antigua Colonia	26		84		450			560
1	Conaf	36		37		35			108
	Total Sector	4530		2415		5297			12242
	Total por edad	5797		4360		10462			20619
	Gran Total	5797		4360		10462			20619
	Abundancia relativa (%)	28,11		21,14		50,73			100

Tabla 5.3.3.2B. Resultados del censo de Flamencos realizados en el Salar de Surire durante la campaña de Abril del 2009.

Sector	Localidad	Especies							Total
		Flamenco Chileno		Flamenco Andino		Flamenco de James		Flamenco sp.	
		Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	Pollos	
4	Chilcalla (Retén)	0		11		18			29
4	Laguna 1	242		19		95			356
4	Ruinas (a)	24		568		126			718
	Total Sector	266		598		239			1103
3	Laguna 1	2		4		156	23		162
3	Laguna 2	0		0		106	6		106
3	Camino Cerro Guarmicollo	0		0		282	37		282
	Total Sector	2		4		544	66		616
2	Cerro Guarmicollo	121		1336		2640		123	4097
2	Camino a termas	24		309		736			1069
2	Termas de Polloquere	0		9		0			9
2	Torre	7		80		101	1		188
	Total Sector	152		1734		3477	1	123	5487
1	Cerro mirador/ Laguna Oeste	462		3607		4860	120	2012	8929
1	Antigua Colonia	0		36		44			80
1	Conaf	0		39		19			58
	Total Sector	462		3682		4923	120	2012	11199
	Total por edad	882		6018		9183	187	2135	18405
	Gran Total	882		6018		9370		2135	18405
	Abundancia relativa (%)	4,79		32,69		50,91		11,61	100

Tabla 5.3.3.2C. Resultados del censo de Flamencos realizados en el Salar de Surire durante la campaña de Julio del 2009.

Sector	Localidad	Especies							Total
		Flamenco Chileno		Flamenco Andino		Flamenco de James		Flamenco sp.	
		Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	adulto/ juvenil	
4	Chilcalla (Retén)	0		0		21			21
4	Laguna 1	2		0		84			86
4	Ruinas (a)	143		0		486			629
	Total Sector	145		0		591			736
3	Laguna 1	0		0		1			1
3	Laguna 2	0		0		61			61
3	Camino Cerro Guarmicollo	0		0		174			174
	Total Sector	0		0		236			236
2	Cerro Guarmicollo	507		101		1108			1716
2	Camino a termas	100		84		1158			1342
2	Termas de Polloquere	11		0		0			11
2	Torre	2		13		171			186
	Total Sector	620		198		2437			3255
1	Cerro mirador/ Laguna Oeste	12		0		7			19
1	Antigua Colonia	0		0		36			36
1	Conaf	0		0		11			11
	Total Sector	12		0		54			66
	Total por edad	777		198		3318			4293
	Gran Total	777		198		3318			4293
	Abundancia relativa (%)	18,1		4,6		77,3			100

Tabla 5.3.3.2D. Resultados del censo de Flamencos realizados en el Salar de Surire durante la campaña de Octubre del 2009.

Sector	Localidad	Especies							Total
		Flamenco Chileno		Flamenco Andino		Flamenco de James		Flamenco sp.	
		Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	Adulto/ Juvenil	Pollo	adulto/ Juvenil	
4	Chilcalla (Retén)	8		57		84			149
4	Laguna 1	41		99		188			328
4	Ruinas (a)	76		0		557			633
	Total Sector	125		156		829			1110
3	Laguna 1	0		2		42			44
3	Laguna 2	0		5		196			201
3	Camino Cerro Guarmicollo	3		13		366			382
	Total Sector	3		20		604			627
2	Cerro Guarmicollo	119		652		1537			2308
2	Camino a termas	125		1560		915			2600
2	Termas de Polloquere	20		27		4			51
2	Torre	51		891		4108			5050
	Total Sector	315		3130		6564			10009
1	Cerro mirador/ Laguna Oeste	425		1002		8487			9914
1	Antigua Colonia	62		123		429			614
1	Conaf	18		127		43			188
	Total Sector	505		1252		8959			10716
	Total por edad	948		4558		16956			22462
	Gran Total	948		4558		16956			22462
	Abundancia relativa (%)	4,22		20,29		75,49			100

Tabla 5.3.3.3A. . Censo de aves terrestres y acuáticas realizado alrededor del Salar de Surire durante la campaña de Febrero de 2009. No se consideran las 3 especies de flamencos.

Especie	Distancia desde refugio CONAF (km)												Total	%
	0 - 5	5 -10	10 -15	15 -20	20 -25	25 -30	30 -35	35 -40	40 -45	45 -50	50 -55	55 -60		
Suri		12	2					13				2	29	6,5
Chirihue		12								16		4	32	7,2
Canastero										1			1	0,2
Pájaro plomo			15	2		2	1			8			28	6,3
Perdiz cordillerana								2					2	0,4
Caití			16	6					2	15			39	8,8
Jilguero negro										20			20	4,5
Minero de la puna	1	3	2	2		10	1	8	3				30	6,8
Guayata	12									3			15	3,4
Pato Juarjual	4									12			16	3,4
Tagua Cornuda					2								2	0,4
Pollito de Mar Tricolor	63									150			213	48,1
Gaviota Andina					4					12			16	3,6
TOTAL INDIVIDUOS	80	27	35	10	6	12	2	23	5	237	0	6	443	100

Tabla 5.3.3.3B. Censo de aves terrestres y acuáticas realizado alrededor del Salar de Surire durante la campaña de Abril de 2009. No se consideran las 3 especies de flamencos.

Especie	Distancia desde refugio CONAF (km)												Total	%
	0 - 5	5 -10	10 -15	15 -20	20 -25	25 -30	30 -35	35 -40	40 -45	45 -50	50 -55	55 -60		
Suri	4		2					8				2	16	7,4
Chirihue														
Canastero														
Pájaro plomo		5		3		9	1		13	7	3	3	44	20,3
Perdiz de la Puna										4			4	1,8
Caití	6				7					21			34	15,7
Jilguero negro														
Minero de la puna		4	4	2	2	7	2	9	3	3			36	16,7
Guayata	10									4			14	6,5
Pato Juarjua	4									10			14	6,5
Tagua Cornuda					2								2	0,9
Pollito de Mar Tricolor														
Gaviota Andina										52			52	24,1
TOTAL INDIVIDUOS	24	9	6	5	11	16	3	17	16	101	3	5	216	100

Tabla 5.3.3.3C. Censo de aves terrestres y acuáticas realizado alrededor del Salar de Surire durante la campaña de Julio 2009. No se consideran las 3 especies de flamencos.

Especie	Distancia desde refugio CONAF (km)												Total	%
	0 - 5	5 -10	10 -15	15 -20	20 -25	25 -30	30 -35	35 -40	40 -45	45 -50	50 -55	55 -60		
Pato juarjual	4								2				6	1,8
Perdiz de la Puna	12												12	3,6
Minero de la puna		2	4	1	1	1	1	1	1				12	3,6
Suri							10	1					11	3,6
Caití	13								26				39	11,9
Dormilona								1					1	0,3
Aguilucho								1					1	0,3
Pajaro Plomo			1								1		2	0,6
Tagua Cornuda					2								2	0,6
Guayata	3				2								5	1,5
Gaviota Andina									236				236	72,4
TOTAL INDIVIDUOS	32	2	5	1	5	1	11	4	265		1		326	100

Tabla 5.3.3.3D. Censo de aves terrestres y acuáticas realizado alrededor del Salar de Surire durante la campaña de Octubre de 2009. No se consideran las 3 especies de flamencos.

Especie	Distancia desde refugio CONAF (km)												Total	%
	0 - 5	5 -10	10 -15	15 -20	20 -25	25 -30	30 -35	35 -40	40 -45	45 -50	50 -55	55 -60		
Perdíz de la Puna									4				4	0,5
Suri		3											3	0,3
Guayata	6												6	0,7
Pato juarjual	6								12				18	2,1
Tagua cornuda					2								2	0,2
Gaviota andina									180				180	21,3
Caití	8				2								10	1,2
Minero de la puna		2		4	3	5	4	2					20	2,4
Jilguero Negro														
Chirihue								1					1	0,1
Pájaro plomo														
Pollito de mar tricolor									600				600	71,1
Condor														
TOTAL INDIVIDUOS	20	5		4	7	5	4	3	796				844	100

Tabla 5.3.3.4. Resumen de los censos de Vicuñas realizadas alrededor del Salar de Surire y en el camino de acceso al salar desde la Ruta Internacional durante las campañas de. Febrero, Abril, Julio y Octubre de 2009.

Sexo	Febrero		Abril		Julio		Octubre	
	Surire	Camino	Surire	Camino	Surire	Camino	Surire	Camino
Machos	154	38	143	47	131	52	115	42
Hembras	438	58	388	93	364	144	338	111
Crías	36	4	62	18	105	37	108	45
Juveniles (solteros)	70	120	73	113	101	37	122	151
Machos solitarios	27	4	22	6	22	5	11	2
Total	725	224	688	277	723	275	694	351

Tabla 5.3.3.5. Especies de mamíferos observadas en el Salar de Surire durante las campañas de. Febrero, Abril, Julio, y Octubre de 2009. Se indica el número de ejemplares, la presencia (X), y los Criterios de Protección y Estados de Conservación (SAG 2001).

Especie	Nombre común	Campaña				Criterios de Protección y Estado de conservación
		Feb09	Abril09	Jul09	Oct09	
CARNIVORA						
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro Culpeo	Xf	Xf	Xf	Xf	E,I
ARTIODACTILA						
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	X	X	X	X	S,P
RODENTIA						
<i>Microcavia niata</i>	Cuy de la puna	Xc	Xc	Xc	Xc	S
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco tuco de Atacama	Xc	Xc	Xc	Xc	S, V
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	0	4	4	3	S,P

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; P: especie catalogada como en Peligro de Extinción; V = especie catalogada como Vulnerable; I: especie catalogada como Inadecuadamente conocida; E: especie catalogada benéfica para el equilibrio de los ecosistemas naturales; f = fecas; c = cuevas activas

Anexo Figuras

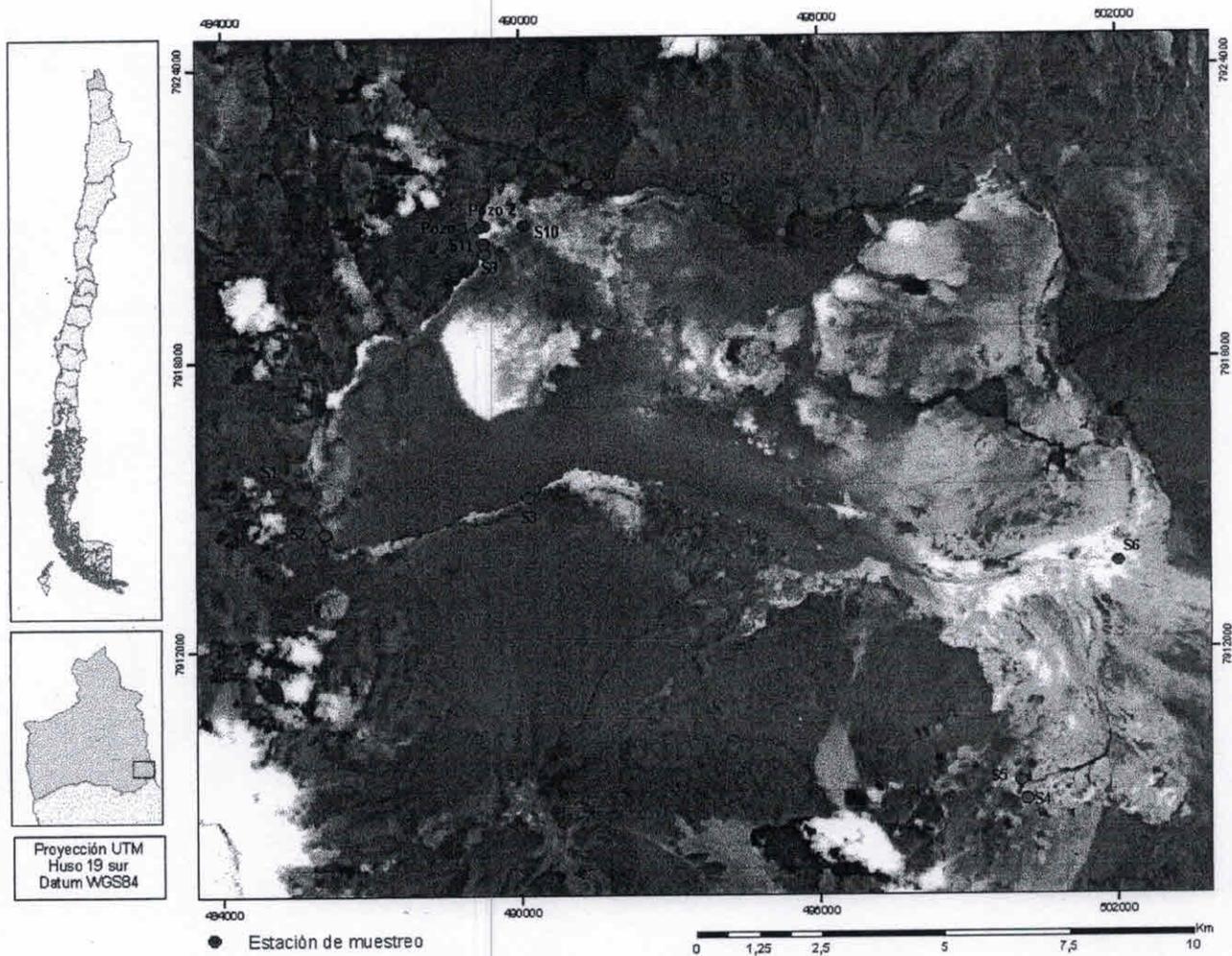


Figura 4.1.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo para calidad de agua.

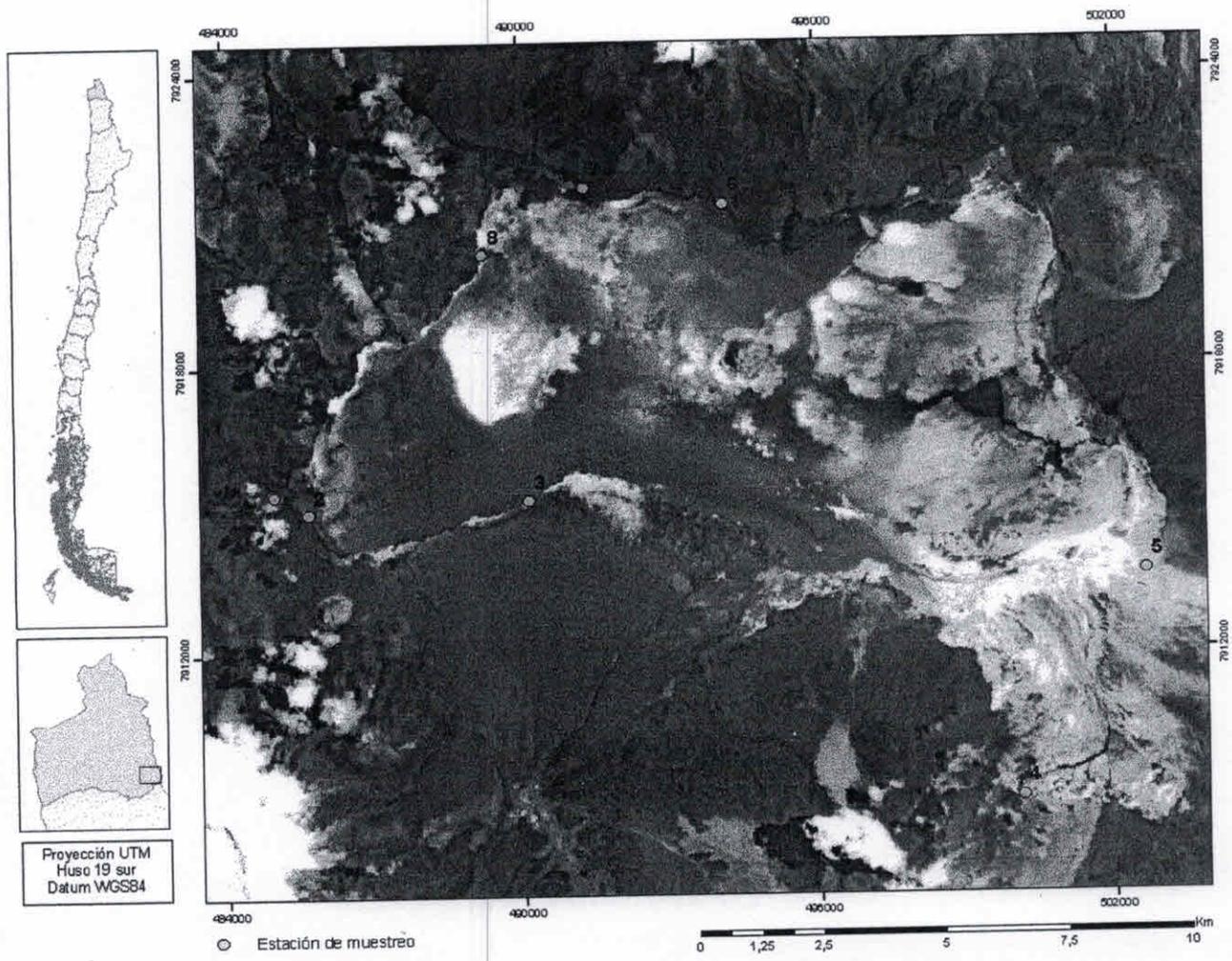


Figura 4.3.1.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo para la vegetación terrestre.

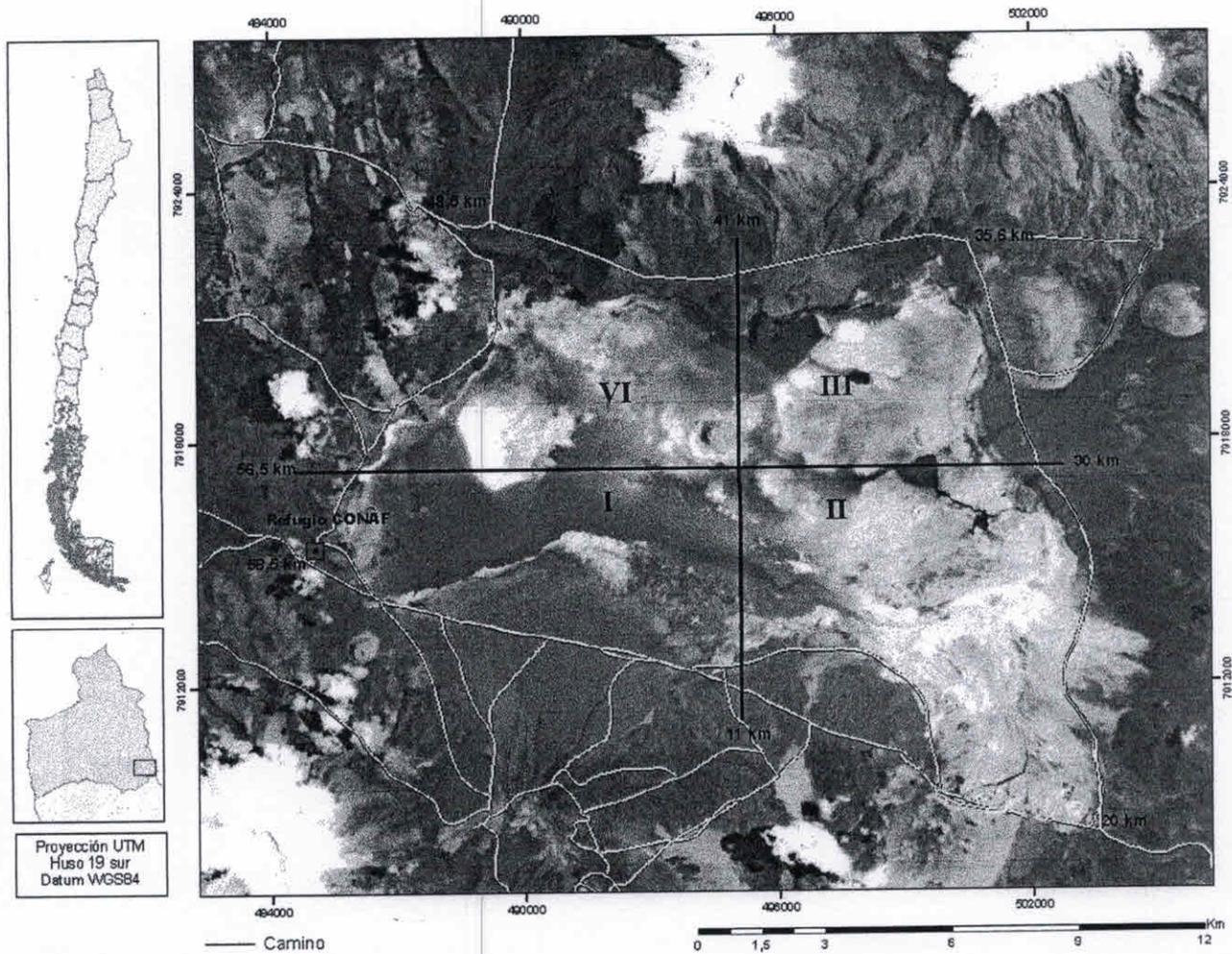


Figura 4.3.2.1. Mapa esquemático del salar de Surire, para el muestreo de fauna. Se muestran los cuatro cuadrantes y se incorpora el kilometraje desde la guardería de CONAF (Km 0).

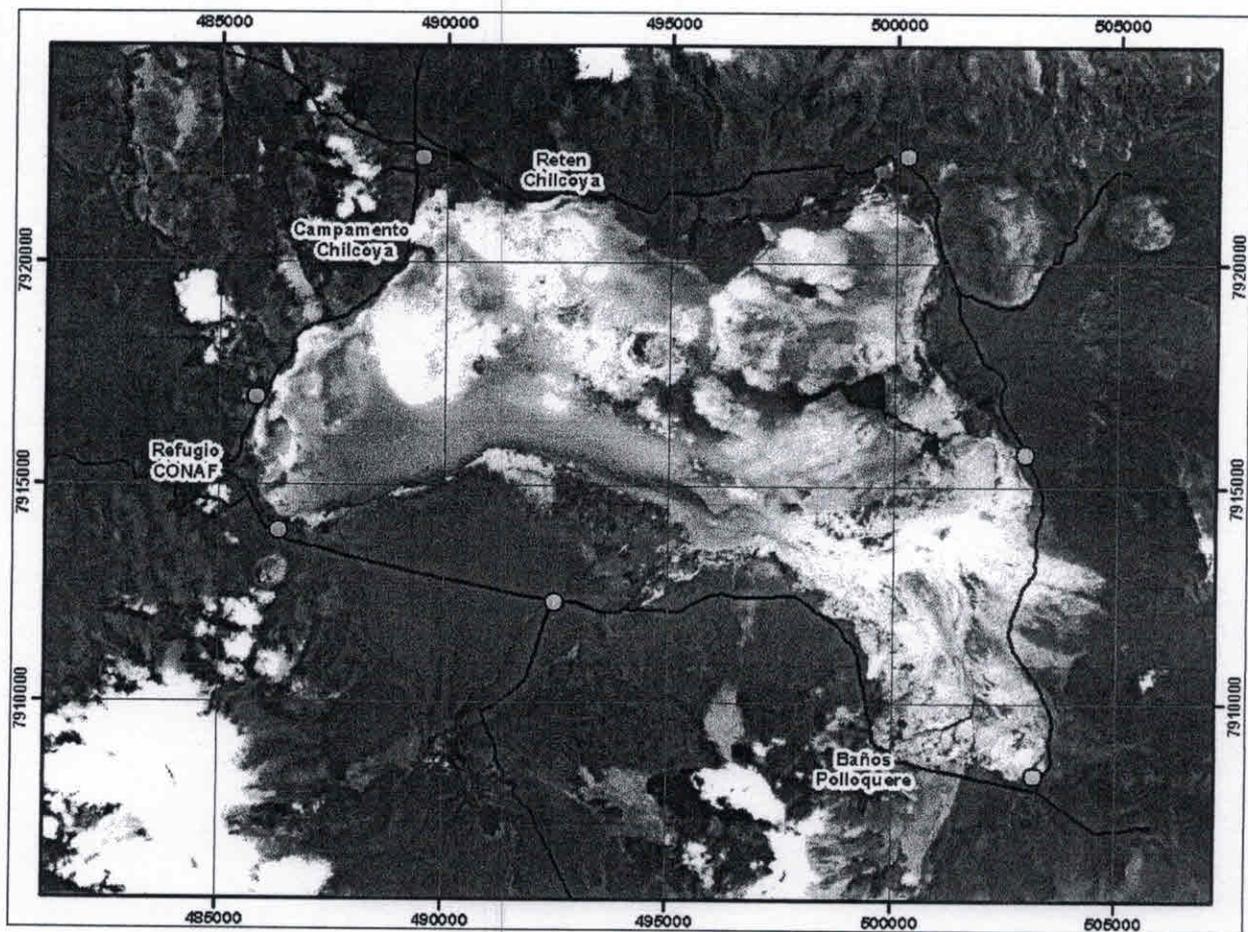


Figura 4.3.3.1. Esquema general salar de Surire que muestra los puntos de muestreo para el análisis de paisaje.

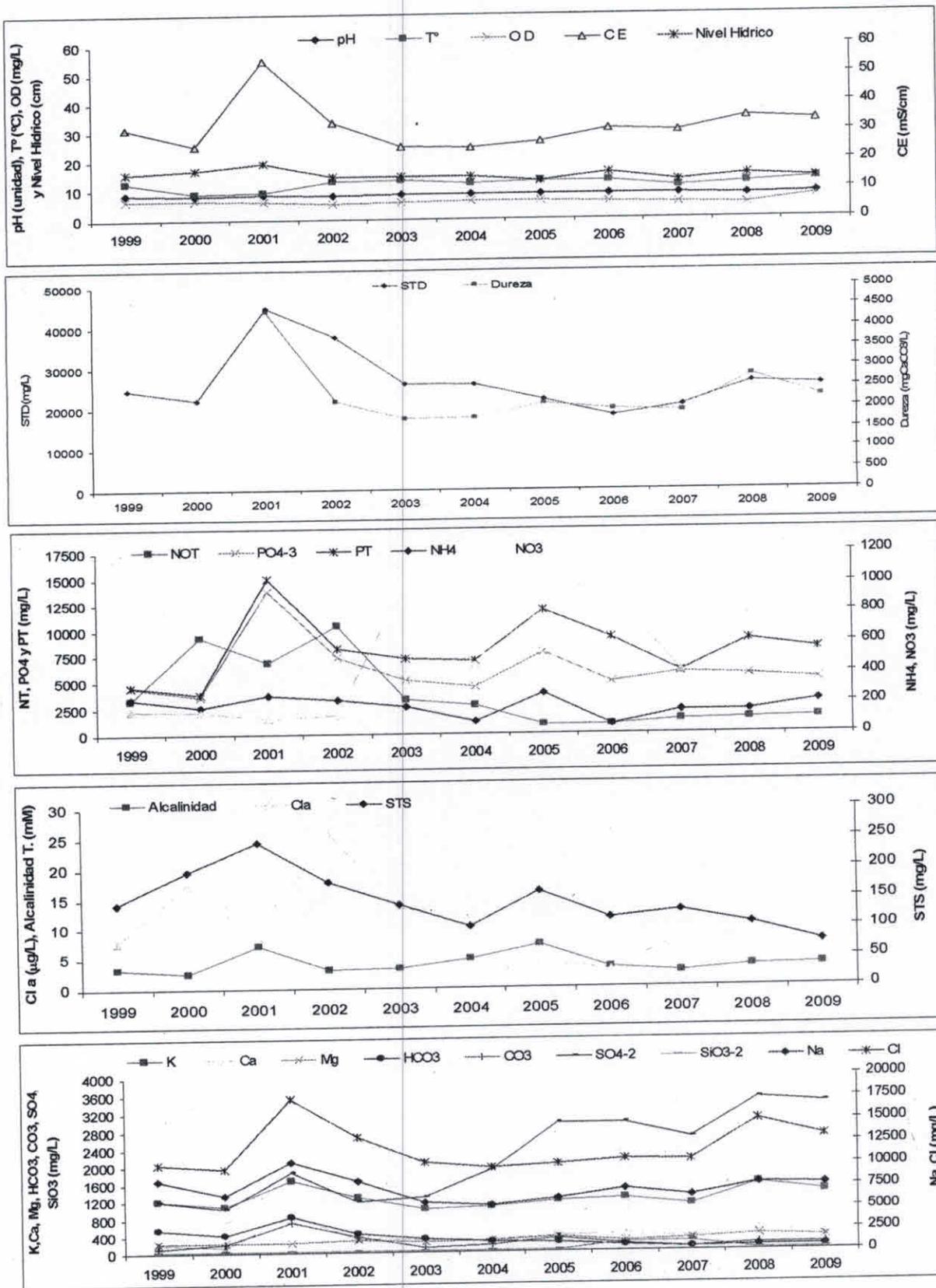


Figura 5.1.1. Análisis de la variación interanual de las variables químicas en el salar de Surire.

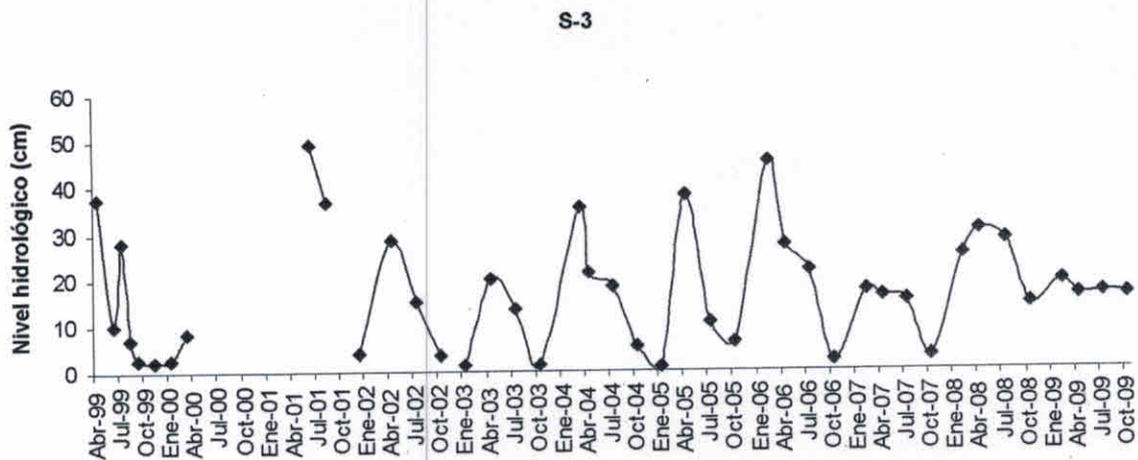
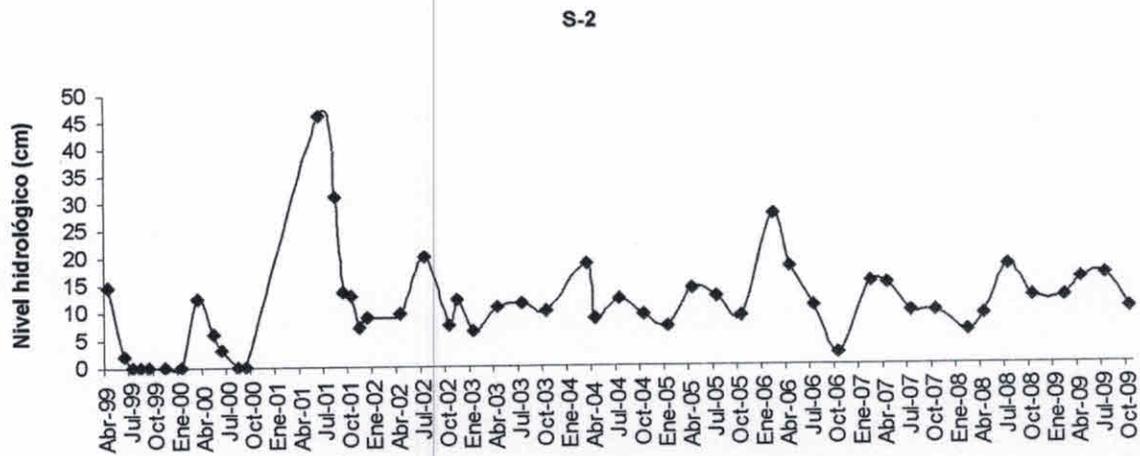
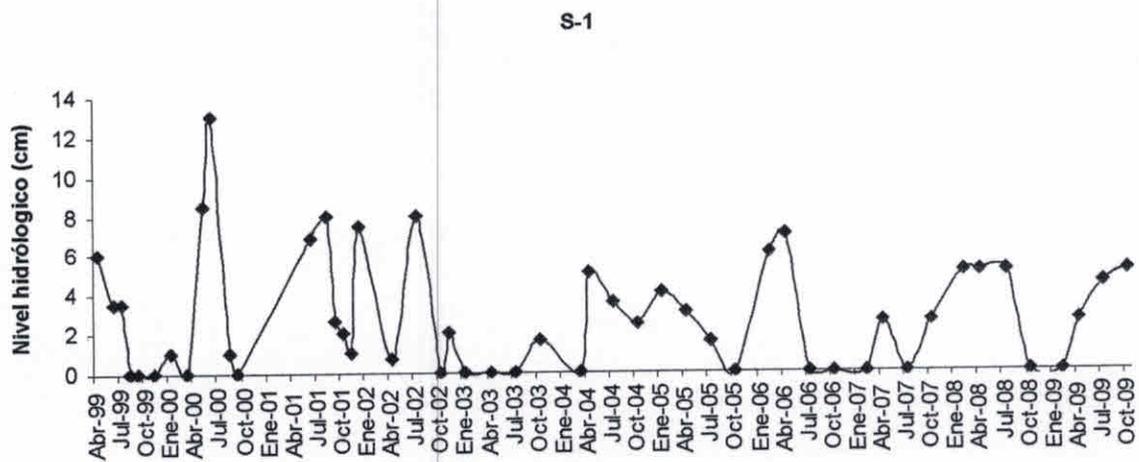
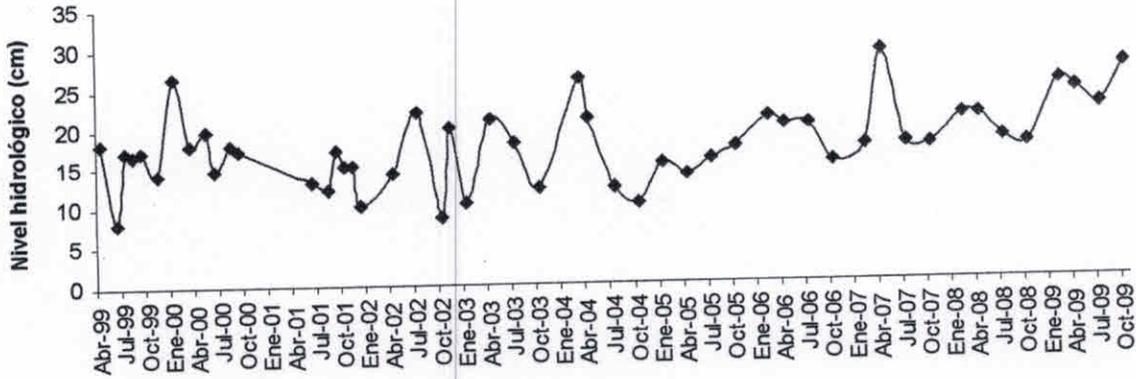
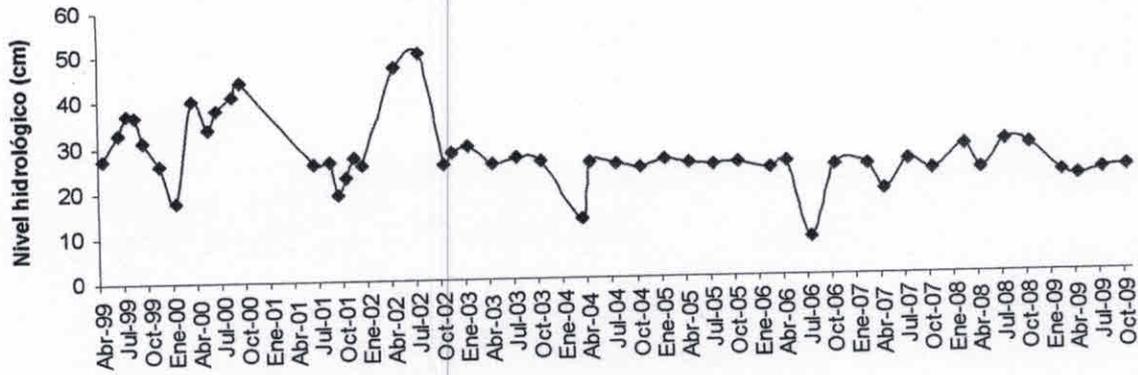


Figura 5.1.2. Registros hidrológicos en las estaciones de muestreo analizadas .

S-4



S-5



S-6

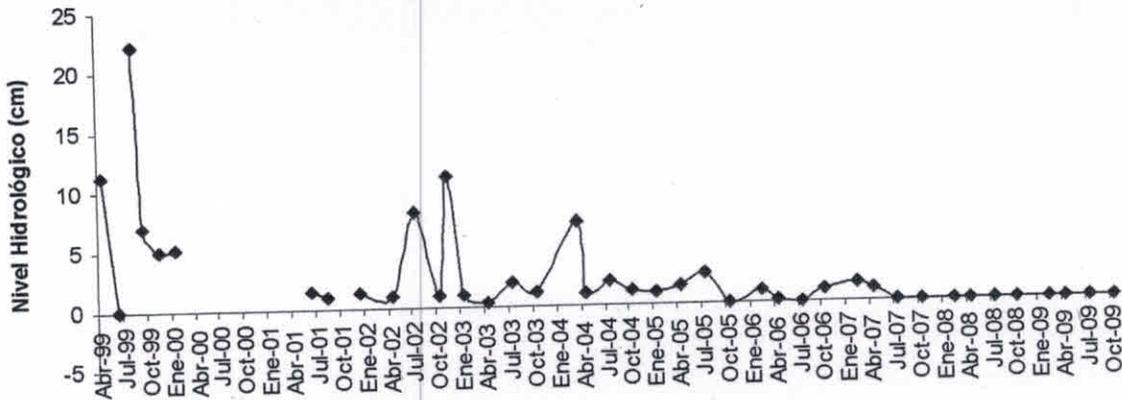
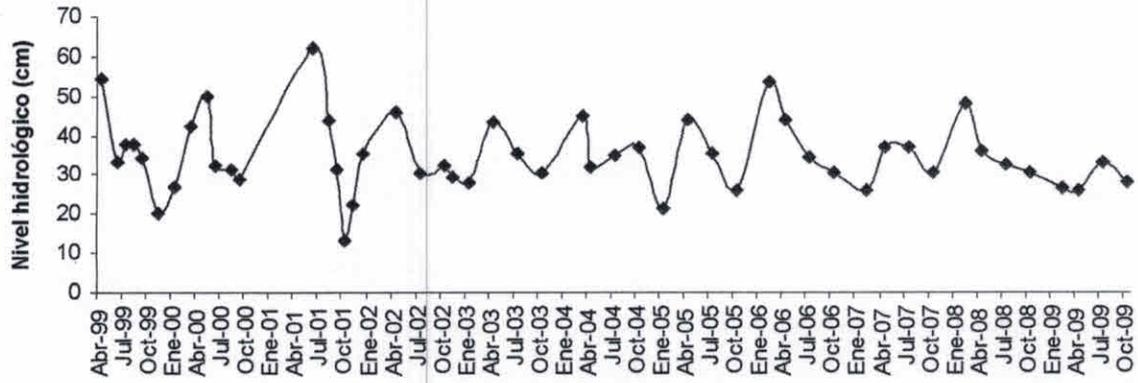


Figura 5.1.2. Continuación.

S-7



S-8

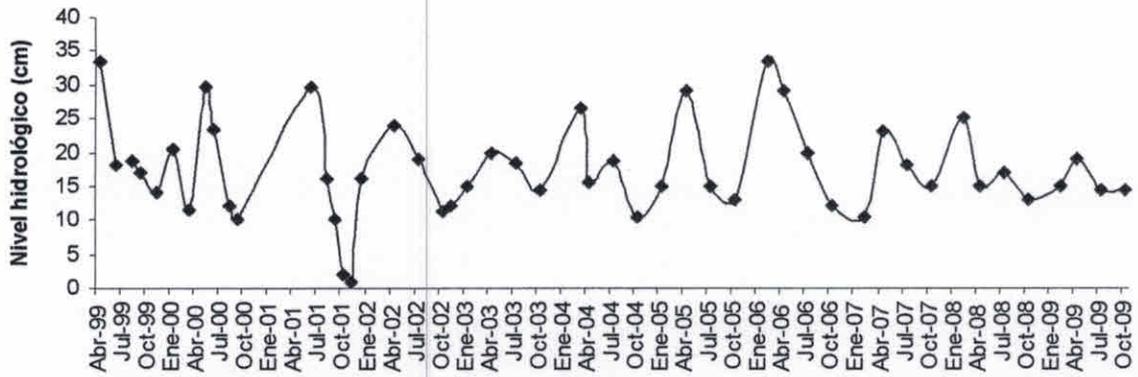


Figura 5.1.2. Continuación.

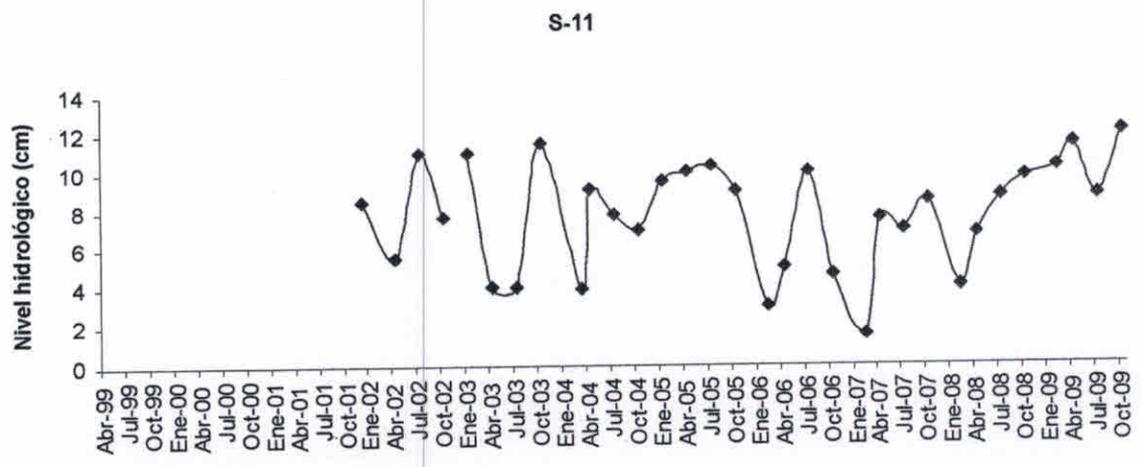
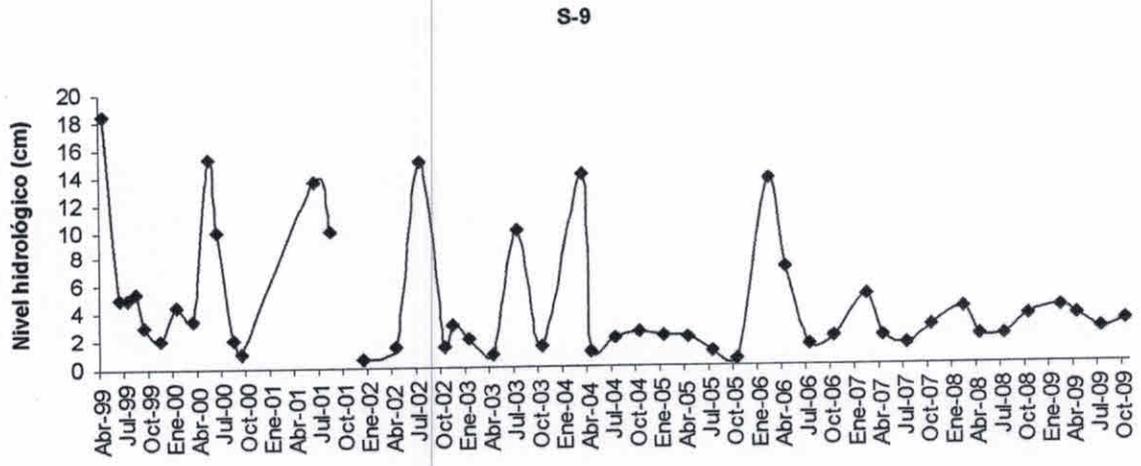


Figura 5.1.2. Continuación.

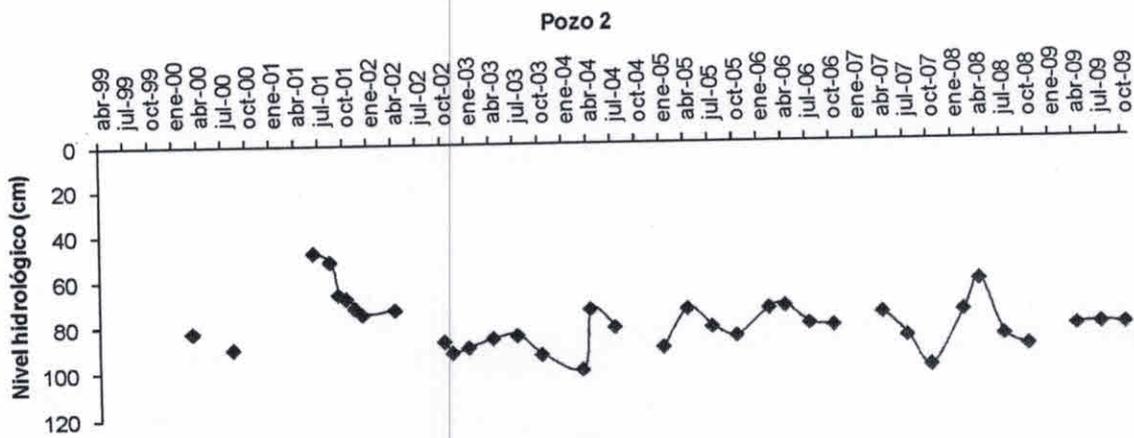
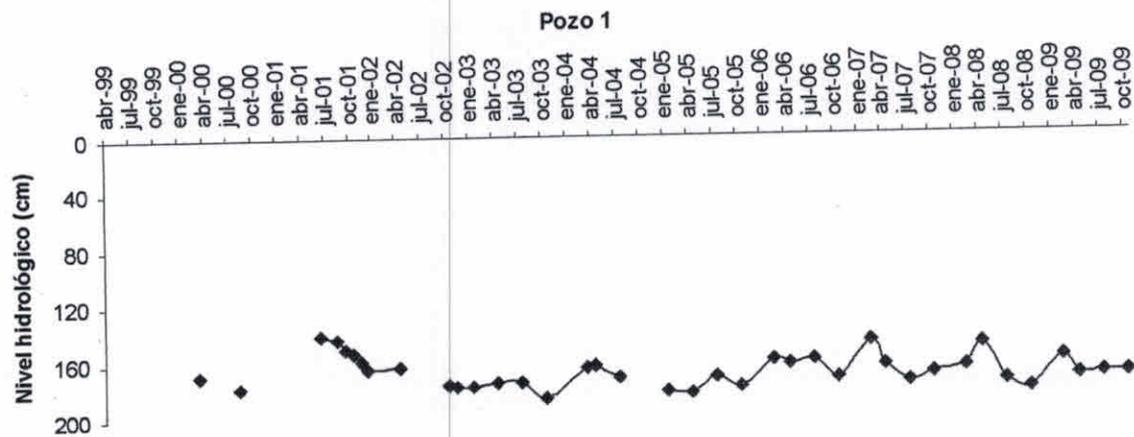


Figura 5.1.2. Continuación.

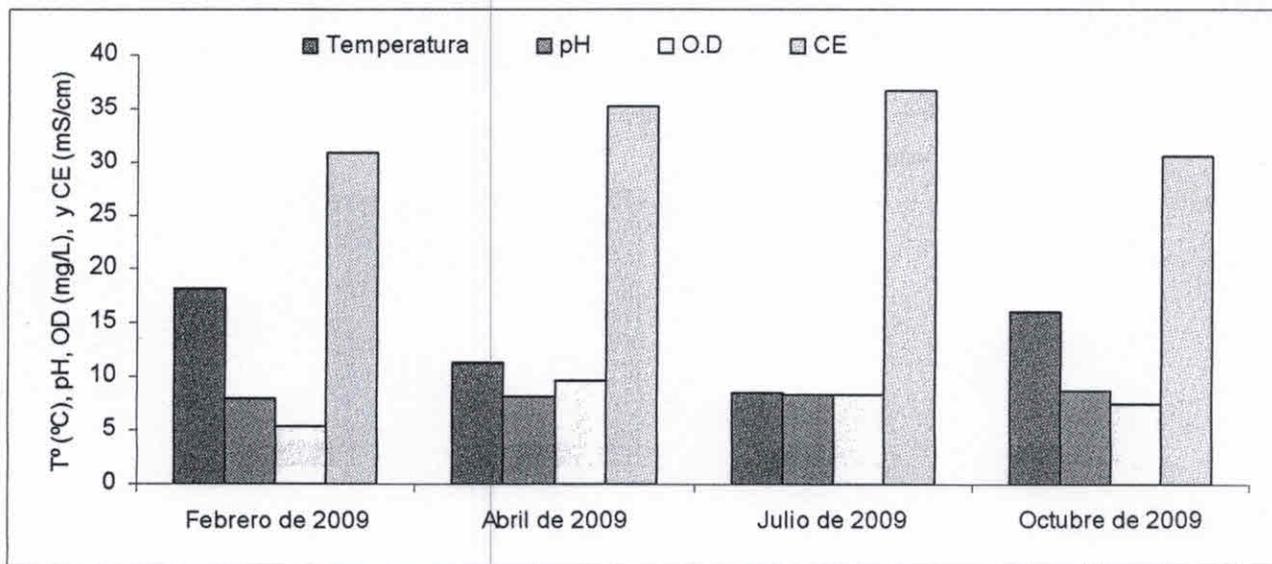


Figura 5.1.3. Análisis estacional de las variables físico-químicas en el salar de Surire. Donde T°: Temperatura; CE: Conductividad eléctrica del agua; NA: Nivel del agua; OD: Oxígeno disuelto y pH.

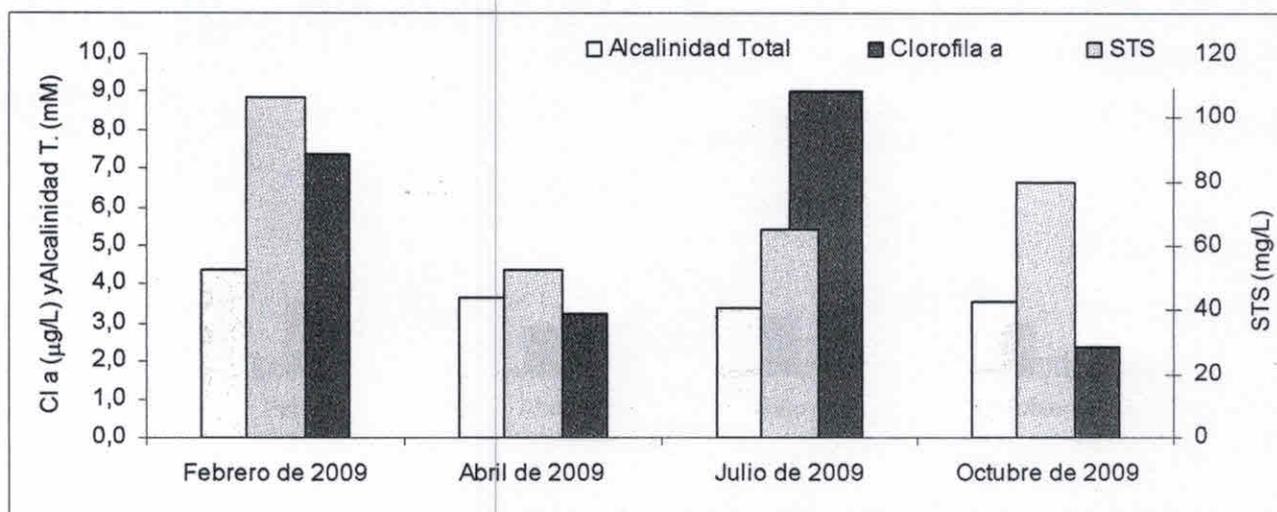


Figura 5.1.4. Análisis estacional de las variables físico-químicas en el salar de Surire. Donde STS: Sólidos totales suspendidos y Cl a: Clorofila a del fitoplancton.

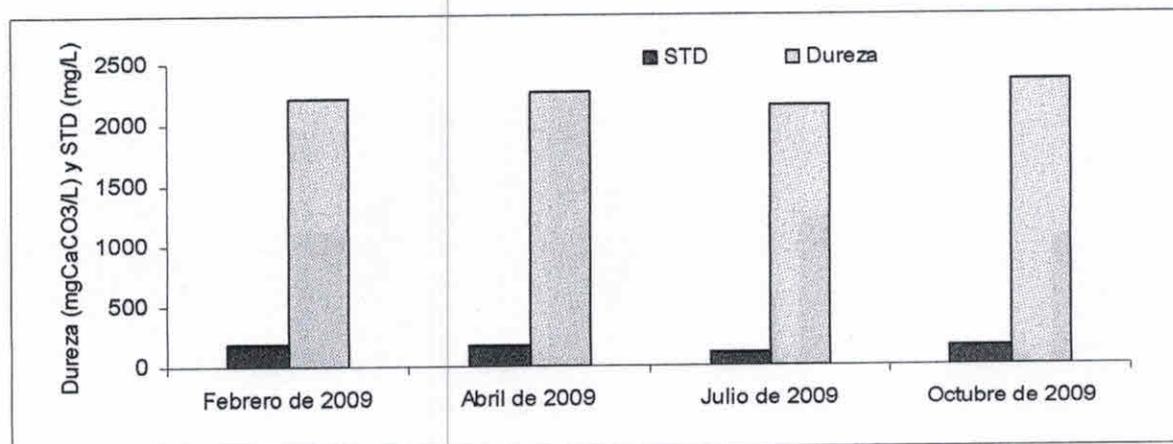


Figura 5.1.5. Análisis estacional de las variables físico-químicas en el salar de Surire. Donde STD: Sólidos totales disueltos.

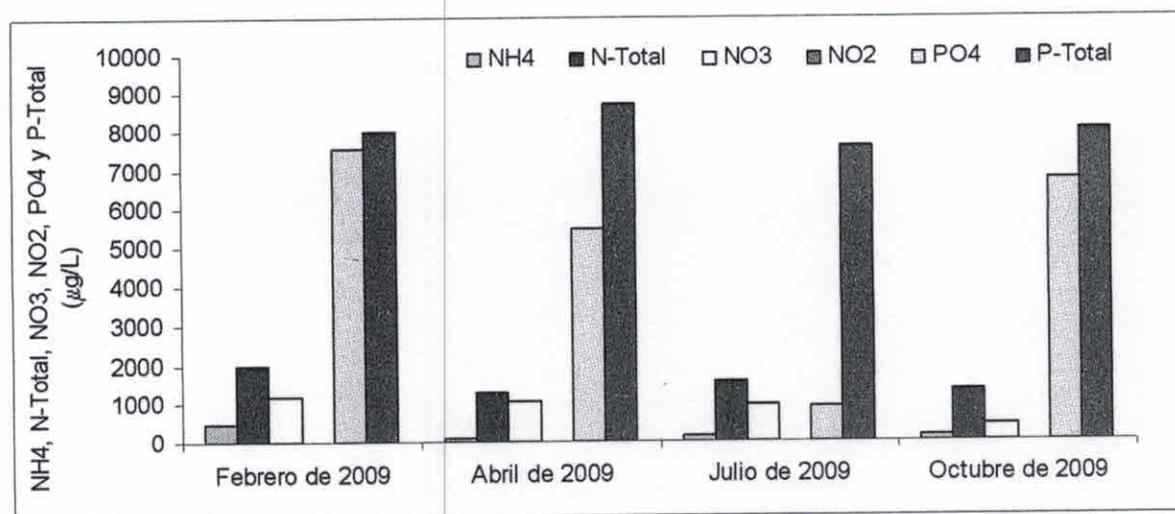


Figura 5.1.6. Análisis estacional de las distintas formas de nutrientes en el salar de Surire. Donde NOT: Nitrógeno orgánico total y P-Total: Fósforo total.

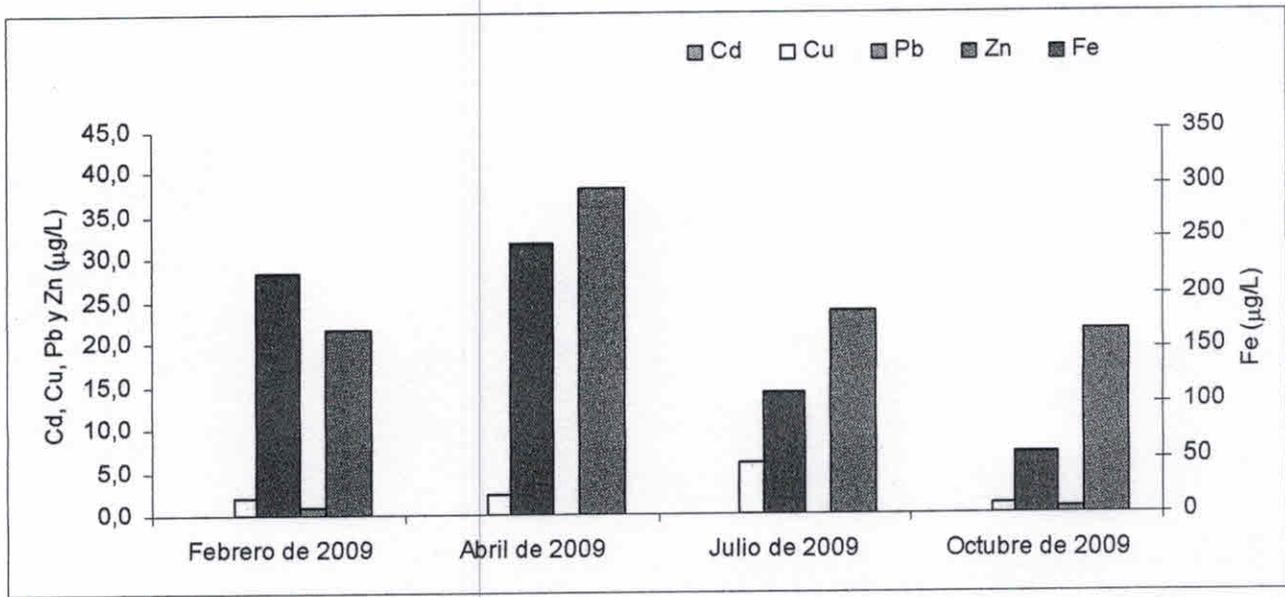


Figura 5.1.7. Análisis estacional de los metales totales en el salar de Surire.

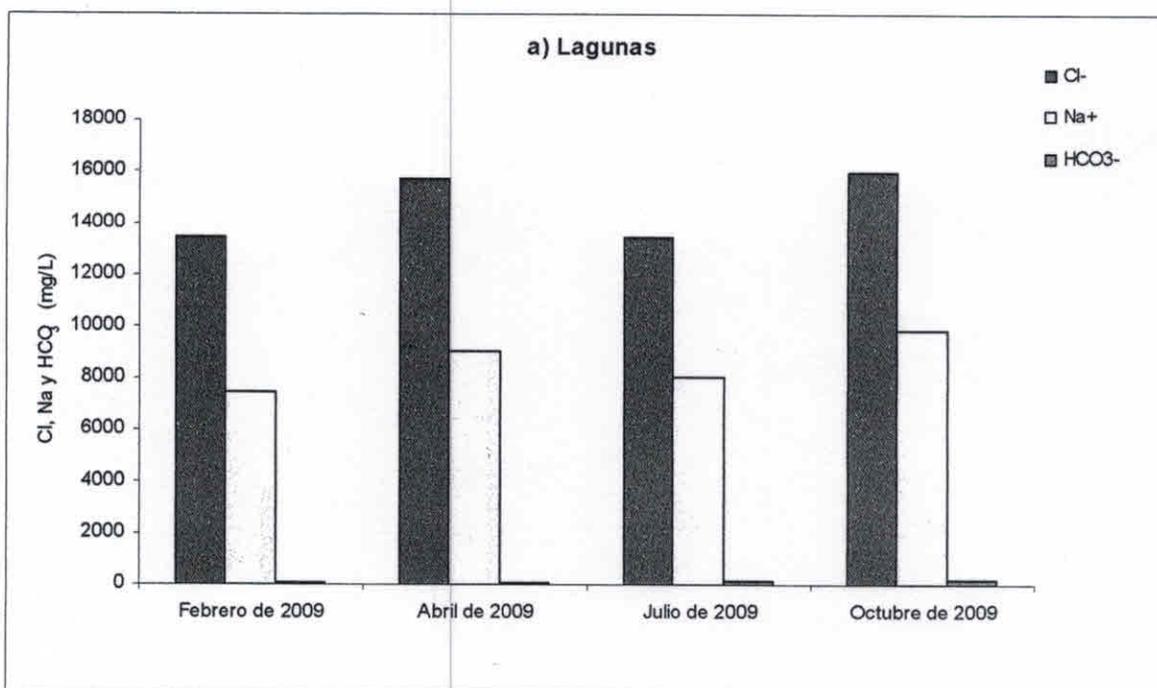
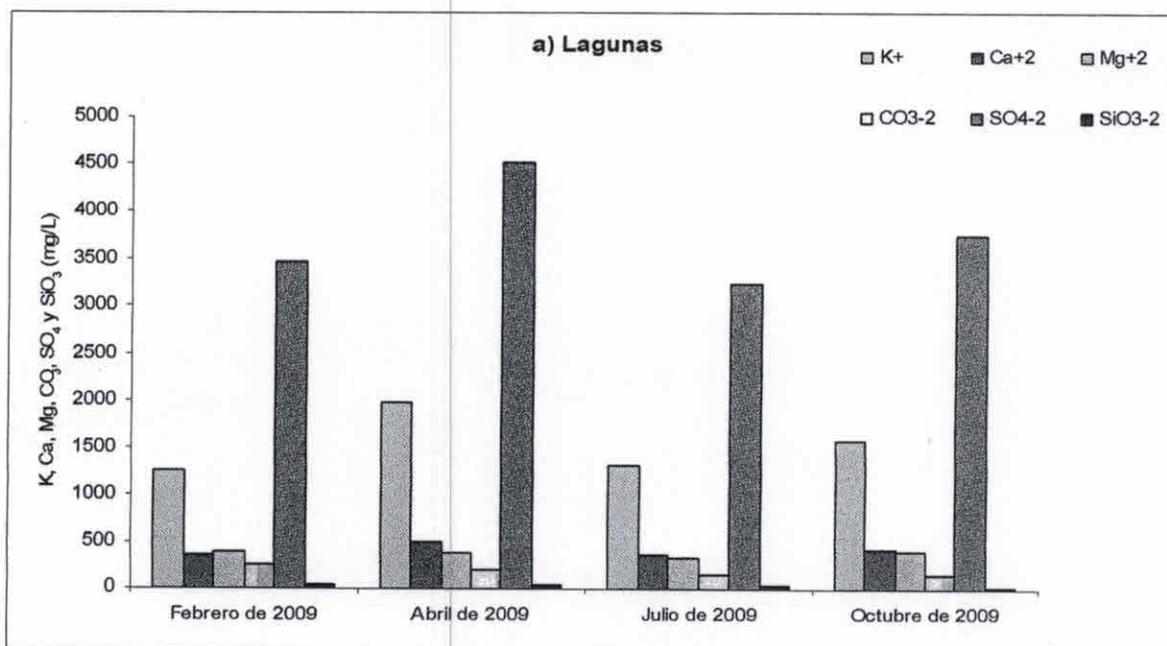


Figura 5.1.8. Variación temporal de los iones mayoritarios analizados en el salar de Surire. a) Aguas correspondientes a lagunas Salinas, b) Aguas de aporte (vertientes) y c) Aguas subterráneas (pozos).

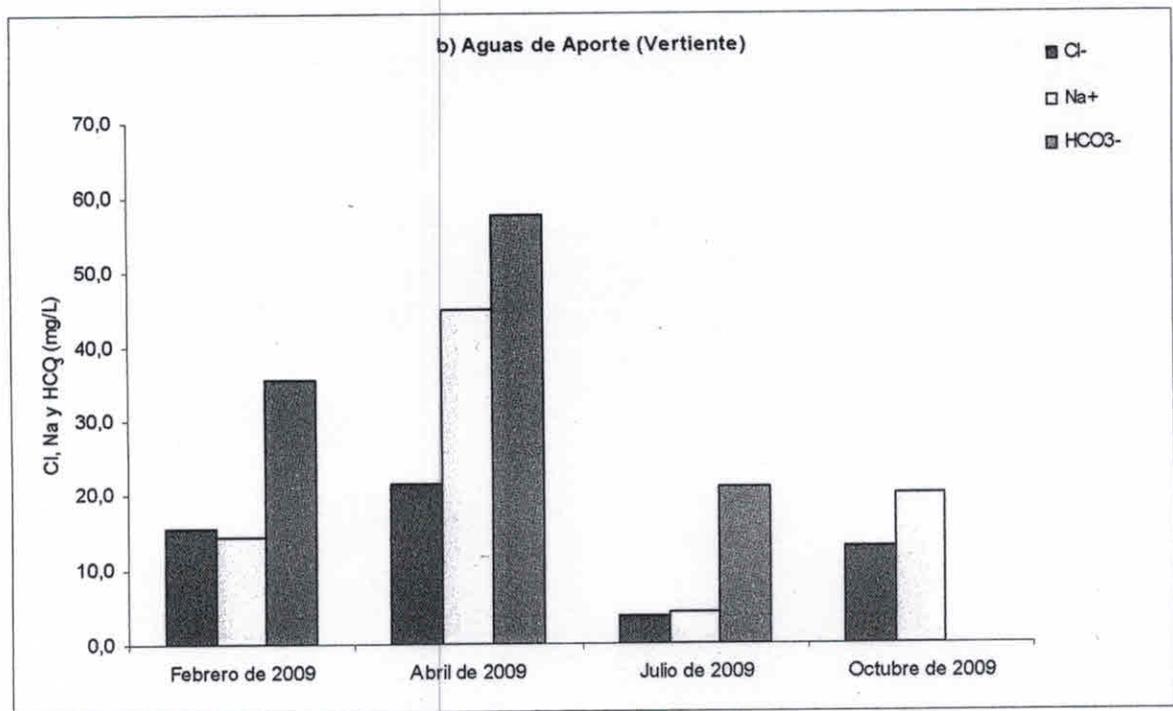
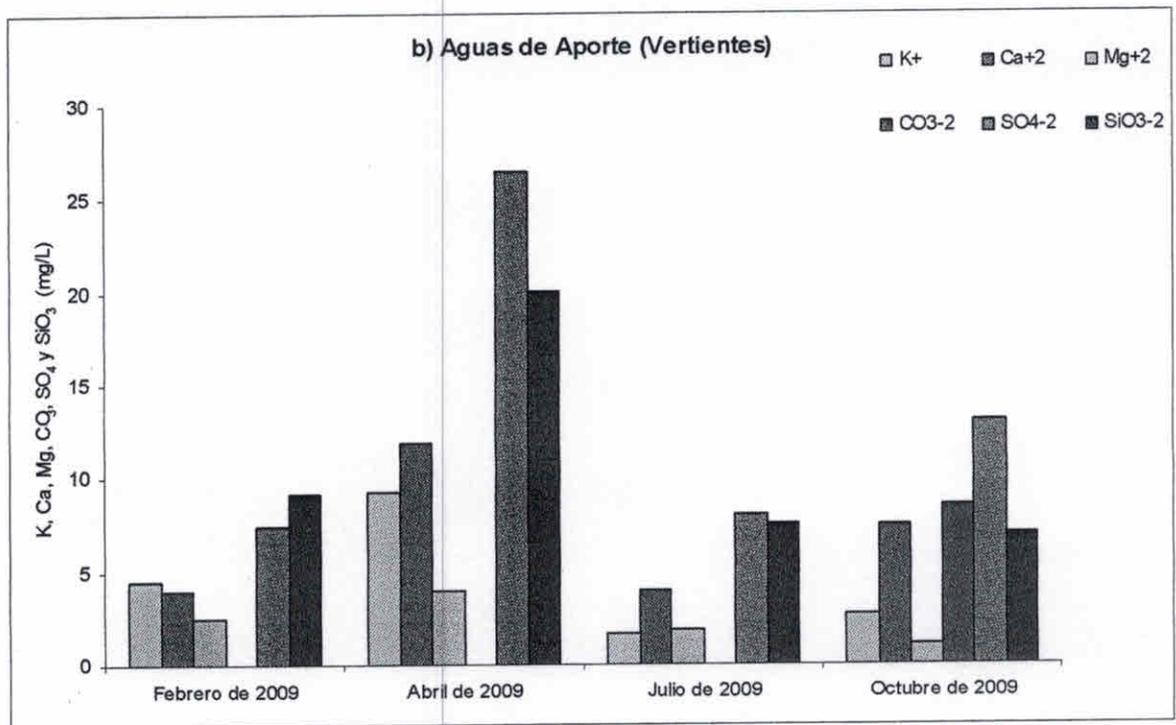


Figura 5.1.8. Continuación.

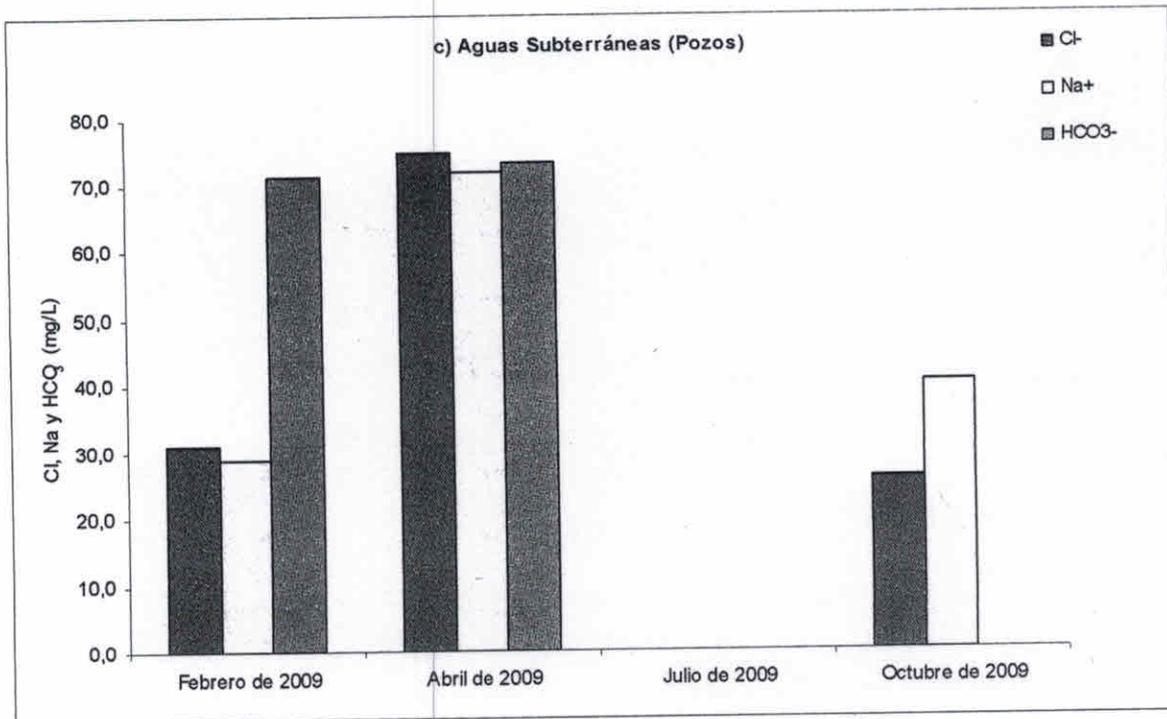
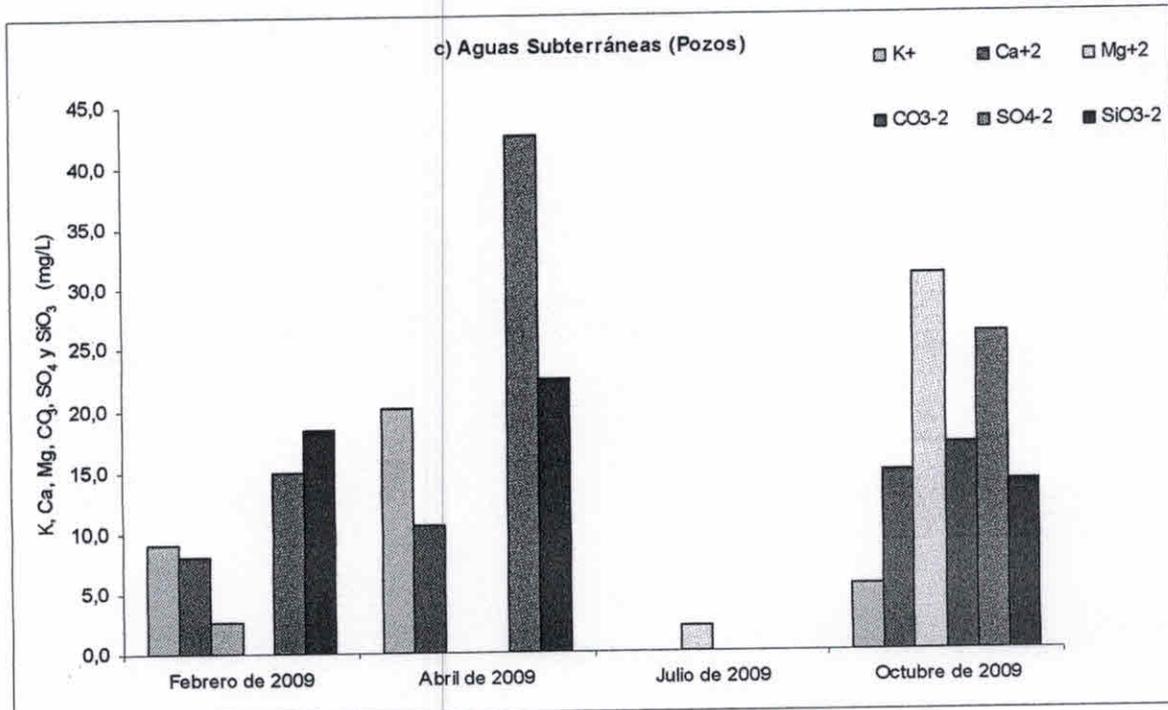


Figura 5.1.8. Continuación.

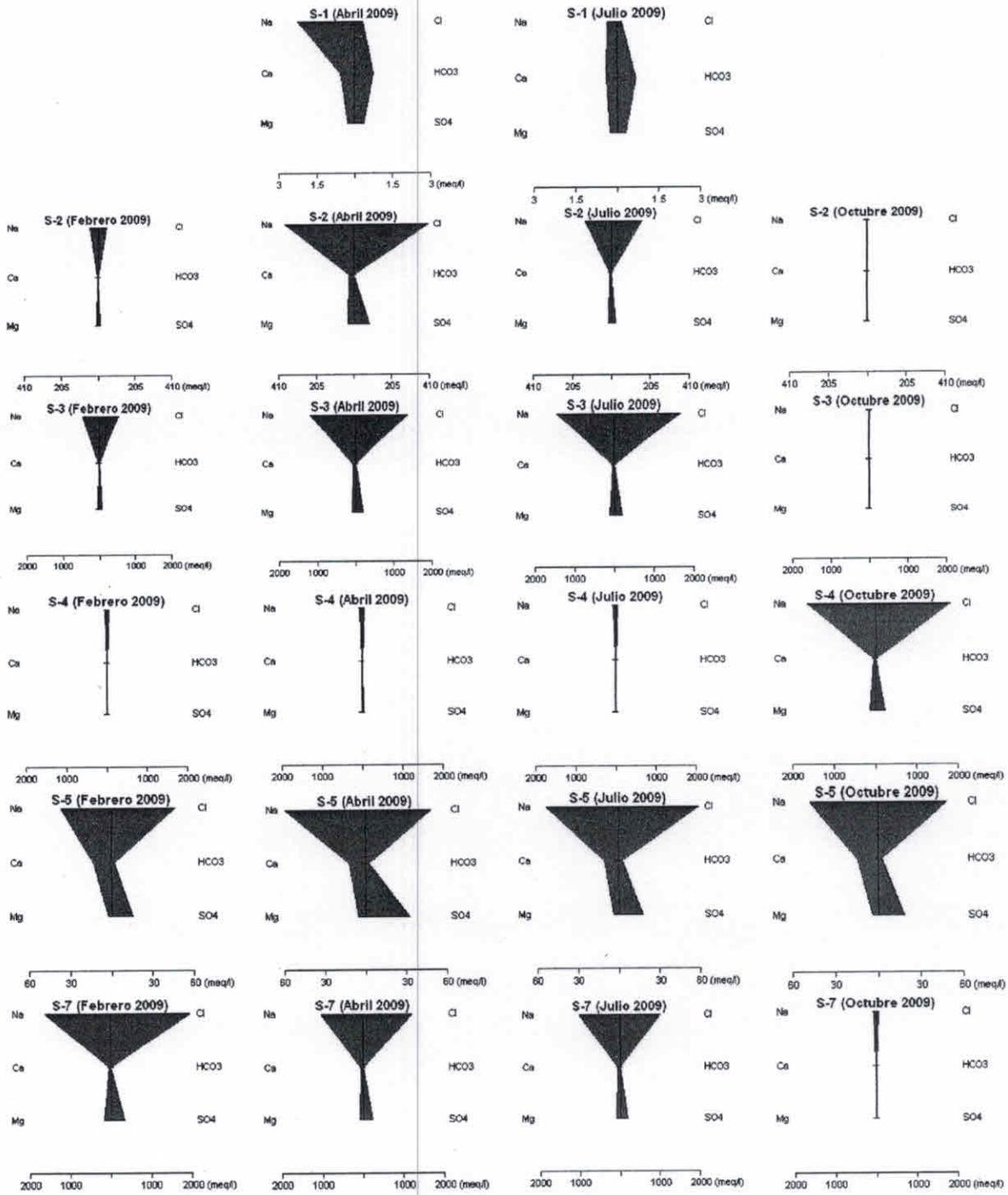


Figura 5.1.9. Diagramas de Stiff correspondientes a cada estación monitoreada en la campaña de Enero, Abril, Julio y Octubre de 2007.

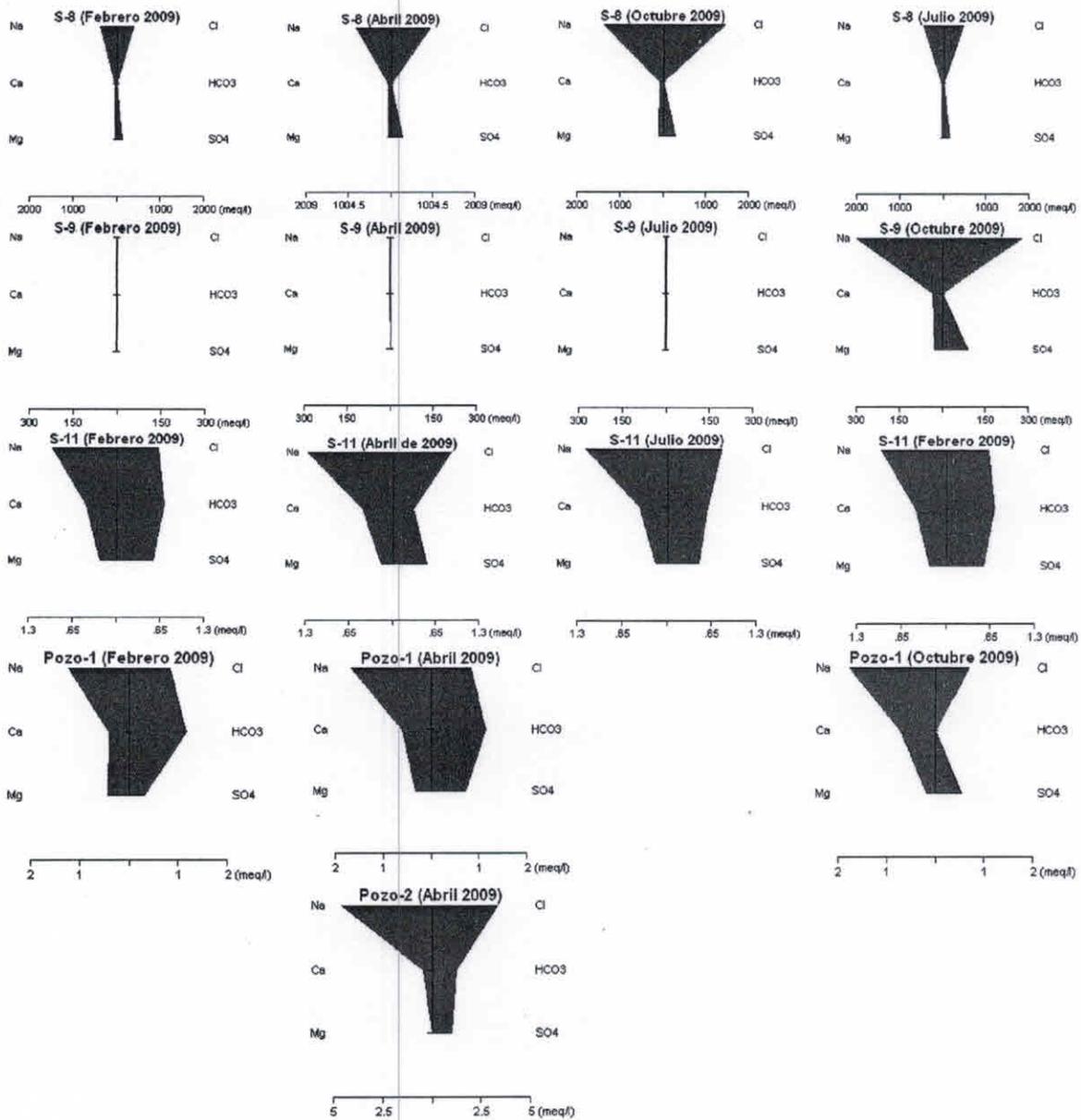


Figura 5.1.9. Continuación.

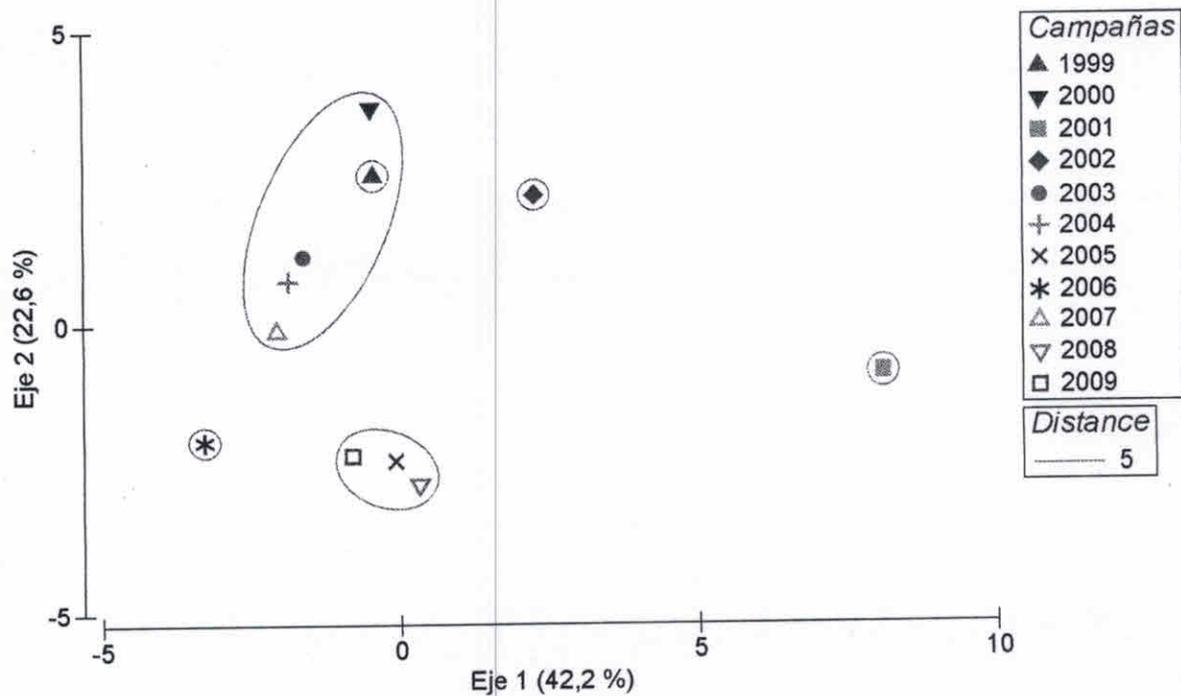


Figura 5.1.10. Análisis de Componentes Principales para las variables y parámetros registrados en el Salar de Surire durante el período 1999 – 2009.

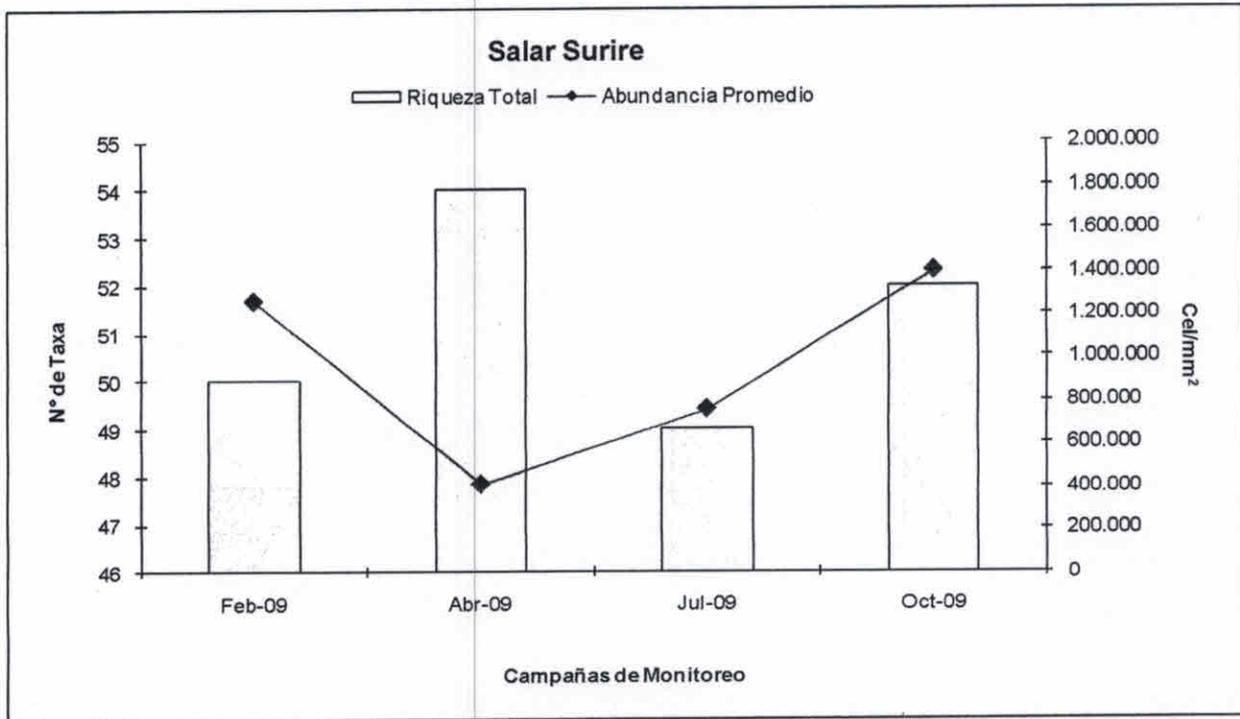


Figura 5.2.2.1. Riqueza taxonómica y la abundancia total de diatomeas bentónicas entre campañas de monitoreo. Período 2009. Salar Surire.

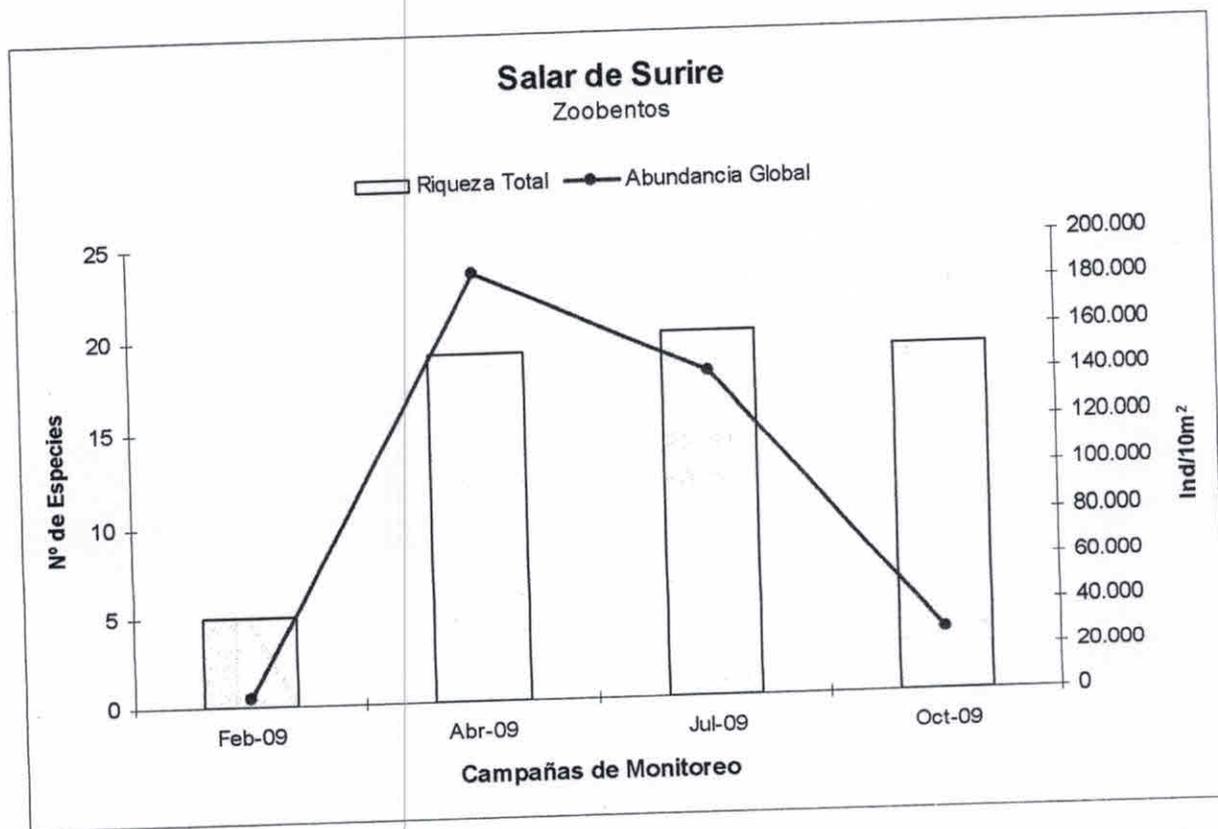


Figura 5.2.4.1. Valores totales de Riqueza taxonómica y la abundancia global para toda el área de estudio de invertebrados bentónicos entre campañas de monitoreo. Período 2009. Salar Surire

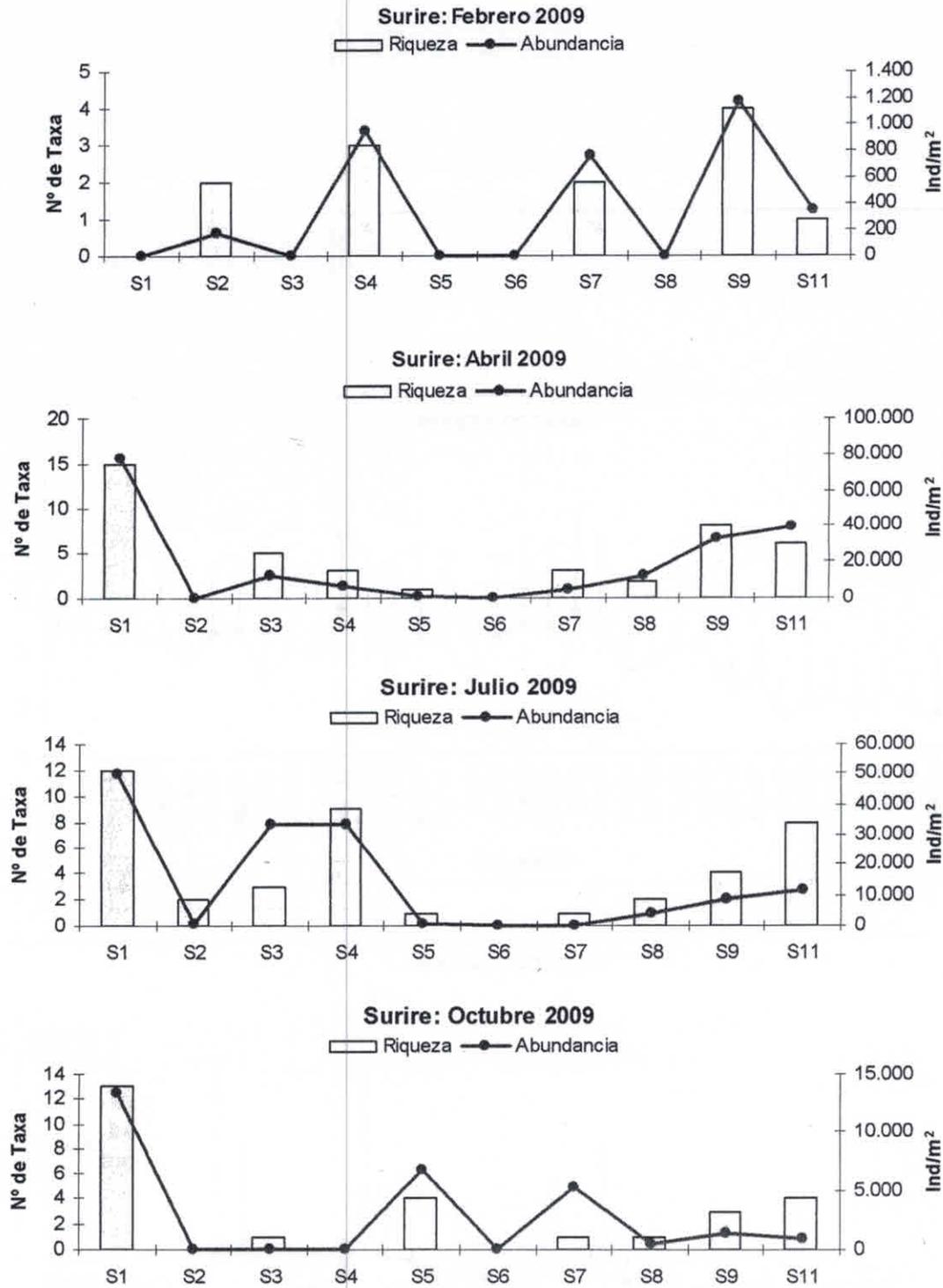


Figura 5.2.4.2. Riqueza taxonómica y la abundancia total de invertebrados bentónicos en las distintas estaciones de monitoreo. Salar Surire. Periodo 2009.

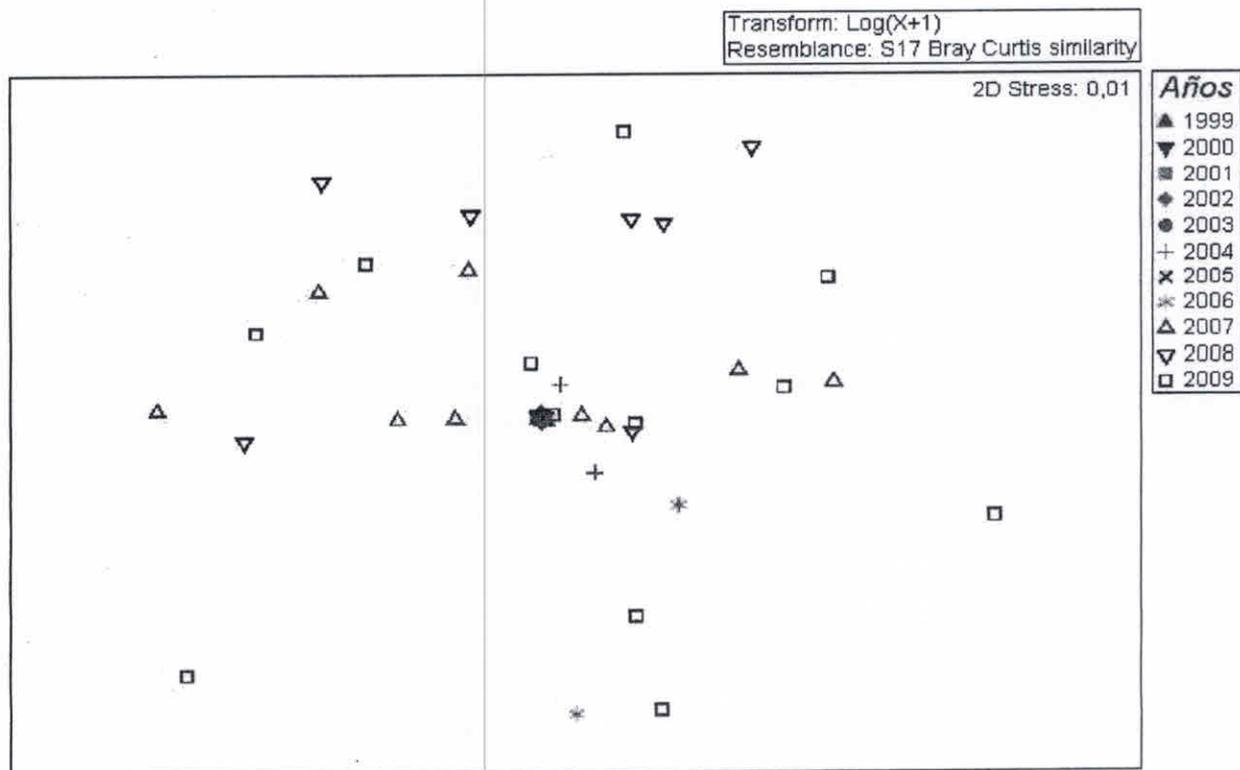


Figura 5.2.4.4. Clasificación de las estaciones de monitoreo en función de la composición taxonómica y la abundancia total de invertebrados bentónicos. Salar de Surire. Periodo 2000-2009.

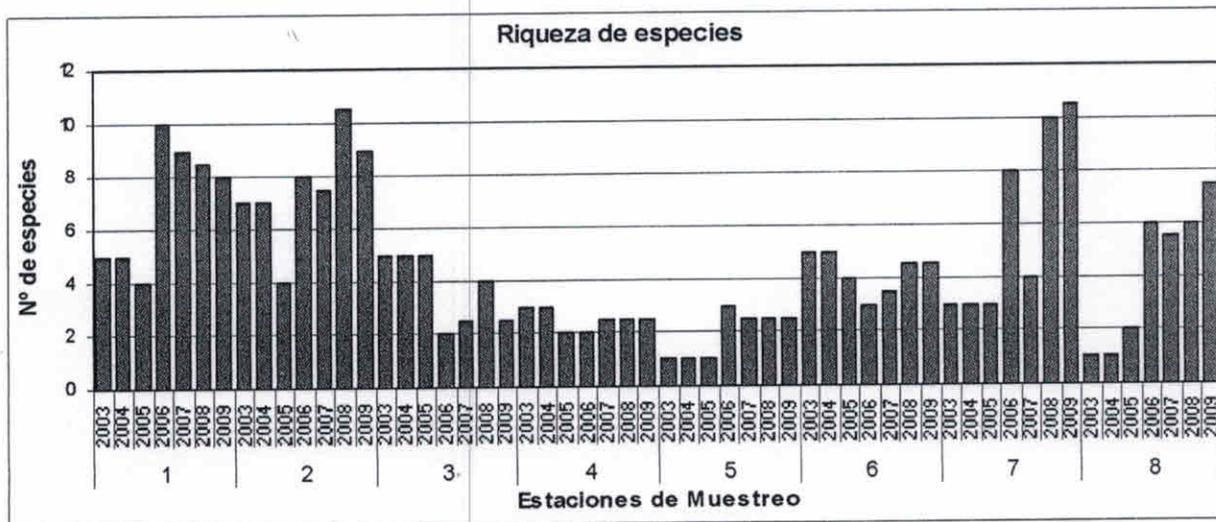


Figura 5.3.2.2. Riqueza de especies de las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestra en el Salar de Surire, XV Región.

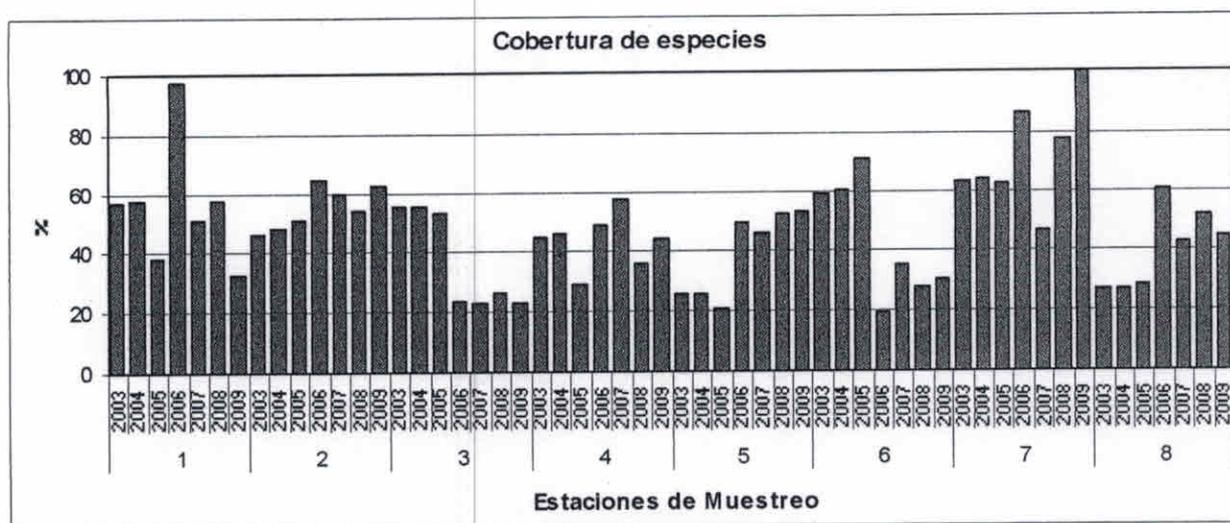


Figura 5.3.2.3. Cobertura de la vegetación en las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestra en el Salar de Surire, XV Región.

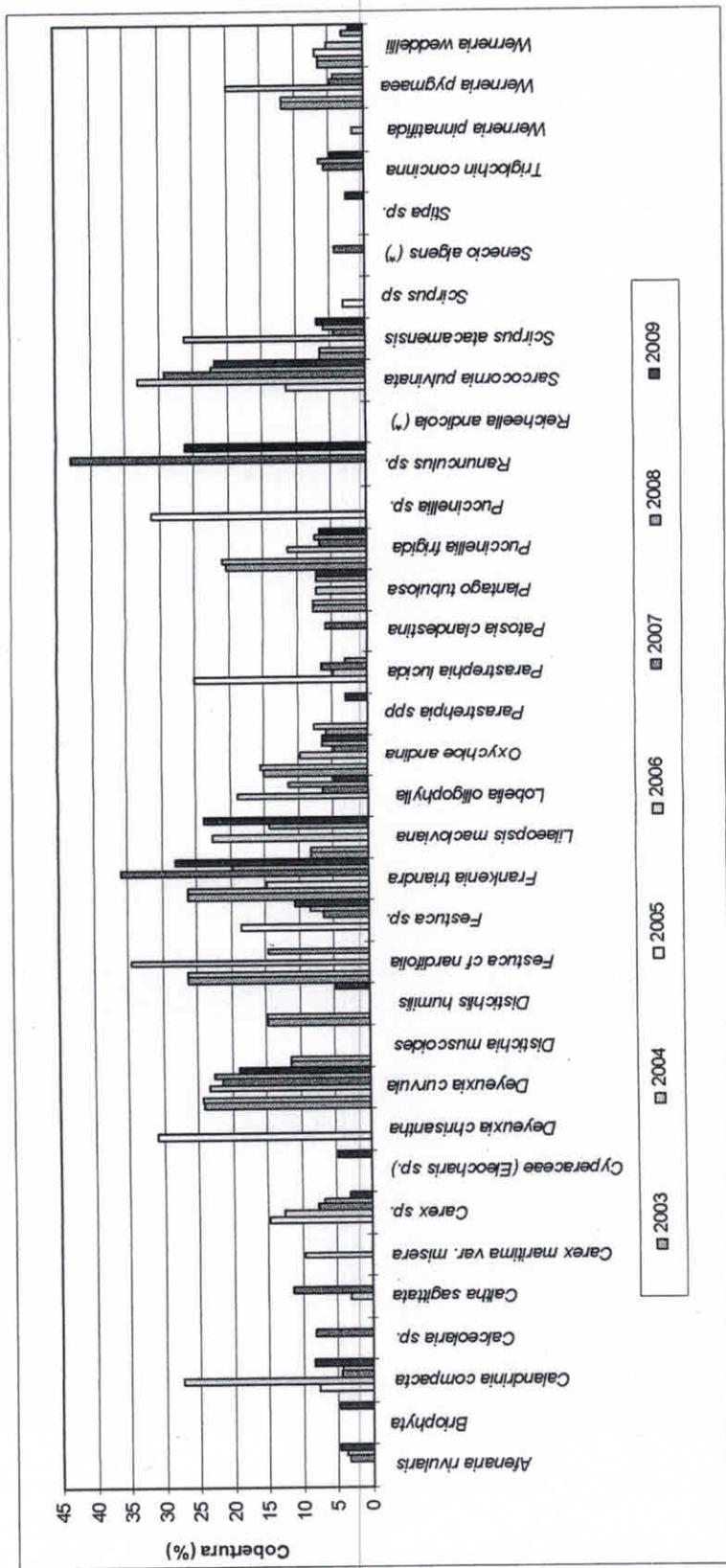


Figura 5.3.2.4. Cobertura por especie en las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestreo en el Salar de Surire, XV Región.

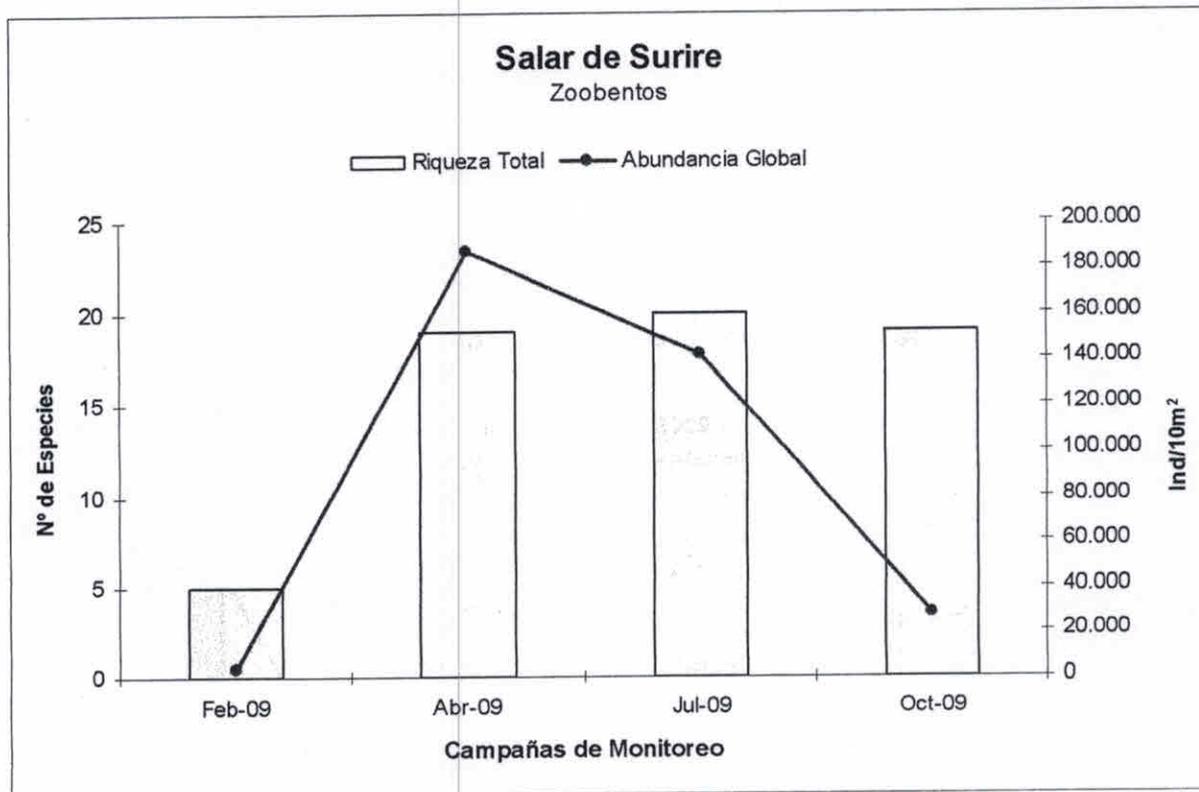


Figura 5.2.4.1. Valores totales de Riqueza taxonómica y la abundancia global para toda el área de estudio de invertebrados bentónicos entre campañas de monitoreo. Período 2009. Salar Surire

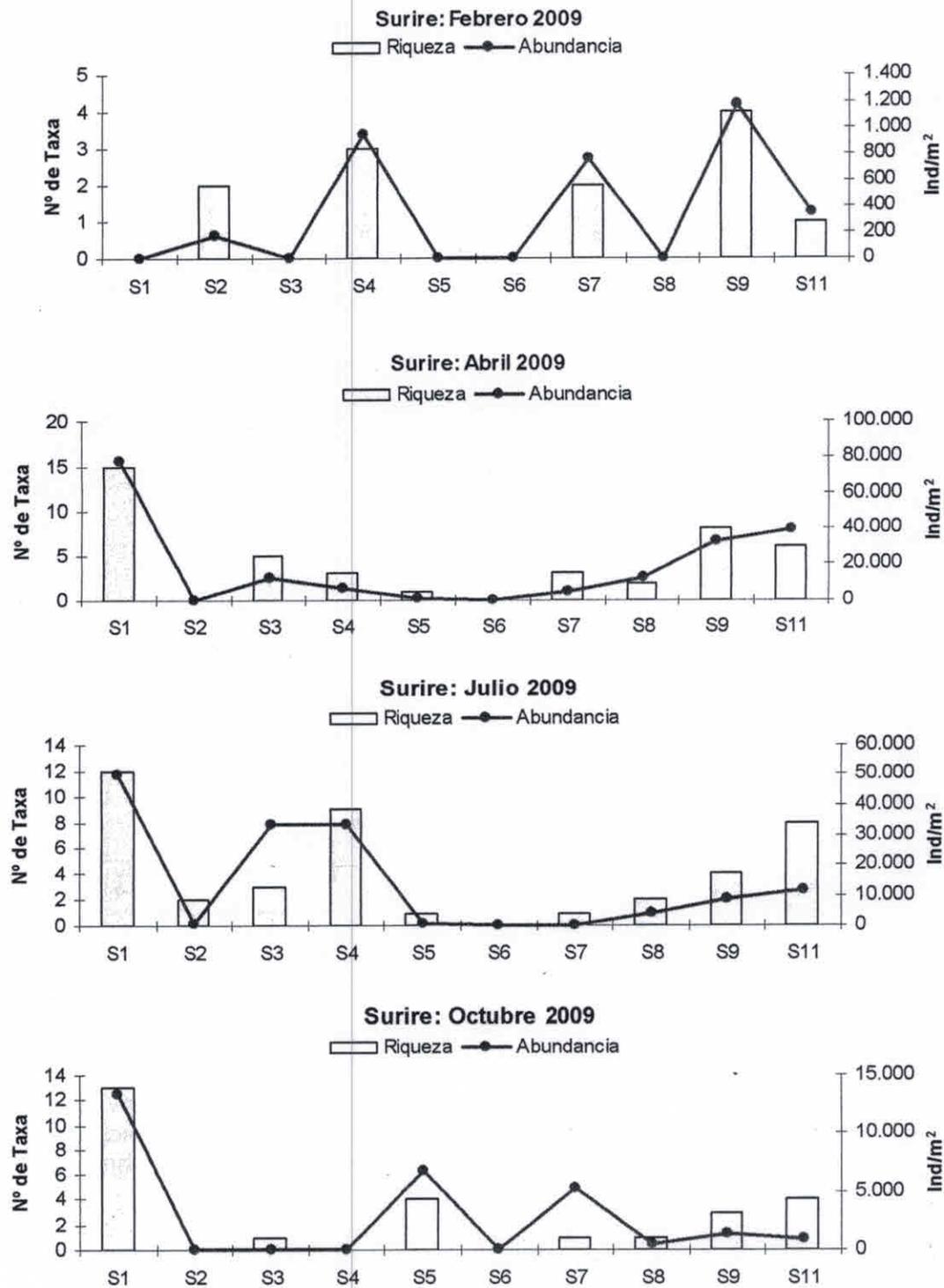
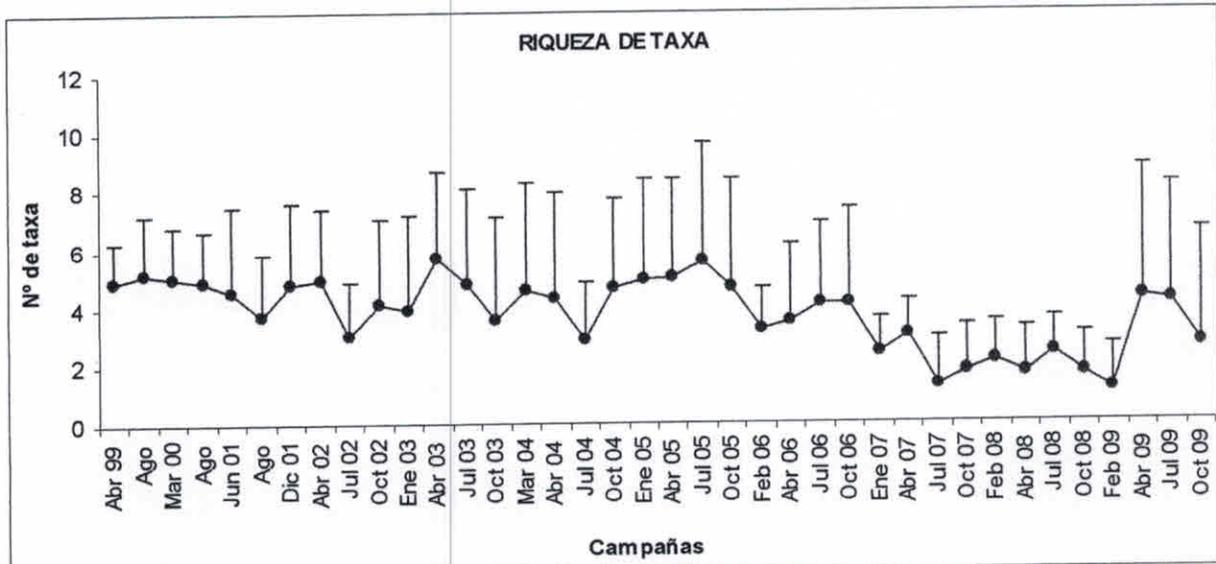
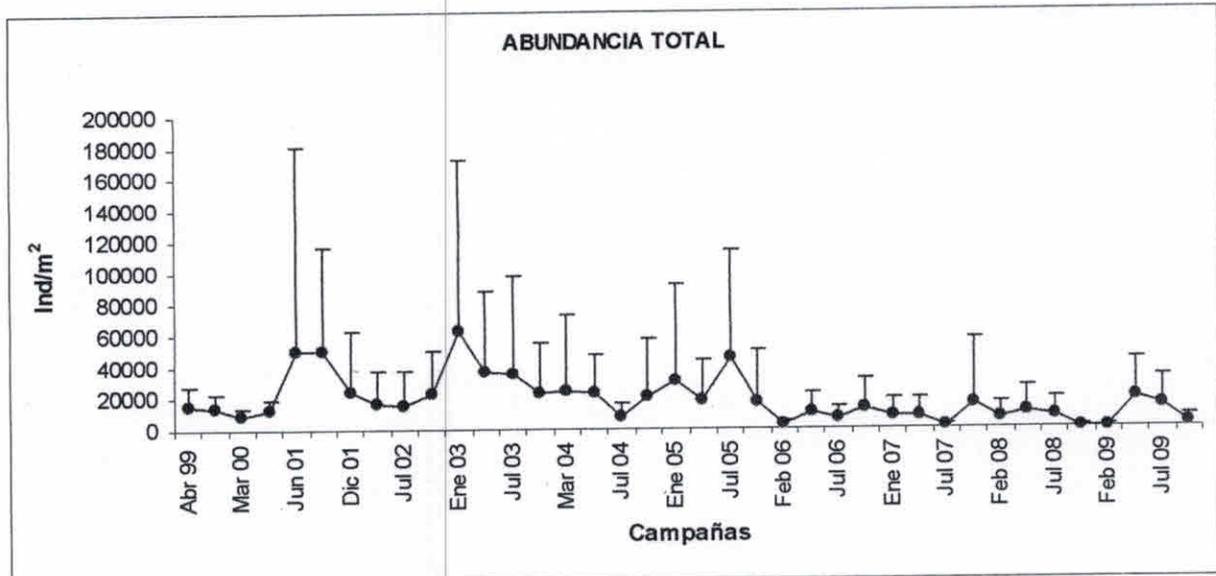


Figura 5.2.4.2. Riqueza taxonómica y la abundancia total de invertebrados bentónicos en las distintas estaciones de monitoreo. Salar Surire. Periodo 2009.



a)



b)

Figura 5.2.4.3. Variación en el tiempo de la riqueza de especies (a) y de la abundancia total (b) de diatomeas bentónicas en el salar de Surire. Las barras en el gráfico representan la desviación estándar del promedio en cada campaña.

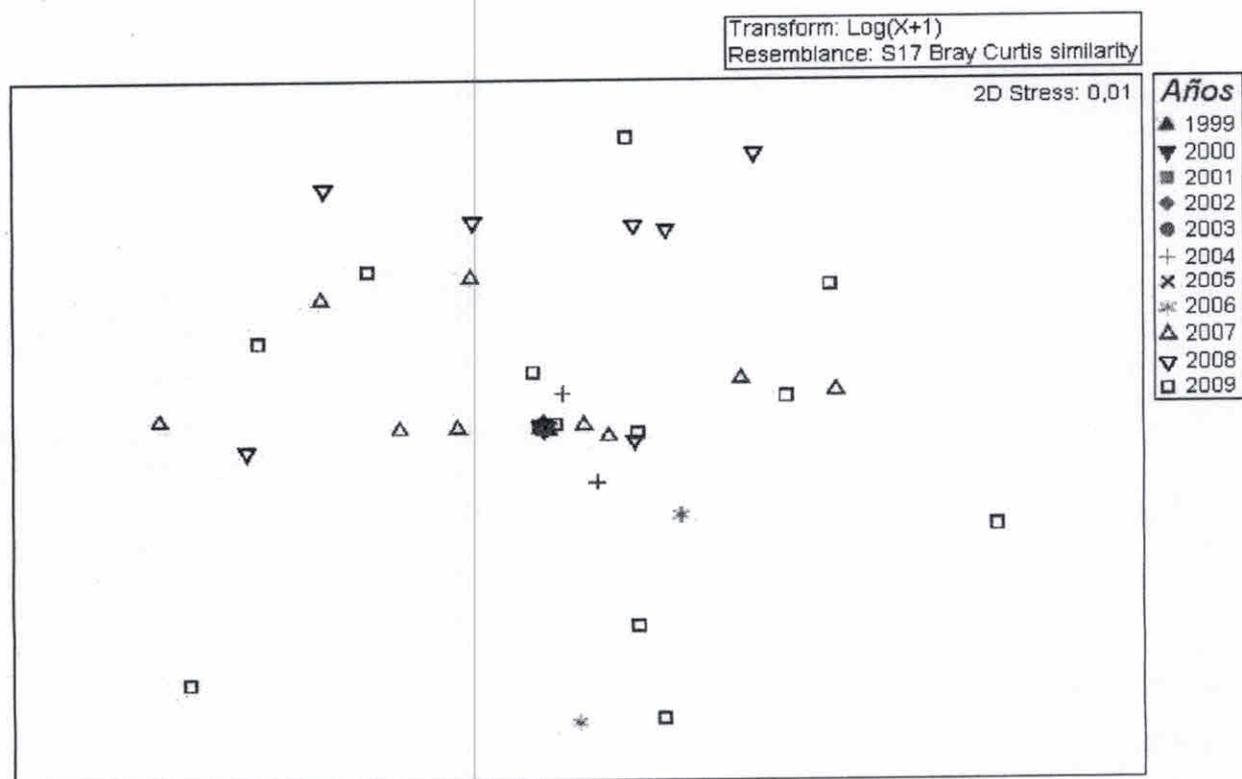


Figura 5.2.4.4. Clasificación de las estaciones de monitoreo en función de la composición taxonómica y la abundancia total de invertebrados bentónicos. Salar de Surire. Periodo 2000-2009.

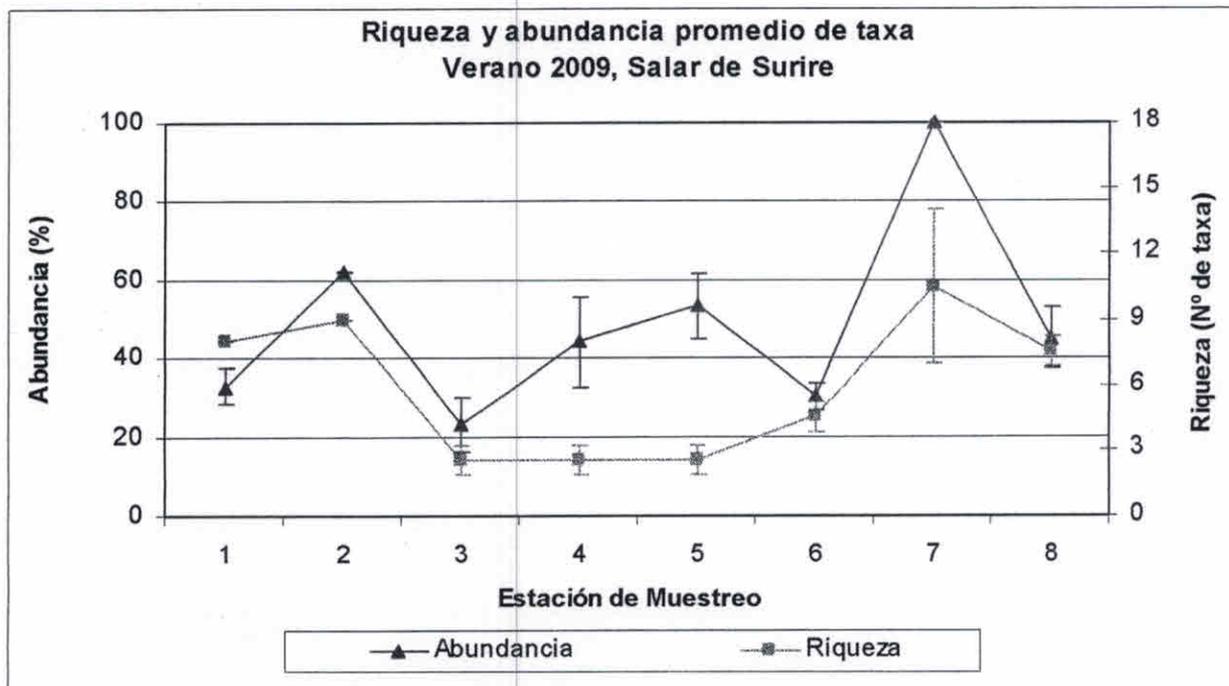


Figura 5.3.2.1. Riqueza y cobertura promedio (DE) de especies en nueve estaciones de muestreo, en el Salar de Surire, XV Región, campaña Febrero 2009.

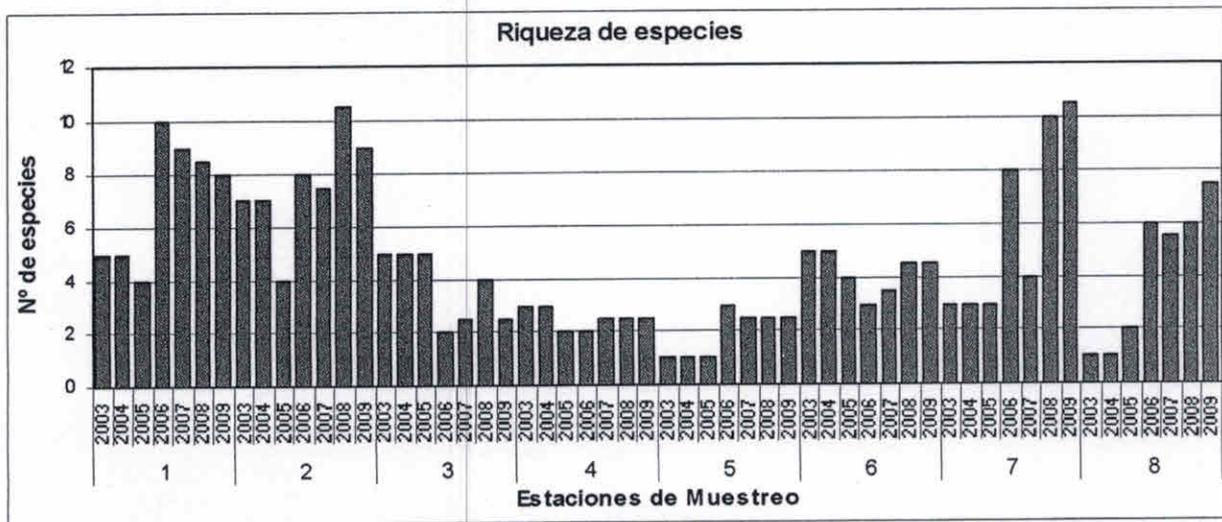


Figura 5.3.2.2. Riqueza de especies de las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestreo en el Salar de Surire, XV Región.

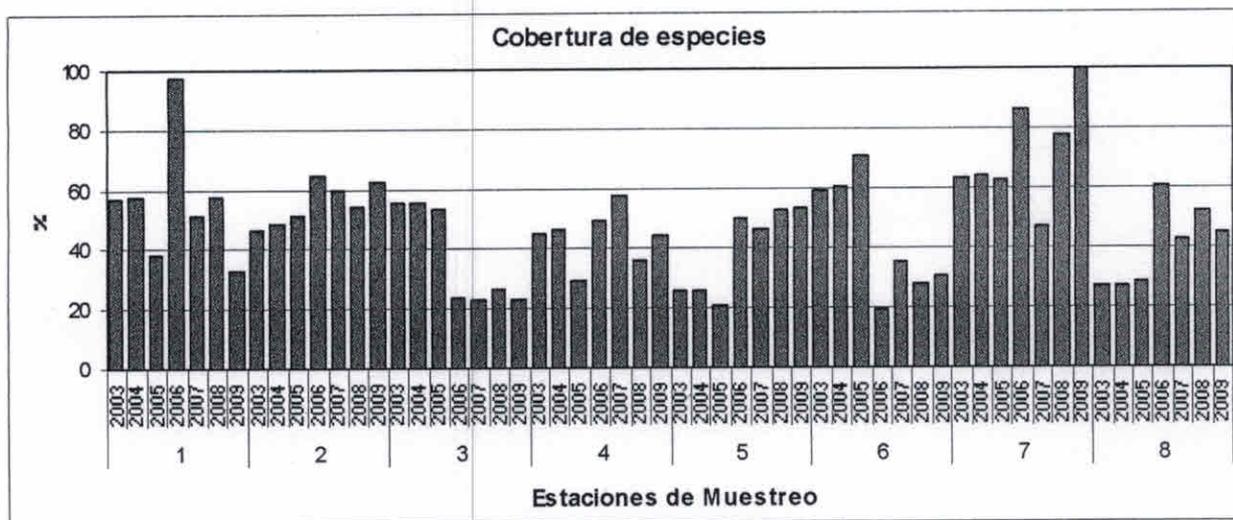


Figura 5.3.2.3. Cobertura de la vegetación en las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestreo en el Salar de Surire, XV Región.

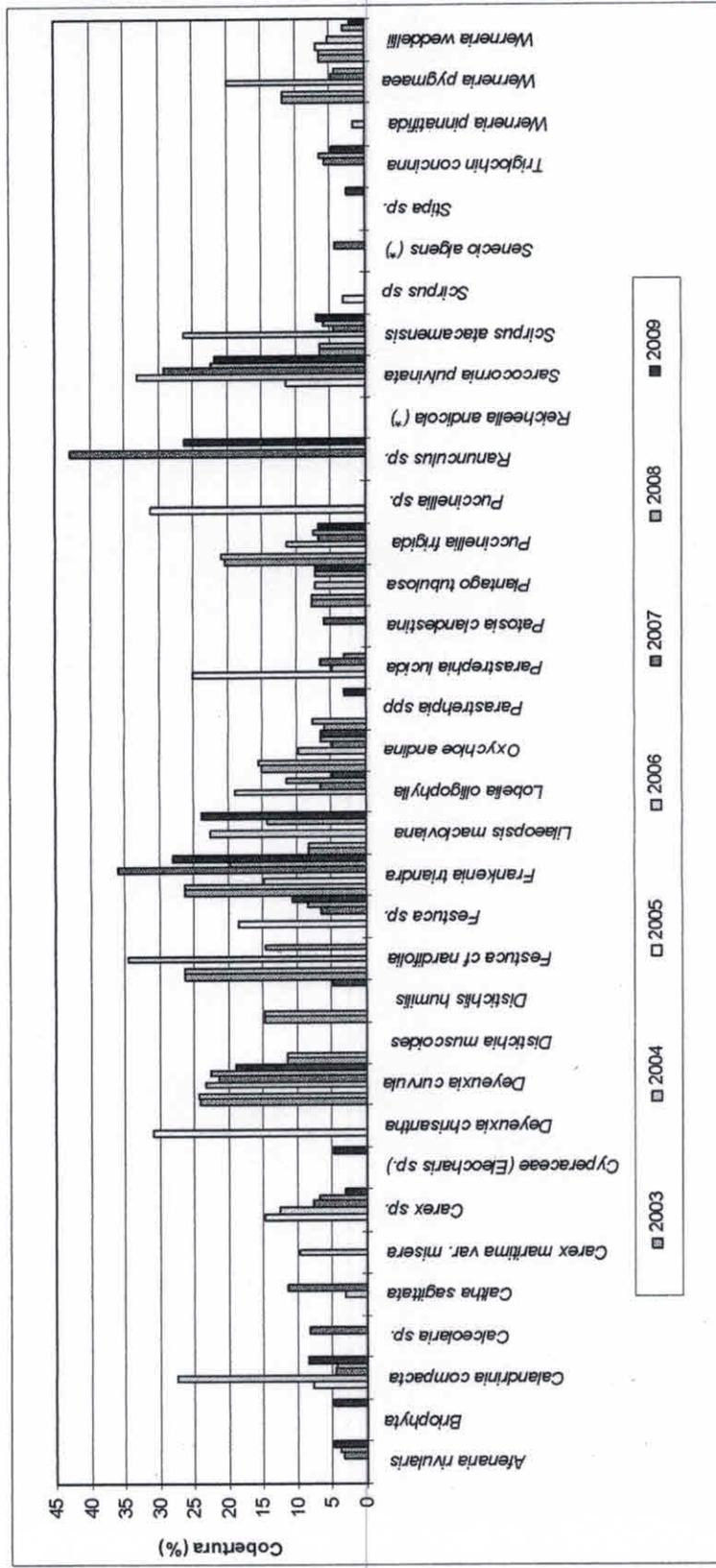


Figura 5.3.2.4. Cobertura por especie en las campañas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 por estación de muestreo en el Salar de Surire, XV Región.

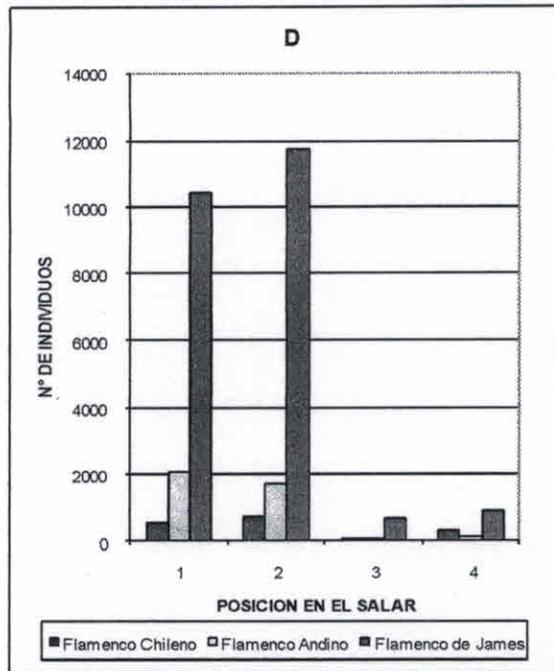
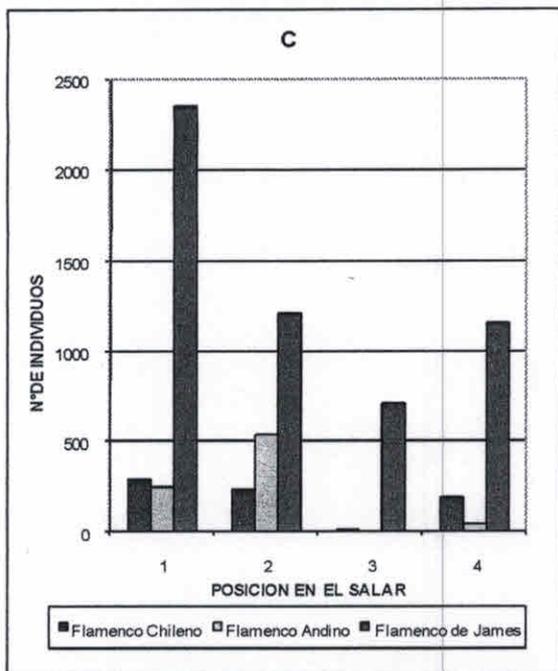
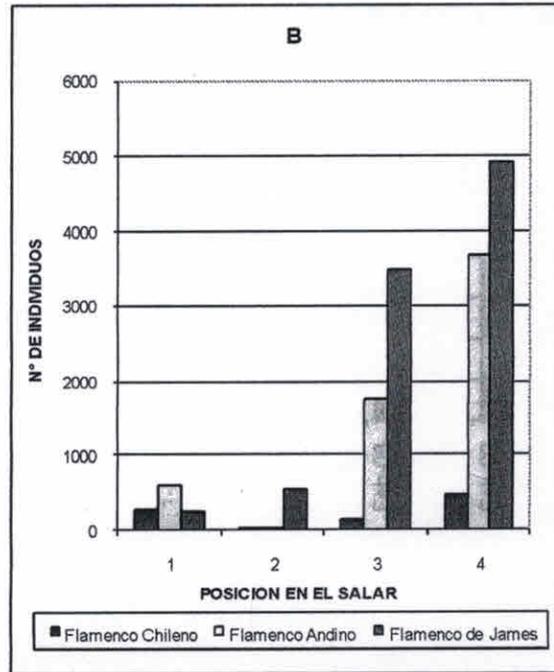
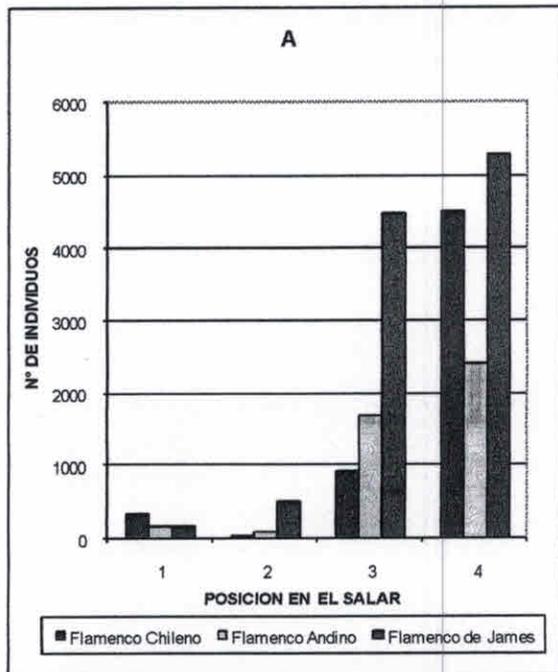


Figura 5.3.3.1. Censo de flamencos realizado en el Salar de Surire durante el 2009 realizado en los meses de A) Febrero, B) Abril, C) Julio y D) Octubre. Los valores 1, 2, 3 y 4 corresponden a los cuatro cuadrantes definidos en la Figura 4.3.2.1.

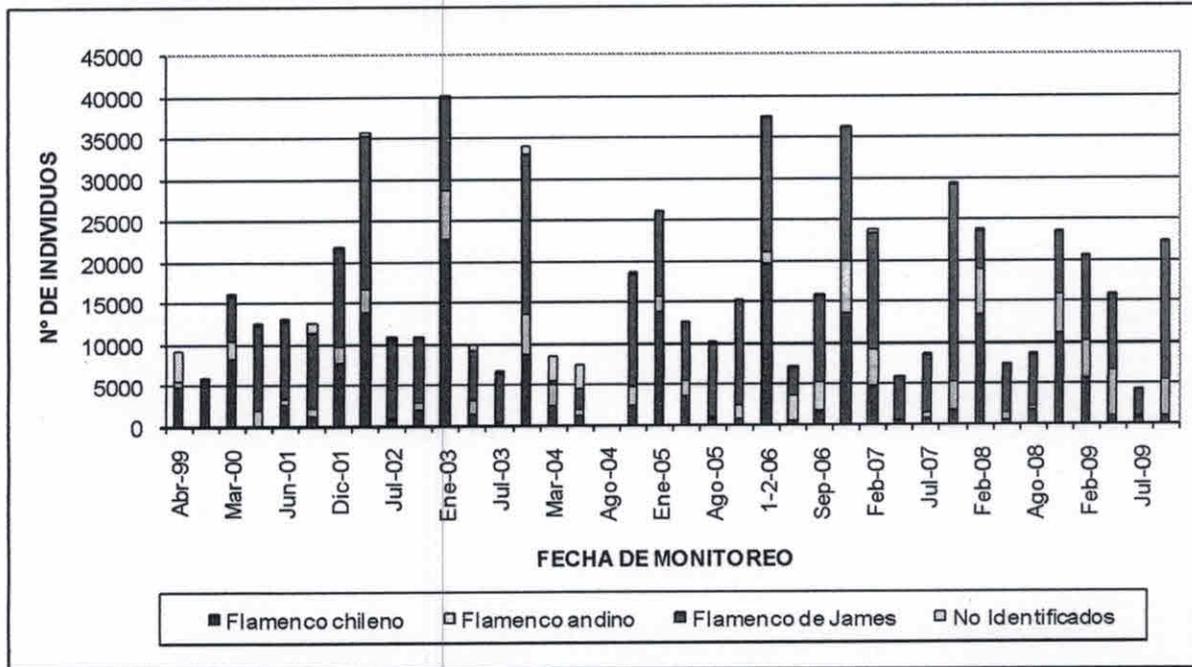


Figura 5.3.3.2. Resumen de los censos de las tres especies de flamenco realizados a lo largo de los once años de monitoreo en el Salar de Surire.

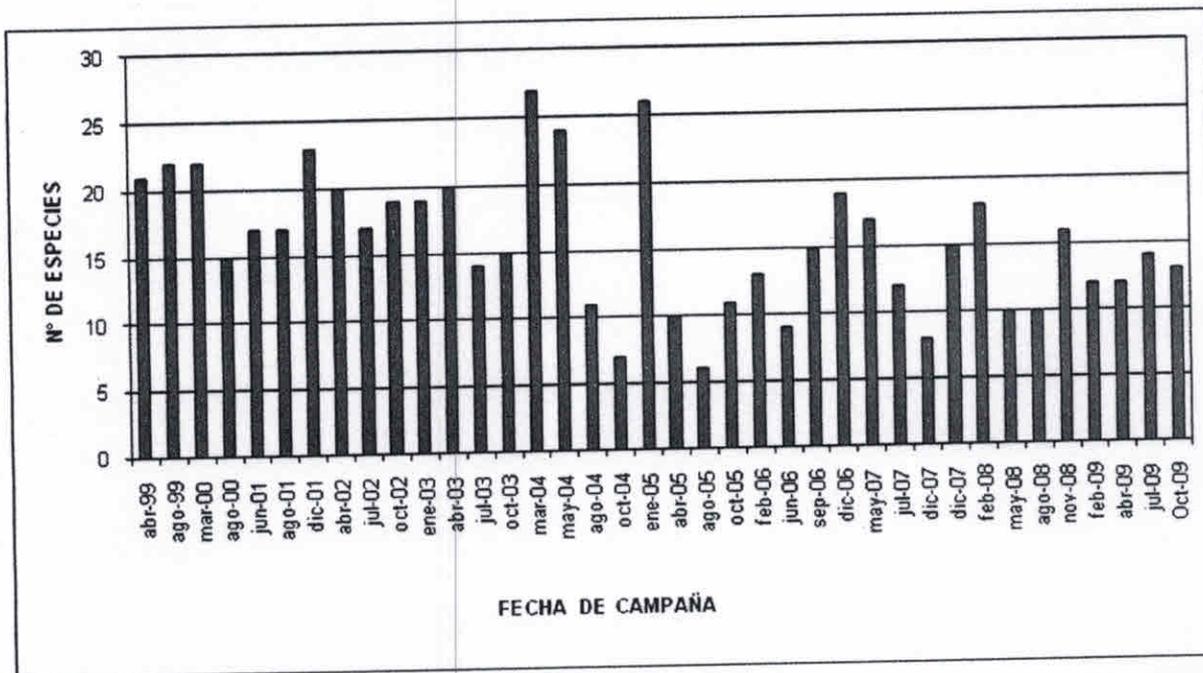


Figura 5.3.3.3. Número de especies de aves terrestres y acuáticas observadas en el Salar de Surire a lo largo de los once años de monitoreo (se excluyen las tres especies de flamencos).

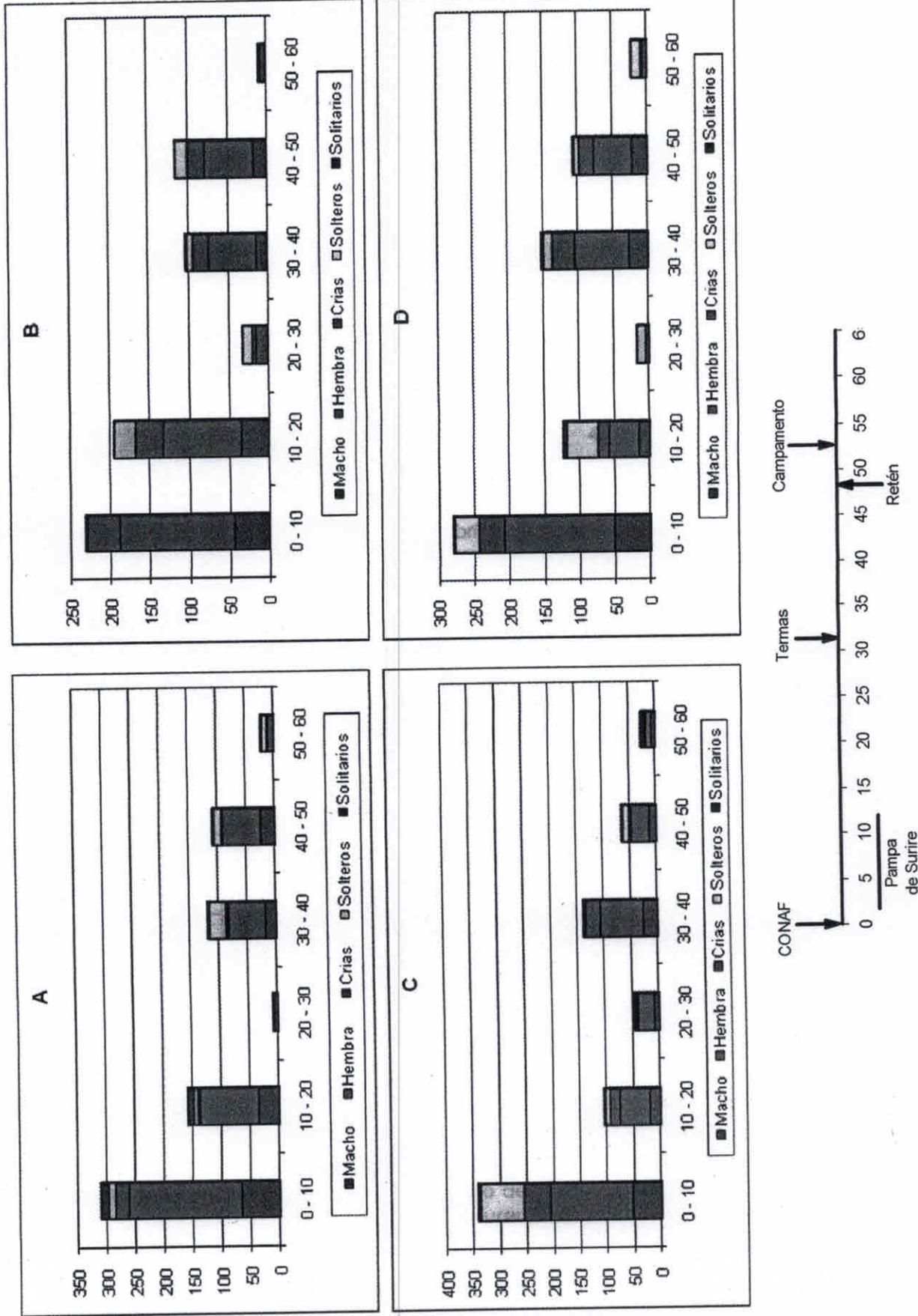


Figura 5.3.3.4. Censo de Vicuñas realizado en el transecto alrededor del Salar de Surire durante el 2009 en los meses de A) Febrero, B) Abril, C) Julio y D) Octubre. Los valores se agruparon cada 10 km.

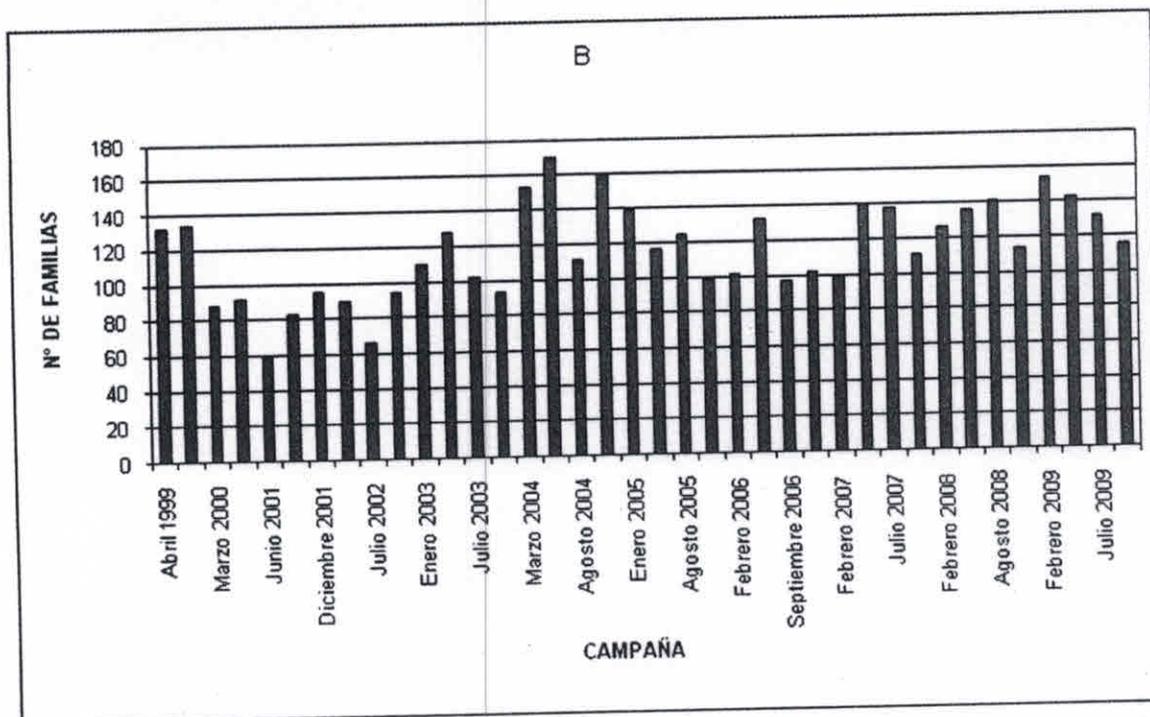
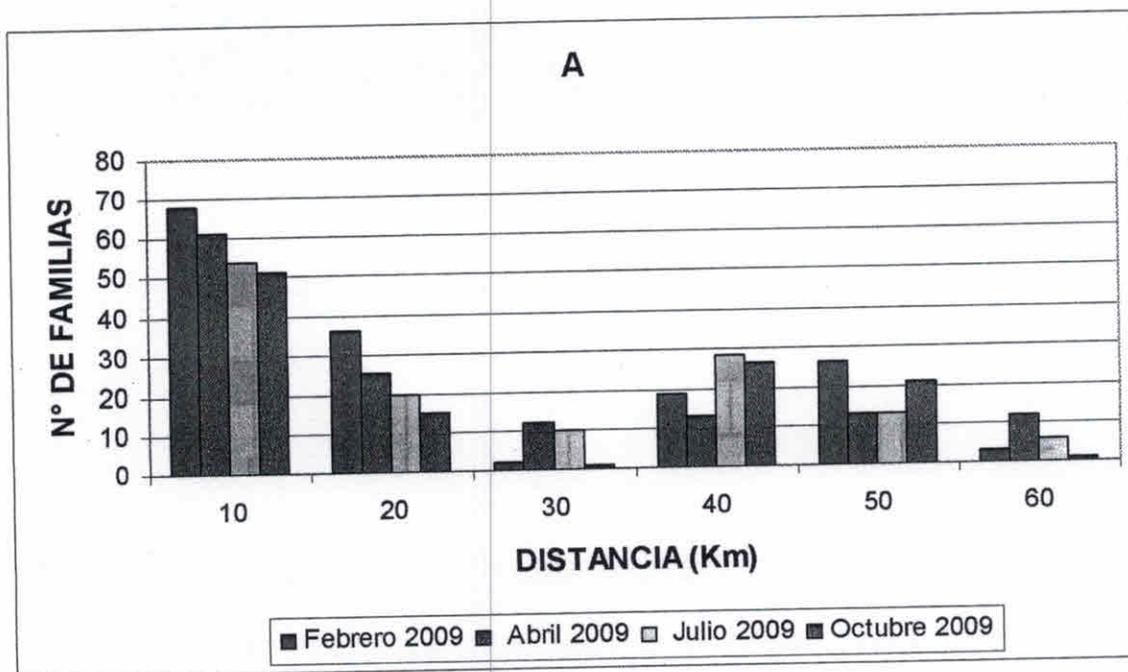


Figura 5.3.3.5. A) Recuento de familias de Vicuñas durante los monitoreos de Febrero, Abril, Julio y Octubre del 2009, a lo largo del transecto alrededor del Salar de Surire. B) Resumen del total de familias contadas durante los once años de monitoreo en al Salar de Surire.

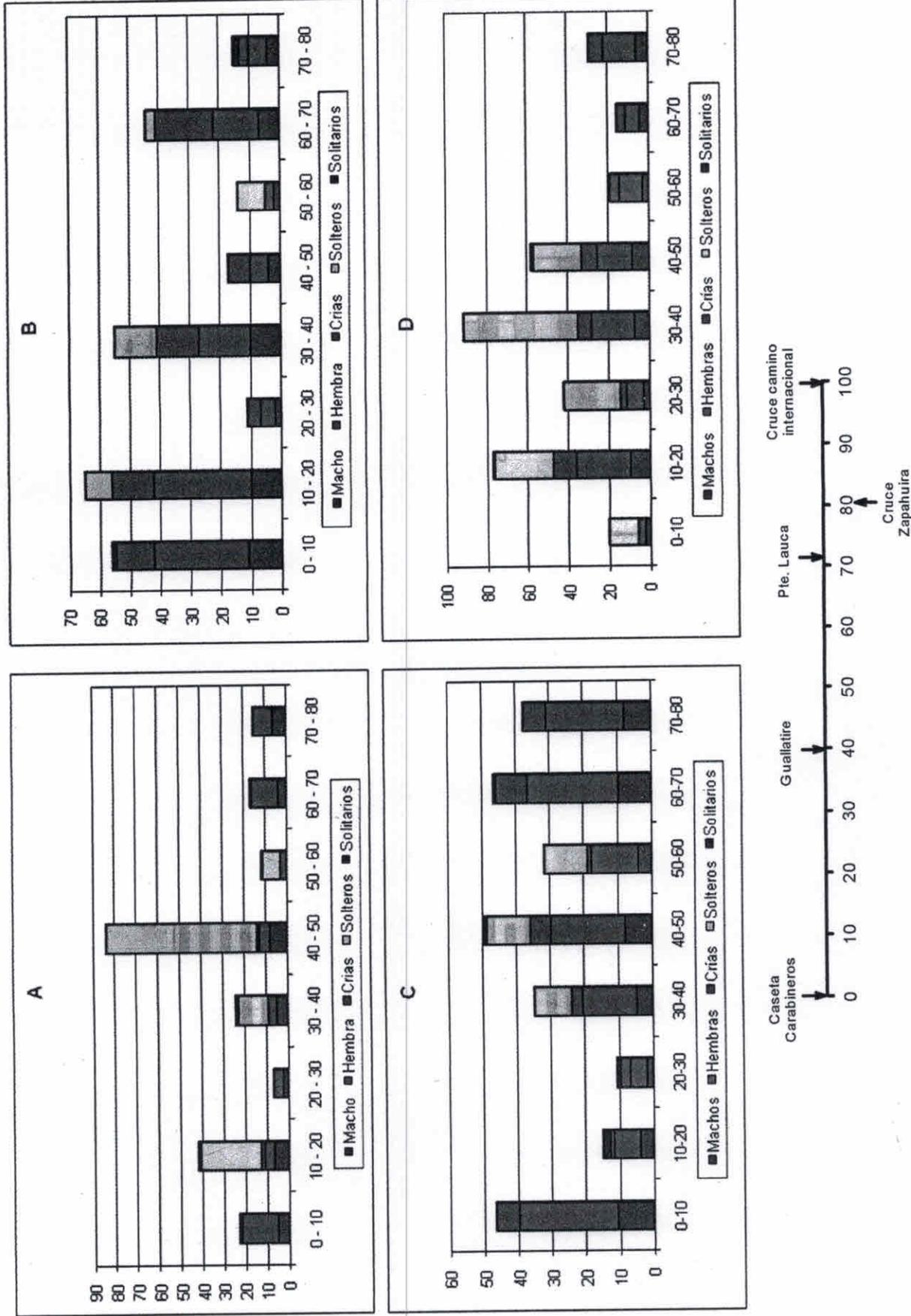


Figura 5.3.3.6. Censo de Vicuñas realizado en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11 durante el 2009 en los meses de A) Febrero, B) Abril, C) Julio y D) Octubre. Los valores se agruparon cada 10 km.

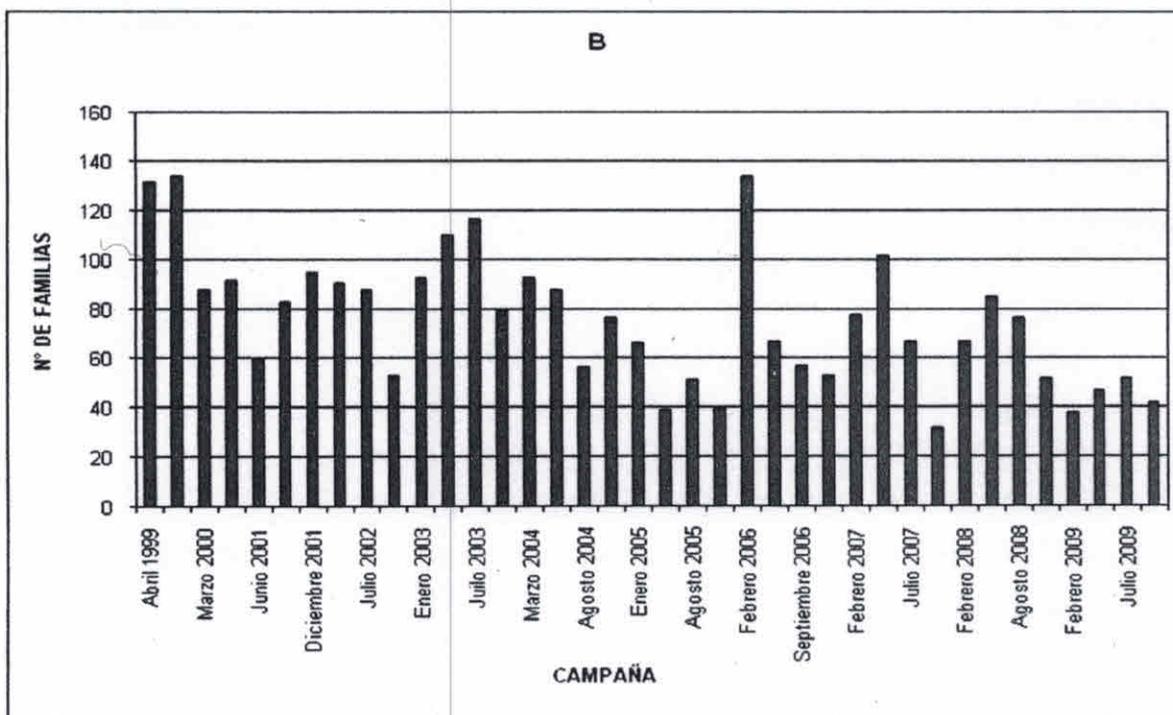
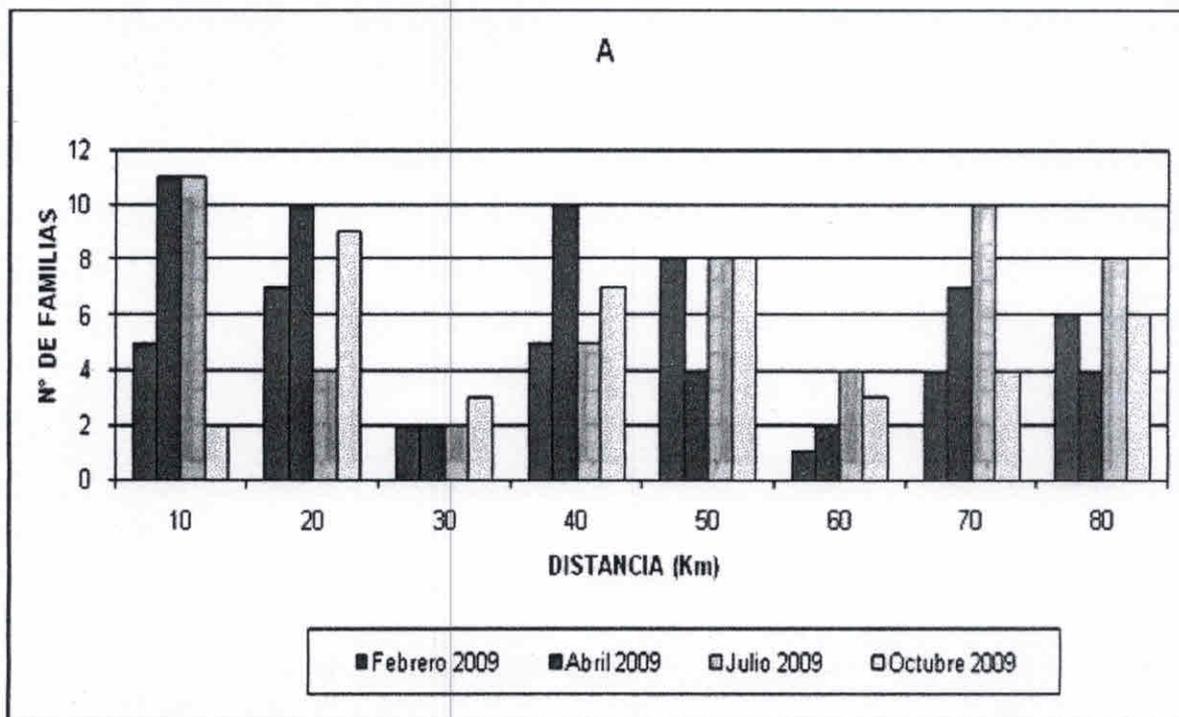


Figura 5.3.3.7. A) Recuento de familias de Vicuñas durante los monitoreos de Febrero, Abril, Julio y Octubre del 2009, a lo largo del transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11. B) Resumen del total de familias contadas durante los once años de monitoreo en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11.

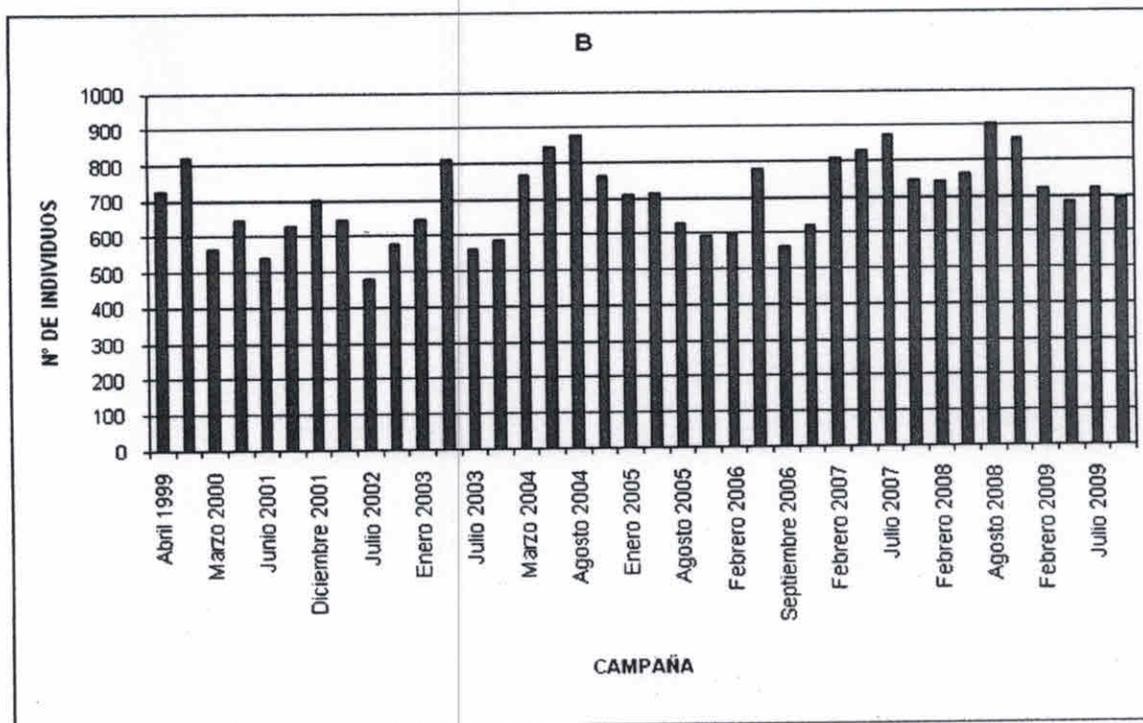
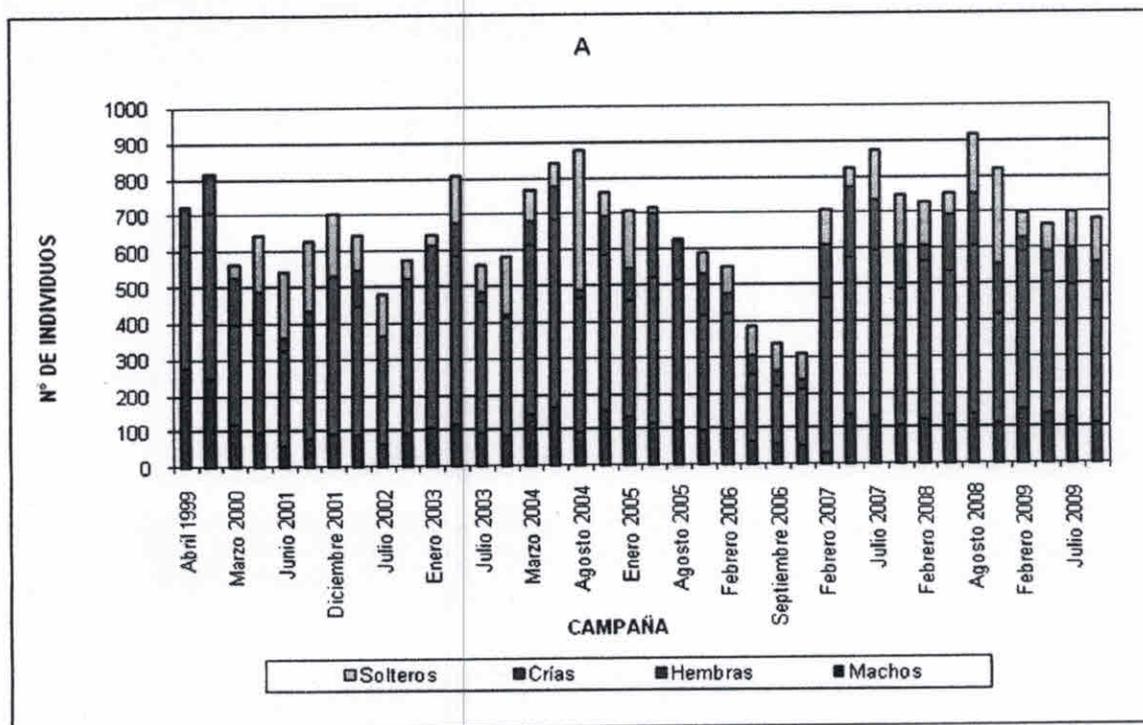


Figura 5.3.3.8. A) Comparación del número de machos, hembras, crías y juveniles observados a lo largo de los once años de monitoreo en el Salar de Surire. B) Comparación del total de Vicuñas observadas en el Salar de Surire a lo largo de los once años de monitoreo.

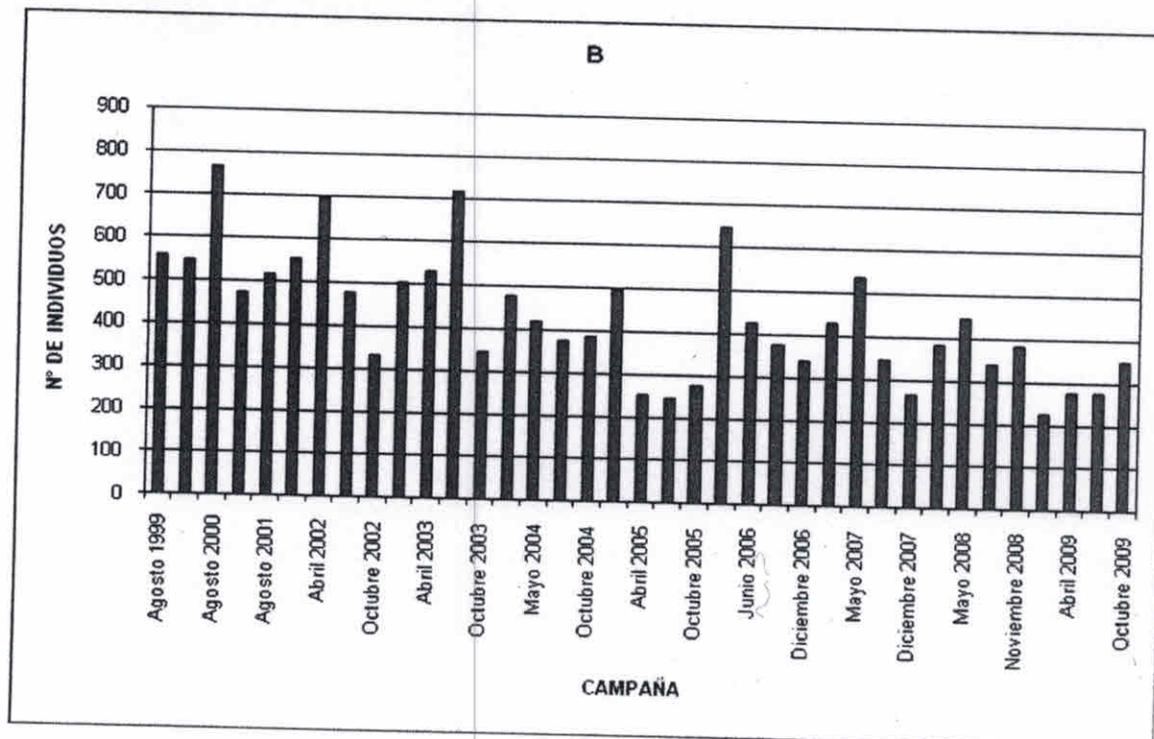
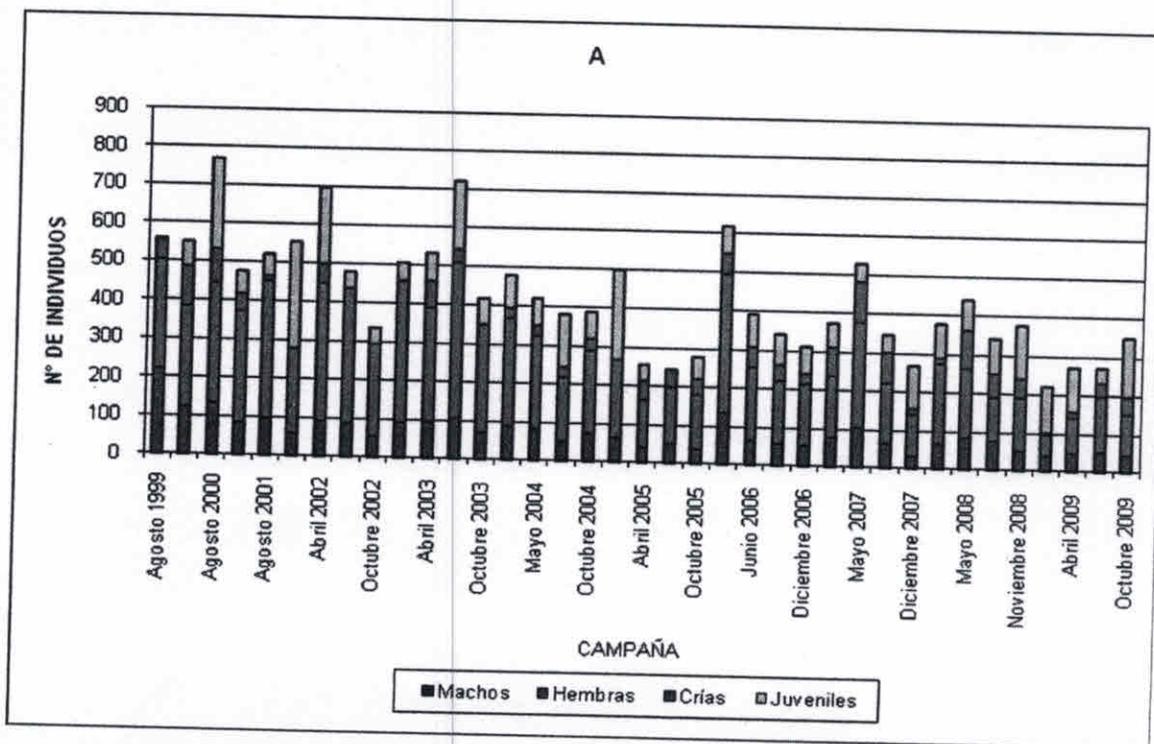


Figura 5.3.3.9. A) Comparación del número de machos, hembras, crías y juveniles observados a lo largo de los once años de monitoreo en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11. B) Comparación del total de Vicuñas observadas en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11 a lo largo de los once años de monitoreo.

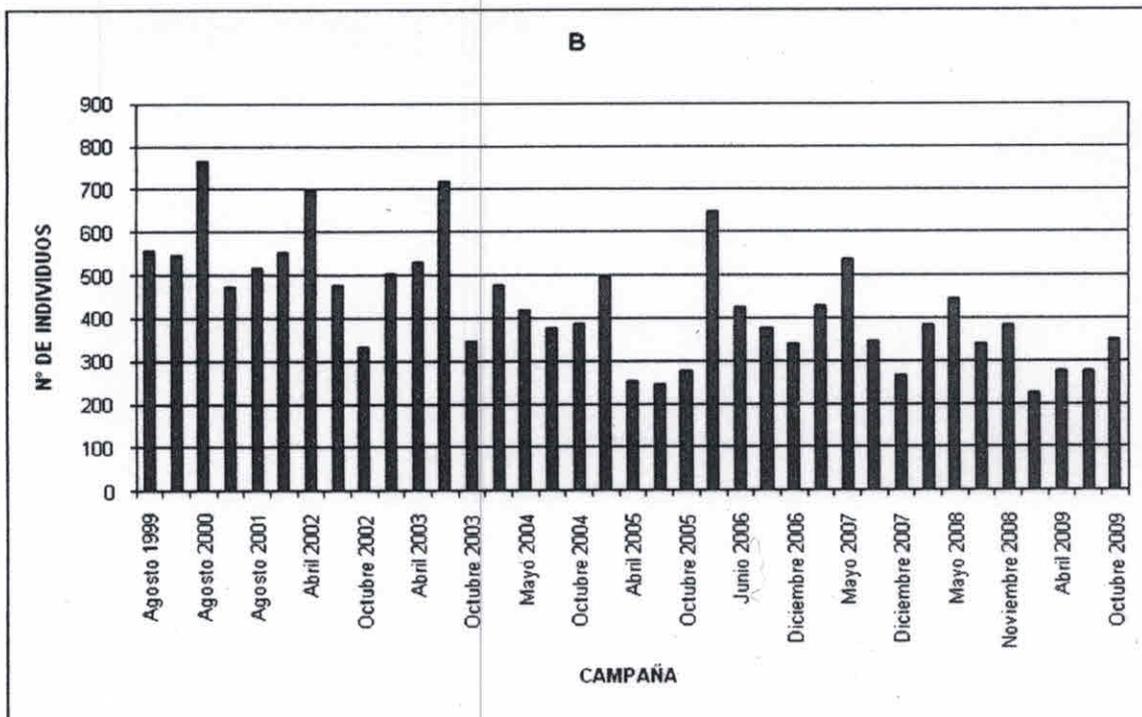
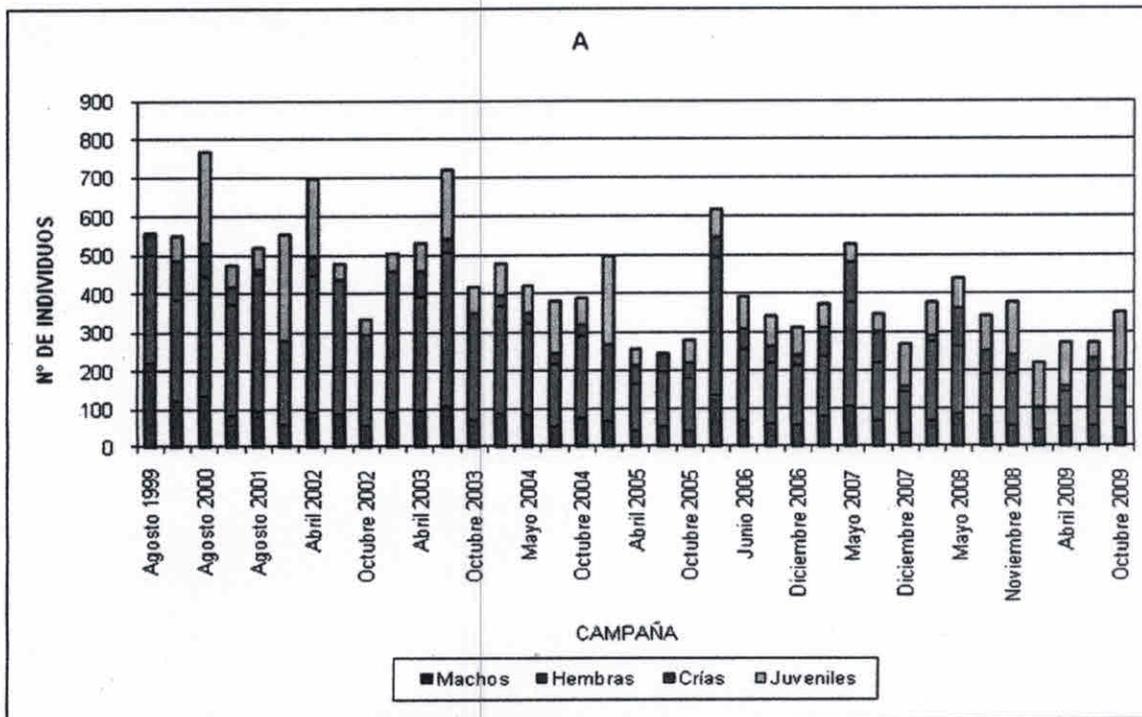


Figura 5.3.3.9. A) Comparación del número de machos, hembras, crías y juveniles observados a lo largo de los once años de monitoreo en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11. B) Comparación del total de Vicuñas observadas en el transecto entre el Salar de Surire y la Ruta 11 a lo largo de los once años de monitoreo.

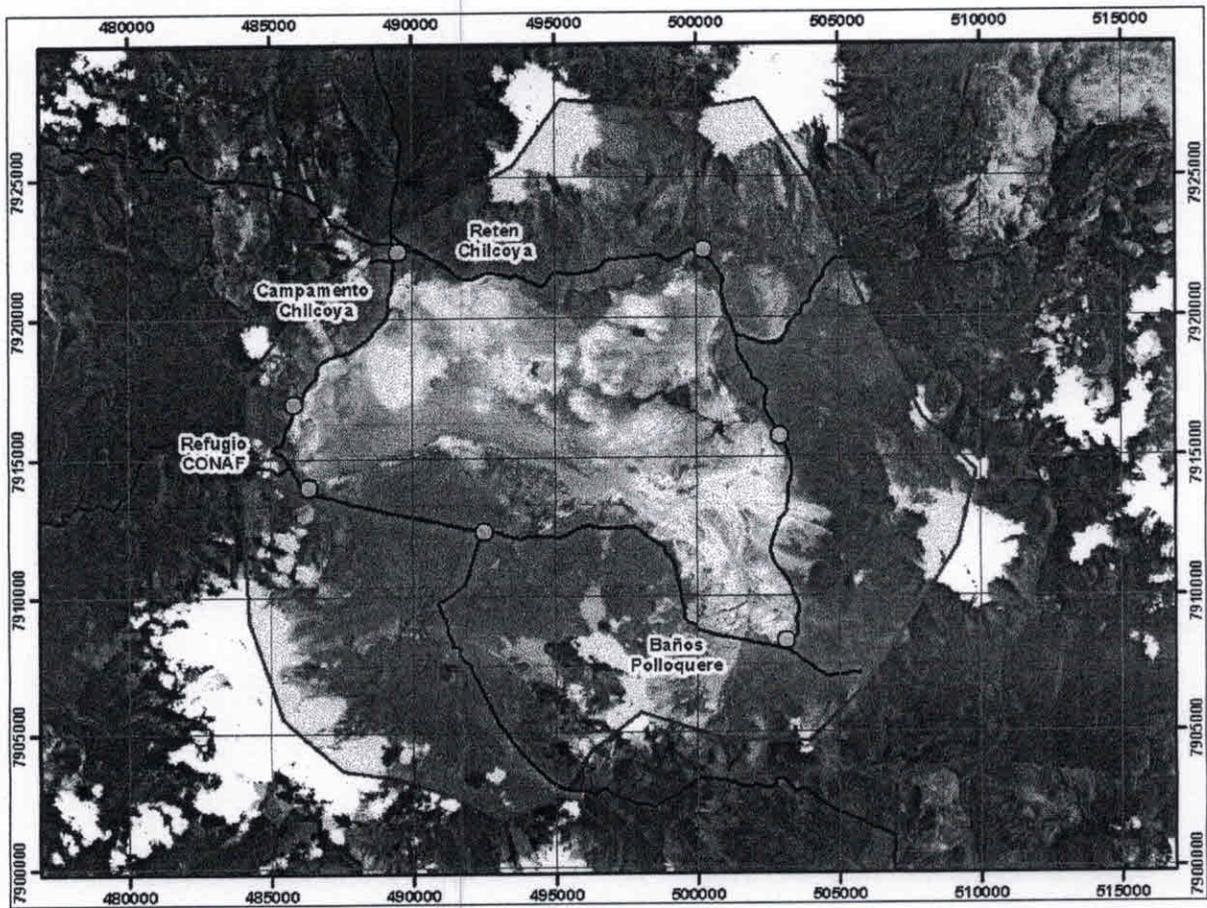


Figura 5.4.1. En color verde, se muestran los límites del área de estudio para el paisaje

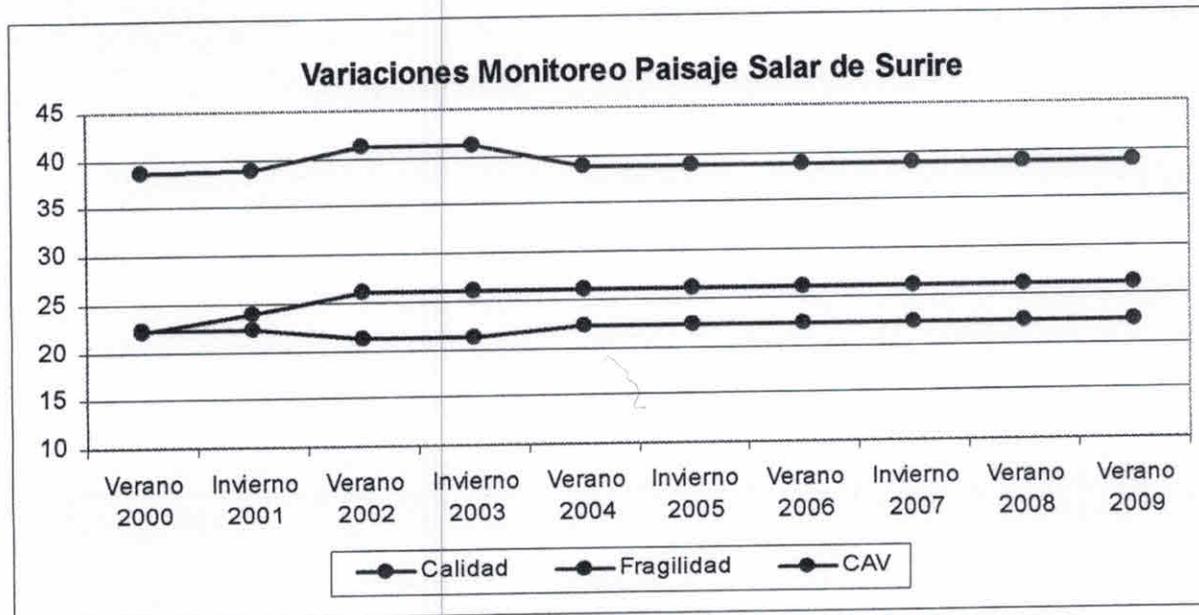
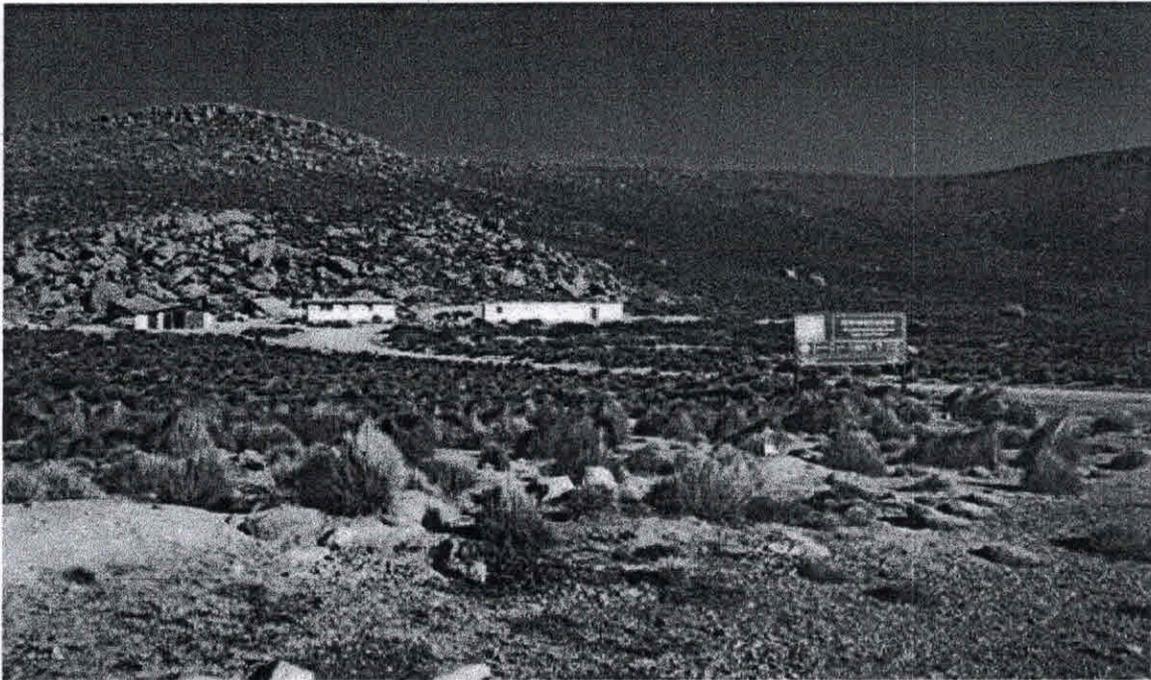
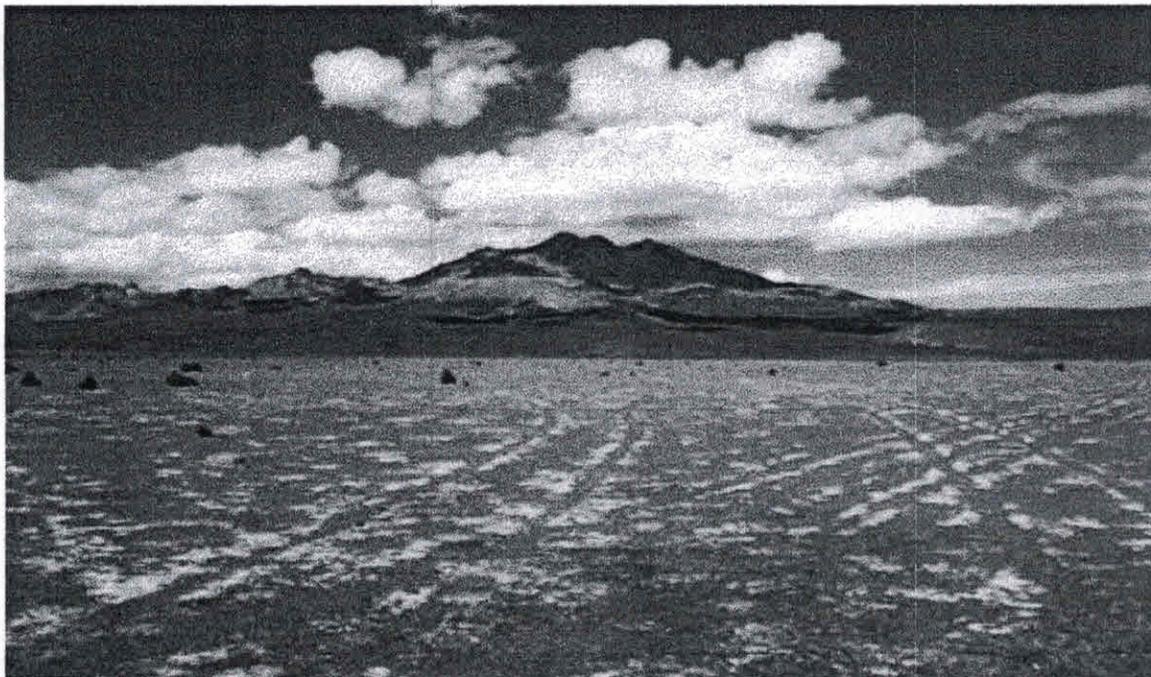


Figura 6.4.1. Variaciones anuales en los valores de calidad, fragilidad y CAV obtenidos en el monitoreo del paisaje en el Salar de Surire.

Anexo Fotográfico



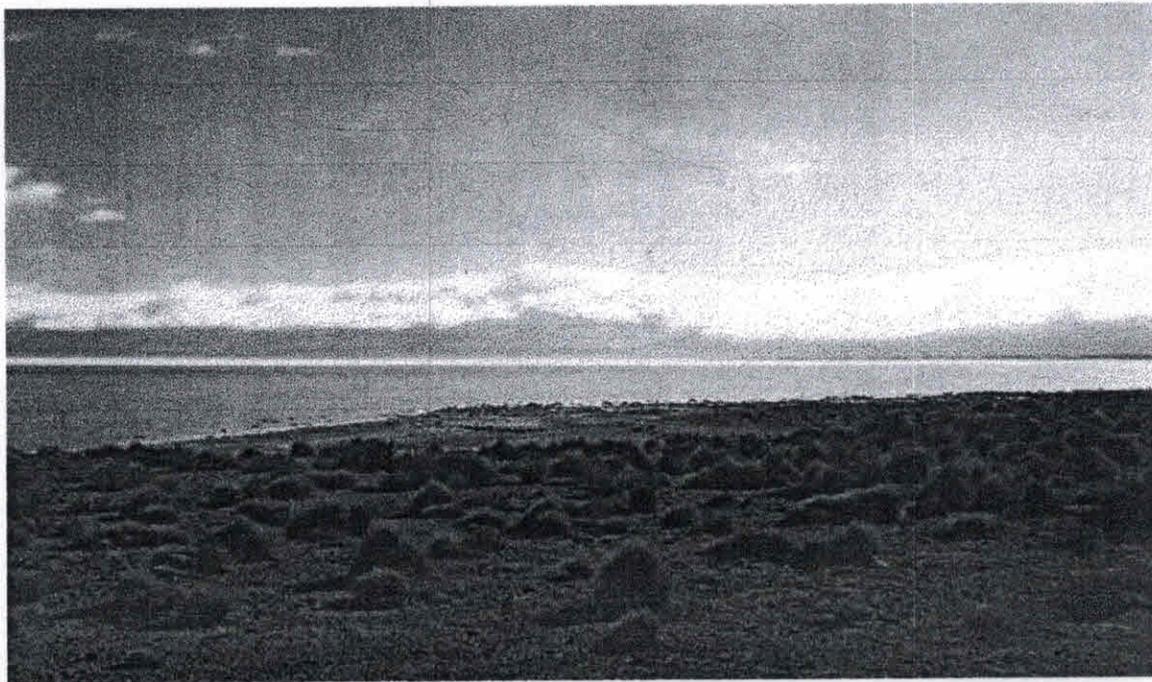
Fotografía 5.4.1. Se muestra nítidamente parte de la matriz de vegetación que domina el paisaje. Destaca el desarrollo horizontal y vertical, y su condición de estar asociada principalmente a los sectores inclinados, lomajes o laderas.



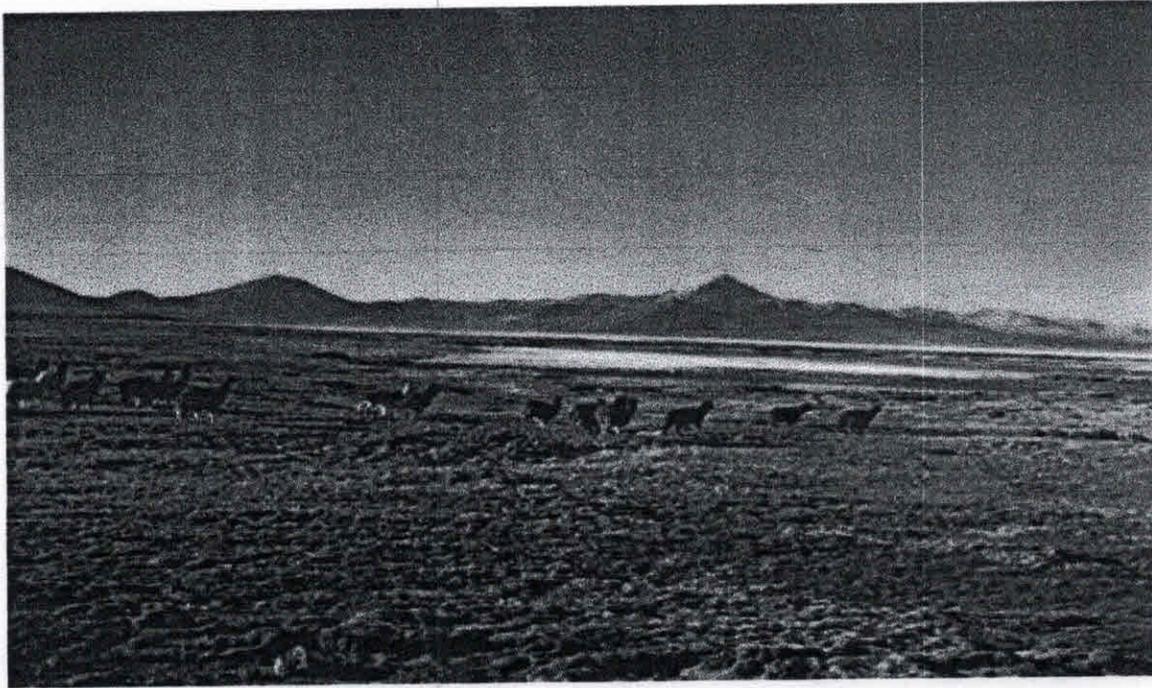
Fotografía 5.4.2. En el centro de la imagen, se muestra uno de los sectores donde el relieve presente en el fondo escénico conforma áreas de interés escénico para el observador.



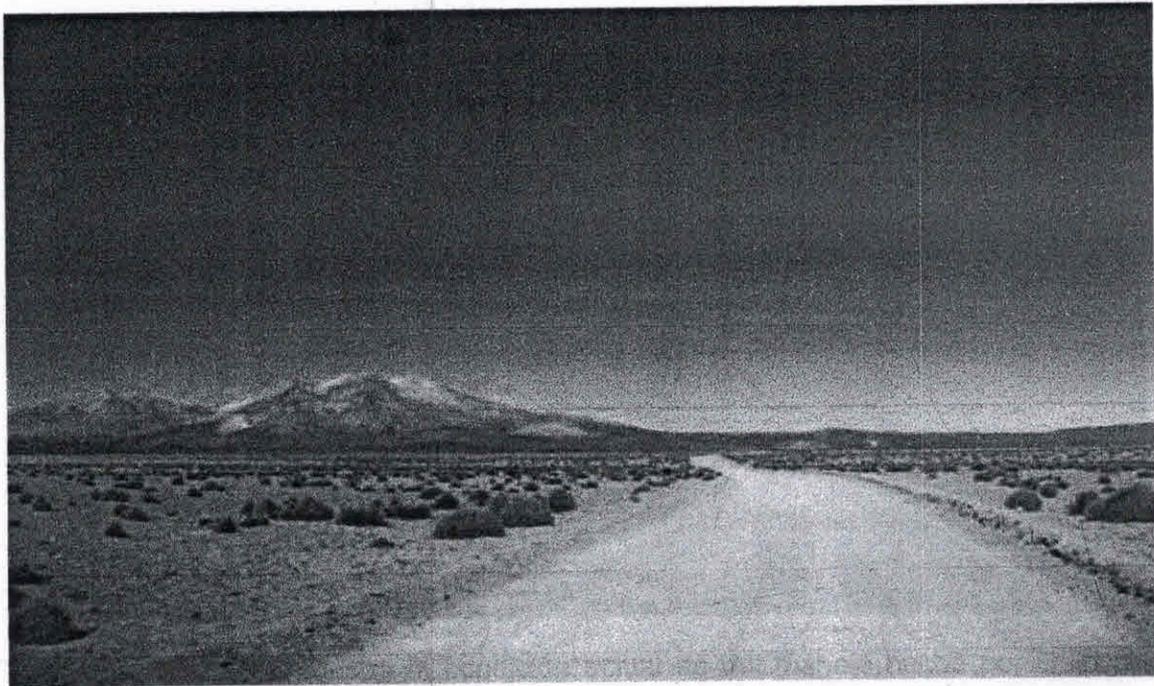
Fotografía 5.4.3. En la imagen se muestra la combinación de espejos de aguas, relieve circundante y texturas de la vegetación, lo que configura en varios sectores hitos visuales para los observadores.



Fotografía 5.4.4. En la imagen se muestra la fisonomía de la vegetación dominante en el paisaje.



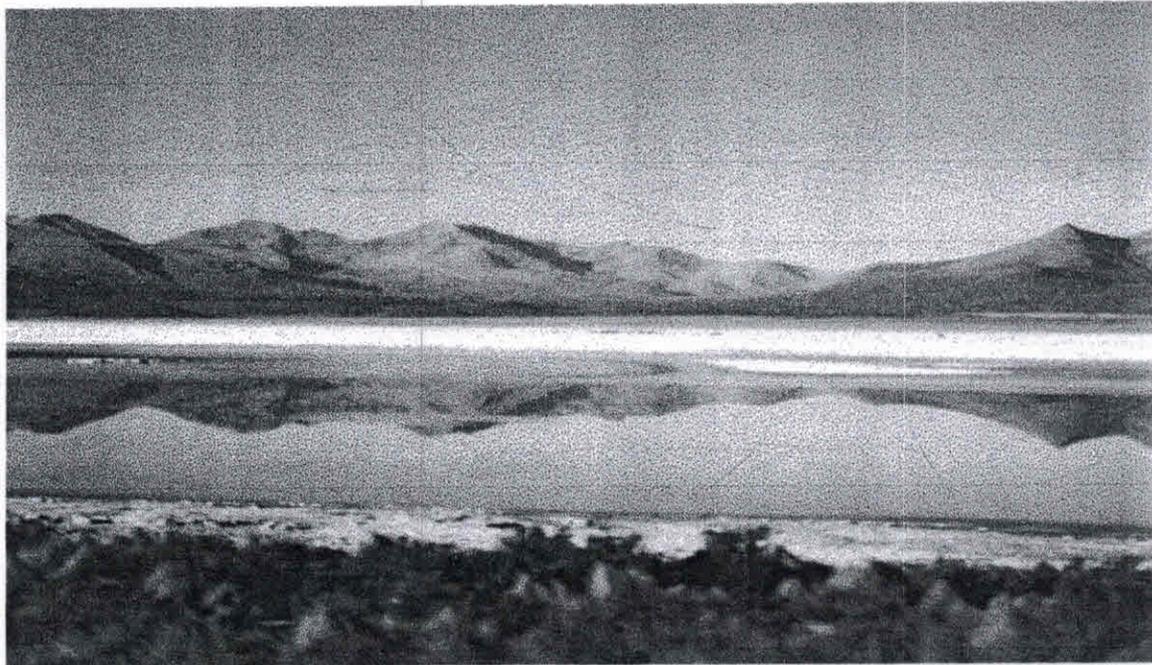
Fotografía 5.4.5. La imagen muestra un ejemplo de las posibilidades concretas que existen para los observadores de apreciar especies de fauna con importancia paisajística dentro de la unidad.



Fotografía 5.4.6. La imagen muestra un ejemplo de uno de los amplios caminos perimetrales existentes en el Salar que permiten el tránsito de visitantes y el acceso a las faenas existentes.



Fotografía 6.4.1. Se muestra el desarrollo de las acciones de manejo comprometidas por Quiborax, para la restitución del relieve local luego de la extracción del mineral.



Fotografía 6.4.2. Se muestra la condición actual de del manejo hecho por Quiborax y como estas acciones permites una "inserción" de las faenas en el paisaje del Salar. Se puede apreciar que las acciones de manejo implementadas por la empresa, han tenido buenos resultados, minimizando las modificaciones en las características visuales básicas del paisaje.



Fotografía 6.4.3. Se muestra parte de las acciones de manejo implementadas por la empresa, las que se hn concentrado en los sectores de campamentos y faenas.