



PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL SALAR DE ATACAMA

**Informe de Monitoreo
Componentes Bióticos y Físicos**

Campaña de abril 2009

**Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera
en el Salar de Atacama – Informe Anual N° 3**

Pramar ambiental consultores – Diciembre 2009



CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	1
2.	ASPECTOS METODOLOGICOS	4
2.1	Vegetación.....	4
2.1.1	Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales	4
2.1.2	Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en zona de conexión vegetación-acuífero	7
2.1.3	Estado vital de ejemplares de Algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>).....	8
2.2	Flora.....	9
2.4	Fauna	11
2.4.1	Reptiles	14
2.4.2	Aves.....	16
2.4.3	Mamíferos.....	22
2.5	Biota Acuática	23
2.5.1	Medio Abiótico	27
2.5.2	Medio Biótico.....	28
3.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	32
3.1	Vegetación.....	32
3.1.1	Distribución, abundancia y estado vital de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales	32
3.1.2	Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en zona de conexión vegetación-acuífero.....	37
3.1.3	Estado vital de ejemplares de Algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>).....	40
3.2	Flora.....	45
3.2.1	Riqueza florística	45
3.2.2	Frecuencia y abundancia de la flora	46
3.2.3	pH y conductividad eléctrica del suelo	49
3.3	Fauna	53
3.3.1	Riqueza de Especies.....	53
3.3.2	Abundancias de especies de Fauna	57
3.4	Biota Acuática	73
3.4.1	Medio abiótico y medición de clorofila	73
3.4.2	Medio Biótico.....	112

ANEXOS

Anexo I	Cartografía
Anexo II	Base de datos vegetacional de terreno en Zona Borde Este
Anexo III	Base de datos vegetacional de terreno en Zona de conexión vegetación -acuífero
Anexo IV	Base de datos florística de terreno
Anexo V	Base de datos monitoreo de <i>Prosopis flexuosa</i> DC., sector pozo Camar 2
Anexo VI	Registro fotográfico de <i>Prosopis flexuosa</i> DC., sector pozo Camar 2
Anexo VII	Estadísticas de las variables físico-químicas y clorofila
Anexo VII	Estadísticas de las variables bióticas
Anexo IX	Bibliografía

1. INTRODUCCION

Es materia del presente Informe exponer los resultados de la **tercera campaña anual de monitoreo de componentes bióticos y físicos** del Proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", contemplado en el Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del Salar de Atacama, establecido en el numeral 10 de la Resolución Exenta N° 226 de la Comisión Regional del Medio Ambiente II Región (RCA N° 226/2006), que aprueba ambientalmente dicho proyecto.

En la Figura 1-1 y Tabla 1-2 se indica la ubicación del área objeto del PSA, en la que se insertan los componentes ambientales considerados relevantes.

Las variables que conforman el PSA se indican en la Tabla 1-1, junto con su frecuencia de medición y frecuencia de entrega de reportes a la autoridad.

Conforme a lo establecido en la RCA N° 226/2006 y según lo modificado en el acuerdo N° 9 de la Resolución N° 056/2008, es materia del presente Informe reportar los resultados de la campaña anual de los componentes Vegetación, Flora, Fauna y Biota Acuática, efectuada durante el mes de abril de 2009. Se reportan además mediciones efectuadas en enero de 2009 correspondientes a la evaluación de la vegetación ubicada en la zona de conexión vegetación acuífero, para la cual el PSA Biotico contempla mediciones tanto en abril como en enero de cada año (Tabla 1-1).

Con fecha 13 de agosto de 2007, se inició el aumento escalonado de extracción de salmuera, dándose por iniciada la etapa de operación del proyecto. Posteriormente, con fecha 13 de marzo de 2008 comenzó la extracción de agua dulce con la puesta en marcha del pozo Camar 2, y con fecha 15 de septiembre de 2008 comenzó la operación de los pozos Mullay y Allana. Por consiguiente, **los resultados reportados en el presente informe, corresponden a la segunda campaña de medición de la Etapa de Operación del Proyecto.**

El presente informe, reporta en primer término los aspectos metodológicos de las variables evaluadas (sección 2), y posteriormente los resultados obtenidos (sección 3).

TABLA 1-1
FRECUENCIA DE MEDICION DE VARIABLES DEL PSA DEL SALAR DE ATACAMA
DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA RCA N° 226/06

Componente ambiental	Considerando RCA N°226/06	Variables de medición	Frecuencia de medición	Frecuencia de entrega de reportes
Hidrogeología	Considerando 10.2	Nivel de la napa de agua dulce y salmuera	Piezómetro manual: mensual Piezómetro automático: continuo	Semestral
		Calidad química del agua	Trimestral	Semestral
		Caudal superficial del Canal Burro Muerto	Estación de aforo existente (Pte San Luis): continuo Estación de aforo por construir: mensual	Semestral
		Meteorología	Continuo	Semestral
		Volumen bombeado	Mensual	Semestral
		Superficie de lagunas	Estacas perimetrales: trimestral Topografía e Imagen satelital: anual	Semestral
		Conductividad eléctrica (Cuña Salina)	Semestral	Semestral
Contenido de humedad del suelo	Considerando 10.3.1	Contenido de humedad del suelo	Humedad del suelo: trimestral	Anual
		Vitalidad de la vegetación	2 veces al año	Anual
Vegetación	Considerando 10.3.2	Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación en Imagen satelital	Anual	Anual
		Cobertura, composición y vitalidad de la vegetación ubicada en zona de conexión vegetación - acuífero	2 veces al año	Anual
		Estado vital de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) en sector Camar 2	Anual	Anual
Flora	Considerando 10.3.2	Composición y cobertura de especies pH y salinidad en sustrato superficial suelo	Anual	Anual
Fauna	Considerando 10.4	Composición y abundancia de especies	Anual	Anual
Biota Acuática	Considerando 10.5	Composición y abundancia de especies	Anual	Anual
		Parámetros físico - químicos del agua	Anual	Anual
Suelo ¹	Resuelve 1.3	Propiedades físicas, químicas y biológicas	1 vez ¹	1 vez

Las variables del PSA destacadas en negrita son reportadas en el presente informe

¹ Se eliminó esta variable originalmente propuesta en el Resolvo 1.3 de la RCA N°226/06 de COREMA Región de Antofagasta, según lo indicado en el acuerdo N° 9 de la Res.N°056/2008 de CONAMA Dirección Ejecutiva.

FIGURA 1-1
UBICACIÓN DE COMPONENTES BIOTICOS OBJETO DEL PLAN DE SEGUIMIENTO
AMBIENTAL DEL SALAR DE ATACAMA

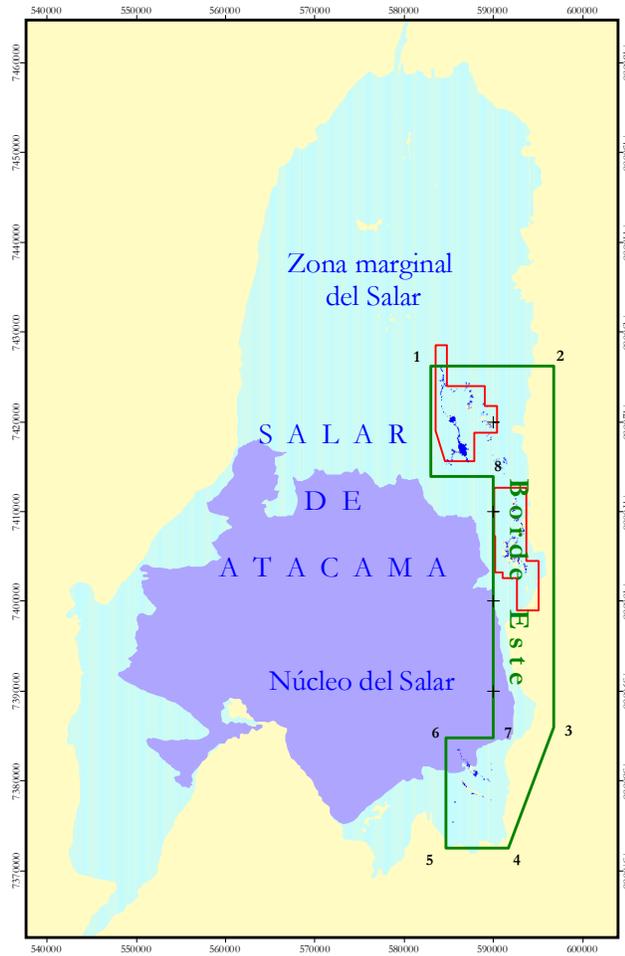


TABLA 1-2
VERTICES DEL AREA DE ESTUDIO

VERTICE	UTM ESTE	UTM NORTE
1	582.993	7.426.195
2	596.701	7.426.195
3	596.701	7.385.934
4	591.599	7.372.539
5	584.638	7.372.539
6	584.645	7.384.792
7	589.992	7.384.790
8	589.997	7.413.893
9	582.993	7.413.893

2. ASPECTOS METODOLOGICOS

2.1 Vegetación

El monitoreo de la vegetación se efectuó en el Borde Este del Salar de Atacama (ver Figura 1-1 y Tabla 1-2) y consideró una evaluación de la cobertura, composición y vitalidad de las formaciones vegetales presentes, a partir del análisis de una imagen satelital de alta resolución (Quickbird II modalidad multiespectral), complementado con descripciones vegetacionales de terreno. Adicionalmente, en los meses de enero y abril de 2009, se efectuó una evaluación de la cobertura, composición y vitalidad de la vegetación ubicada en la zona en donde se presume ocurre la conexión entre las raíces de la vegetación y la napa de agua subterránea. La imagen satelital fue tomada en el mes de abril de 2009 en forma simultánea con los trabajos de prospección de terreno.

Por otra parte, en el mes de abril de 2009, se efectuó mediciones del estado vital de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) ubicados en el sector del Pozo Camar 2.

A continuación se indica la metodología utilizada en el monitoreo de las formaciones vegetacionales anteriormente descritas.

2.1.1 Distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales

a. Georreferenciación y ecualización de bandas de la imagen satelital

En una primera etapa, se tomó una imagen Quickbird II modalidad Bundle del área de interés (ver Figura 1-1 y Tabla 1-2) en el mes de abril de 2009. Esta modalidad (Bundle) consiste en la toma simultánea de una imagen multiespectral de 4 bandas de resolución 2,4 m y una imagen pancromática (1 banda) de resolución 0,6 m.

Para posicionar geográficamente la imagen satelital, se utilizaron 13 puntos de control, correspondientes a elementos del paisaje que son de fácil identificación en la imagen y marcas que fueron especialmente instaladas en terreno. La localización de los puntos de control utilizados se entrega en coordenadas UTM (Datum PSAD 56, Huso 19) en la Tabla 2-1. De los 13 puntos de control, 9 corresponden a hitos de fácil identificación en la imagen satelital, como por ejemplo cruces de caminos o infraestructura urbana. Los cuatro puntos restantes fueron instalados en el límite oeste del área de estudio, correspondiente a la zona marginal del salar, debido a la inexistencia de hitos visibles desde el aire. Con este procedimiento se consigue el calce espacial entre la imagen tomada durante la presente campaña y las imágenes de años anteriores.

TABLA 2-1
PUNTOS DE CONTROL DE POSICION UTILIZADOS PARA GEORREFERENCIAR LA
IMAGEN SATELITAL DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA

PUNTO DE CONTROL	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	HITO IDENTIFICADO EN LA IMAGEN SATELITAL
IM01	594.735	7.425.054	Cruce camino a Chaxa
IM02	594.744	7.425.082	Cruce camino a Chaxa
IM03	589.853	7.425.009	Camino a Chaxa Letrero Chico
IM04	584.682	7.424.825	Caseta CONAF Chaxa
IM05	584.676	7.424.838	Caseta CONAF Chaxa
IM06	594.891	7.409.266	Cruce camino a Camar
IM07	596.185	7.403.926	Cruce a camino Socaire
IM08	595.504	7.396.345	Cruce camino a SQM Salar pozo P2
IM09	590.776	7.393.887	Punto marcado con malla Raschell
IM10	595.672	7.387.999	Cruce camino a SQM Salar Camino público
IM11	587.471	7.384.316	Punto marcado con malla Raschell
IM12	592.136	3.377.731	Punto marcado con malla Raschell
IM13	589.944	7.419.773	Punto marcado con malla Raschell

Utilizando una plataforma SIG y con la ayuda de un programa procesador de imágenes, se identificaron los puntos de control tomados en terreno, con el propósito de georreferenciar la imagen. La corrección de posición se efectuó mediante el calce digital de las coordenadas de terreno con los puntos identificados sobre la imagen. Para tal efecto se utilizaron los parámetros de la proyección UTM zona 19, PSAD 56.

Con el uso de técnicas de corrección y ecualización, se aplicó un contraste inicial con el fin de resaltar las diferencias entre los niveles digitales (ND) de la imagen. Es así como se obtuvo una imagen más nítida, facilitando la identificación de los objetos reales, y proporcionando una primera aproximación de la estimación de formaciones vegetacionales factibles de reconocer a simple vista.

b. Prospección vegetacional de terreno

En forma paralela a la toma de las imágenes, se efectuó una campaña de terreno con el propósito de recoger la información necesaria para la caracterización estructural de las formaciones vegetales existentes en el Borde Este del Salar de Atacama y realizar la interpretación de los patrones vegetacionales en la imagen satelital. Para tales efectos se realizaron 99 descripciones vegetacionales en terreno. En cada punto se registraron las especies presentes, cobertura, vitalidad, porcentaje de copa verde y fase fenológica. Las descripciones vegetacionales se entregan en el Anexo II.

c. *Interpretación de patrones vegetacionales mediante clasificación supervisada de niveles digitales.*

Una vez concluida la campaña de terreno, cada punto de muestreo fue identificado espacialmente en la imagen satelital previamente georreferenciada y ecualizada. Una vez localizados los puntos en la imagen se asignó la combinación de niveles digitales (ND) del punto a la formación vegetal observada en terreno. Sobre la base de un algoritmo de máxima similitud, todos los píxeles de la imagen fueron clasificados de acuerdo a las formaciones vegetales asignadas a los ND de los puntos de muestreo. De esta forma, se clasificó toda la imagen de acuerdo con la prospección vegetacional de terreno.

Para la identificación de patrones en la imagen se utilizó un software de análisis de imágenes, a través del cual se aplicó una clasificación supervisada a los ND. Esta técnica consiste en crear áreas de entrenamiento, representativas de las categorías que se desean clasificar. Como el proceso asume un cierto nivel de conocimiento del territorio, se consideraron los puntos de muestreo de vegetación los que permitieron corroborar el contenido de cada área de entrenamiento aplicada a las imágenes, generando finalmente un conjunto de categorías espectrales que permitieron iniciar el proceso de separación o asignación espectral.

Los ND fueron sometidos a una fase de asignación para cada categoría identificada. Este proceso fue iterativo, de modo de ajustar estadísticamente los valores digitales al interior de cada categoría. Una vez calculada la desviación típica y la matriz de covarianza, se realizó un proceso de frontera espectral mediante un clasificador de mínima distancia. Este paso consiste en asignar el píxel a la clase más cerca. Una vez efectuado este proceso, se analizó y clasificó cada una de las categorías identificadas, las que fueron agrupadas en formaciones vegetales, cuya interpretación y cartografía se entregan en el Anexo I.

d. *Evaluación del estado vital de la vegetación*

El estado vital de la vegetación se evaluó a partir de observaciones directas de terreno en 99 puntos de muestreo. En cada punto de muestreo se efectuaron observaciones de vitalidad y porcentaje de copa verde para cada especie presente en la unidad vegetacional presente, además de la fase fenológica en la que se encontraba, de acuerdo con las siguientes categorías:

Vitalidad

- 0 Ejemplares secos: No presentan follaje verde ni estructuras reproductivas.
- 1 Ejemplares muy débiles: Presentan escaso follaje verde, sin producción de frutos. Se observan signos de ataque de patógenos.
- 2 Ejemplares débiles: Aún cuando presentan follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos. No obstante, son capaces de producir algunos frutos.
- 3 Ejemplares de crecimiento normal: Presentan gran parte de su follaje verde. Producción de frutos. Sin signos de patógenos

- 4 Ejemplares excepcionalmente vigorosos: Presentan abundancia de follaje y estructuras reproductivas.

Porcentaje de copa verde

Corresponde a la proporción de copa del árbol que presenta follaje con capacidad fotosintética (verde). La pérdida parcial o completa del follaje, en forma sincrónica y fuera de estación, en muchos ejemplares de una población es un fenómeno conocido como "muerte regresiva" (Le Quesne, 2002). Su ocurrencia se asocia a la intervención de un agente abiótico (Ej. disponibilidad de agua), un agente biótico (patógeno) o al efecto combinado de ambos (Ej. el estrés hídrico predispone a los árboles a sufrir ataques de desfoliadores o barrenadores de madera). Las categorías de porcentaje de copa verde utilizadas se indican a continuación:

- 0 0%
- 1 <5%
- 2 5-25%
- 3 25-50%
- 4 50-75%
- 5 75-100%

Fenología:

- 1 Senescente
- 2 Crecimiento vegetativo
- 3 Floración
- 4 Fructificación

2.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en zona de conexión vegetación-acuífero

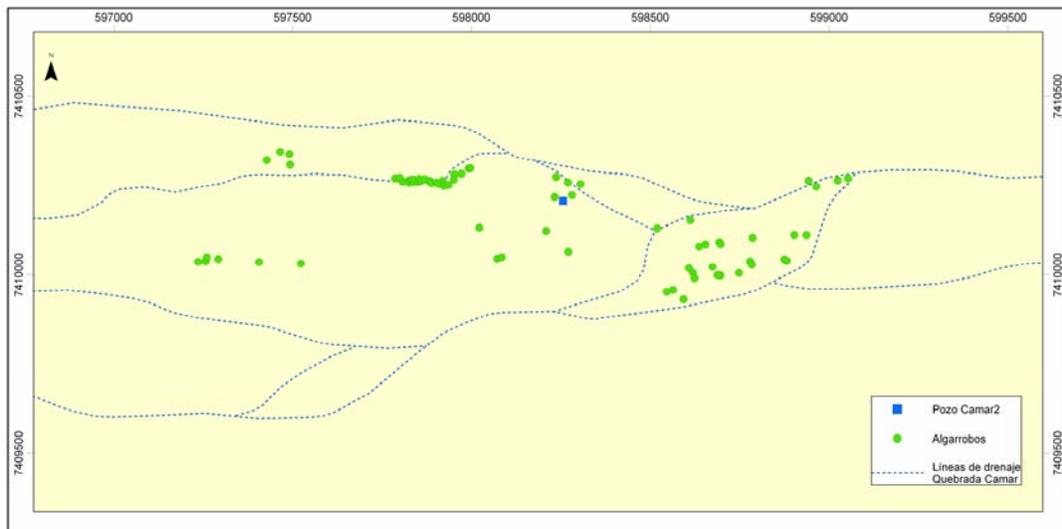
A objeto de monitorear el efecto del bombeo de agua dulce del proyecto sobre la vegetación de la zona de conexión vegetación-acuífero definida en el Anexo II de la Adenda III del EIA, se seleccionó un conjunto de 19 puntos en donde se realizaron mediciones directas de terreno, de cobertura, composición y vitalidad de la vegetación. Las observaciones de vitalidad se realizaron utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1-d del presente documento. El detalle de las descripciones vegetacionales de terreno se entregan en el Anexo III.

2.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Se efectuó una evaluación del estado vital de los ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) existentes en las proximidades del pozo de Camar 2 en el mes de abril de 2009.

La ubicación de los ejemplares se indica en la Figura 2-1, se ubica topográficamente en un sector de quebrada con escurrimientos superficiales esporádicos y corresponde estructuralmente a un matorral arborescente ralo (<10% de recubrimiento), formado exclusivamente por ejemplares de Algarrobos y unos pocos ejemplares de Rica rica (*Acantholippia deserticola*) y Pingo pingo (*Ephedra multiflora*).

FIGURA 2-1
DISTRIBUCIÓN DE EJEMPLARES DE PROSOPIS FLEXUOSA EN LA QUEBRADA CAMAR



Para cada ejemplar marcado en terreno se efectuaron observaciones vitalidad y porcentaje de copa verde utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1-d del presente documento, además se registró la altura de cada individuo de acuerdo a los siguientes rangos:

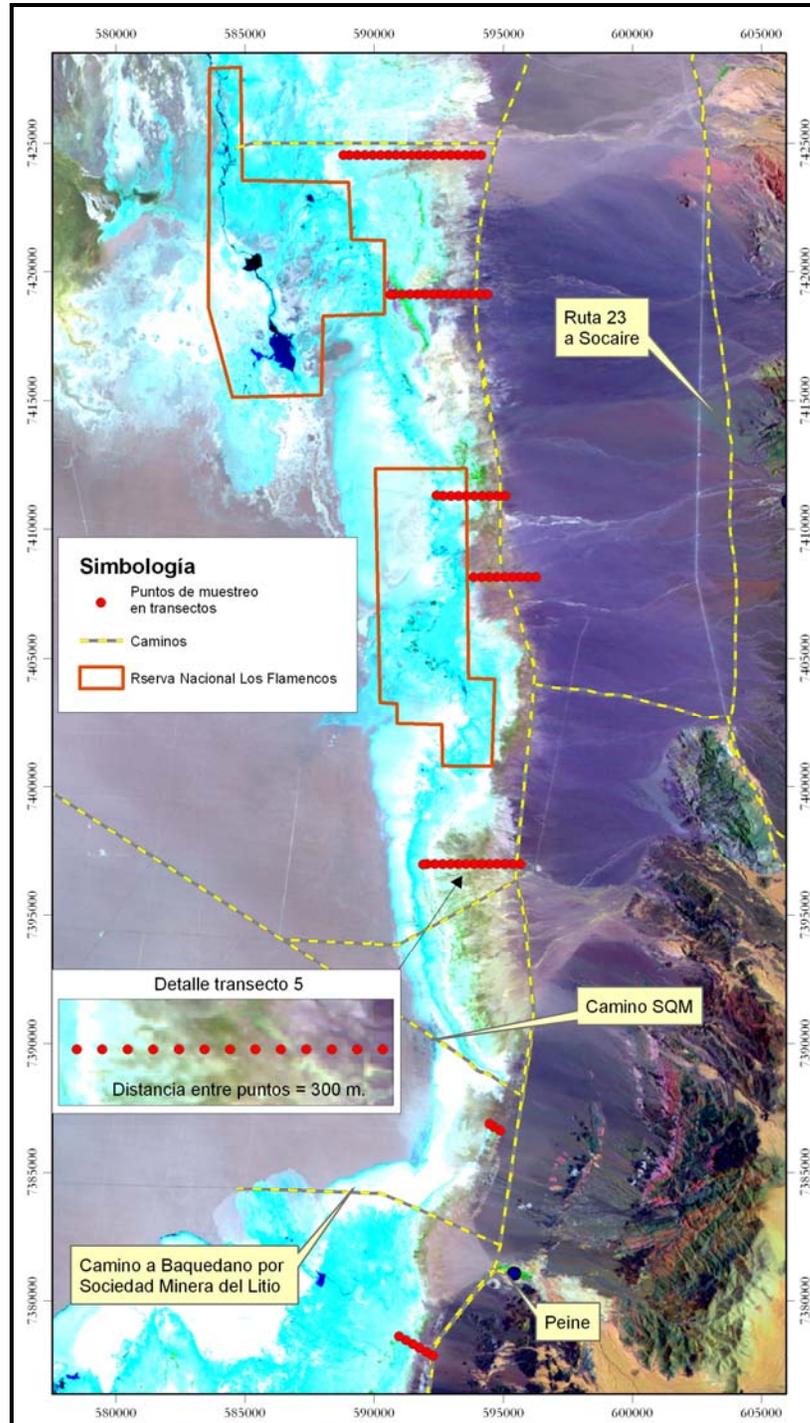
- < 0,25 metros
- 0,25 - 0,5 metros
- 0,5 - 1 metros
- 1 - 2 metros
- 2 - 4 metros

Las mediciones fueron complementadas con un completo registro fotográfico. El detalle de la prospección de terreno se entrega en el Anexo V del presente documento. El registro fotográfico de cada ejemplar evaluado se entrega en el Anexo VI.

2.2 Flora

Para el seguimiento de la flora del Borde Este se utilizó una red de puntos de muestreo ubicada en la zona con presencia de vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (ver Figura 1-1 y Tabla 1-2). Consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispuso un total de 75 puntos de muestreo, ubicados sistemáticamente cada 300 m. La ubicación de los puntos de muestreo se entrega en el Anexo IV del presente documento. Cada punto de muestreo está compuesto por cinco parcelas de 4 m², lo que hace un total de 375 parcelas. Las parcelas se encuentran separadas entre sí por una distancia de 10 m, y dispuestas en forma de "X" (Figura 2-2), la disposición de las parcelas permitió capturar de mejor manera la variación de la cobertura que puede producirse de una temporada a otra, principalmente en el caso de las especies herbáceas.

FIGURA 2-2
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA



En cada punto de muestreo se registró las especies presentes y la cobertura por especie. En cada punto de muestreo se realizó además mediciones de salinidad y pH en el sustrato superficial del suelo. Se registró además las especies observadas fuera de los puntos de muestreo, para así poder completar el catálogo florístico para toda el área de estudio.

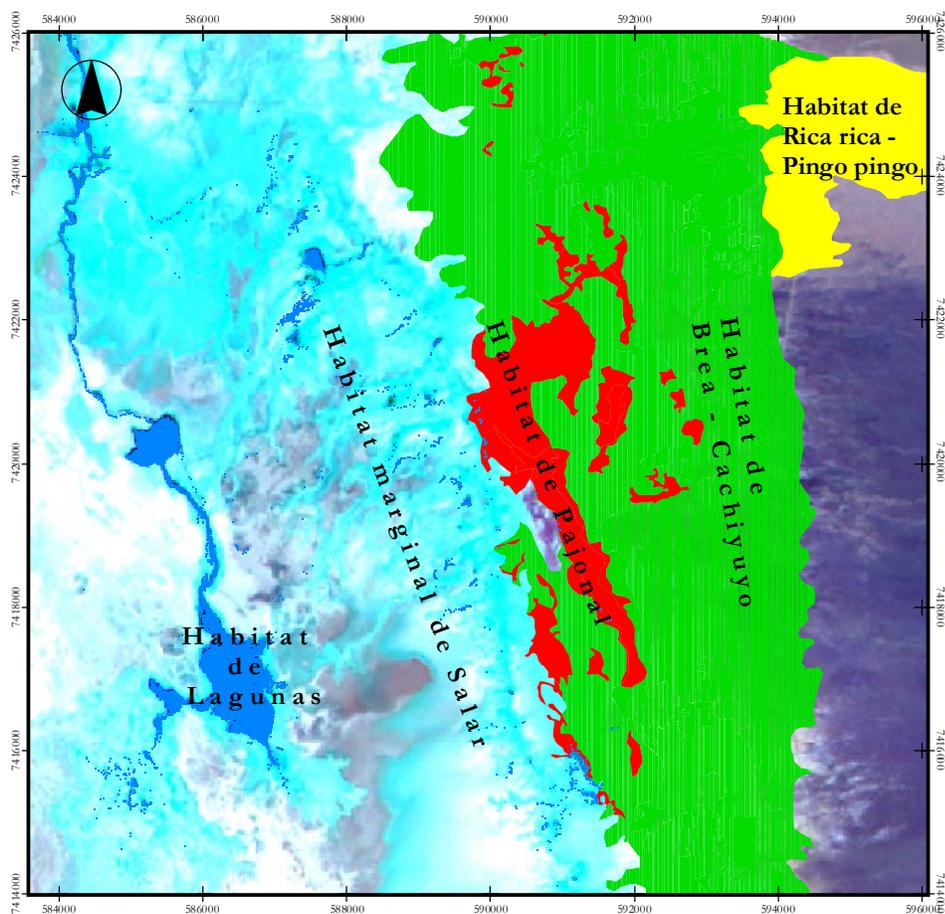
La información obtenida en la prospección, permitió evaluar la riqueza florística del Borde Este del Salar de Atacama en la presente temporada (abril de 2009), así como la frecuencia de las especies presentes y su distribución en el gradiente de pH y salinidad. El detalle de la prospección florística de terreno se entrega en el Anexo IV del presente documento.

2.4 Fauna

El monitoreo de la fauna se efectuó sobre la base del muestreo de presencia y abundancia de la fauna en los diferentes hábitat presentes en el área del proyecto, complementado con el análisis de las localidades de captura de especímenes depositados en la colección de vertebrados del Museo Nacional de Historia Natural (considerando además Núñez, 1992; y Torres-Mura, 1991) y una completa revisión bibliográfica. Se consultó los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994) que contienen una extensa bibliografía y los resultados específicos del "Proyecto Sectorial Biomas y Climas Terrestres y Marinos del Norte de Chile" (Spotorno *et al*, 1998, Rau *et al*, 1998, Veloso y Núñez, 1998, Marquet *et al*, 1998).

El área de monitoreo esta conformada por el sector denominado Borde Este del Salar de Atacama y los sistemas lacustres de Soncor, Aguas de Quelana y Peine (ver Figura I-1 y Tabla I-2). El presente informe corresponde a la 3° campaña de Seguimiento de la fauna, cuyo trabajo de terreno fue realizado en abril de 2009. Los hábitats reconocidos y estudiados se indican en la Figura 2-3 a continuación.

FIGURA 2-3
HABITAT DE FAUNA PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO



Tal como se observa en la Figura 2-3, los hábitats se distribuyen espacialmente en concordancia con las diferentes formaciones vegetacionales en el Borde Este del Salar de Atacama. A continuación se describen los hábitats identificados.

- a. Hábitat de Rica rica – Pingo pingo: Corresponde a un matorral ralo (<10% de cobertura) de Rica rica – Pingo pingo (*Acantholippia deserticola* – *Ephedra multiflora*). Esta formación se desarrolla sobre laderas levemente inclinadas con sustratos arenosos de ceniza y escorias volcánicas, aprovechando las aguas superficiales provenientes del altiplano. Además es posible encontrar individuos de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), *Atriplex imbricata* en el sector norte del área de estudio, y en menor medida, individuos de *Tiquila atacamensis*. Este hábitat presenta discontinuidad espacial en sentido norte-sur.
- b. Hábitat de Brea – Cachiyuyo: Corresponde a la formación vegetal denominada Matorral de Brea – Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides* – *Atriplex atacamensis*) y

además la formación vegetal Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*). Se distribuye en una franja continua de vegetación orientada en sentido norte – sur, predominando las coberturas abiertas (25-50% de recubrimiento). En el margen oriental de la franja, la cobertura arbustiva disminuye a valores inferiores al 10% de recubrimiento. En el margen occidental, la cobertura arbustiva disminuye a valores inferiores a 10% de recubrimiento, dando a paso a la formación vegetal de Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*). Este hábitat, está ampliamente dominado por ejemplares de Brea (*Tessaria absinthioides*), los que pueden presentarse en forma pura o acompañados por Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*). Otras especies vegetales presentes en este hábitat son Rica rica (*Acantholippia deserticola*), que se encuentran asociada a la presencia de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*).

- c. Hábitat de Pajonal: Corresponde a la formación vegetal denominada Pajonal de *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*. Este hábitat se caracteriza por la presencia de formaciones higrófilas, cuyas especies dominantes son *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*. Dichas formaciones presentan mayoritariamente coberturas densas (75-100% de recubrimiento) y en menor medida coberturas abiertas o muy abiertas (25-50% y 10-25% de recubrimiento respectivamente). Otras especies vegetales presentes en este hábitat son *Distichlis spicata*, *Festuca hypsophilla* y *Puccinellia frigida*. Forma parte de estos hábitats algunos sectores de la Vega de Carvajal, Vega de Quelana y otras vegas de menor tamaño ubicadas al sur de las lagunas Salada, Saladita e Interna.
- d. Hábitat marginal de salar: Corresponde a una extensa franja de costra salina ubicada entre el núcleo del salar y la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Se caracteriza por la presencia de una matriz salina, que en algunos sectores presenta un alto contenido de humedad, y en otros se presenta como una costra de sal completamente seca en la superficie, de gran dureza y grosor. Presenta además un sistema de cuerpos lacustres de agua salada de tamaño y profundidad variables. Este hábitat se encuentra carente totalmente de vegetación.
- e. Hábitat de Lagunas: Está representado por los cuerpos lacustres localizados en la Zona Marginal, a saber, Sistema Lacustre Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Puilar); el Sistema Lacustre Aguas de Quelana y el Sistema Lacustre Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna).

Para cada hábitat se estableció el listado de especies de fauna presentes y sus abundancias relativas. La determinación taxonómica de los animales se efectuó mediante consultas a la siguiente bibliografía específica:

- Reptiles: Donoso-Barros (1966), Pincheira-Donoso y Núñez (2005);
- Aves: Jaramillo (2003), Johnson (1965, 1967), Martínez y González (2005), Stotz *et al.* (1997);
- Mamíferos: Iriarte (2008), Mann, (1978) y Muñoz y Yáñez (2000).

Las metodologías utilizadas para la elaboración de los listados faunísticos y el cálculo de las abundancias de los distintos grupos de fauna se indican a continuación.

2.4.1 Reptiles

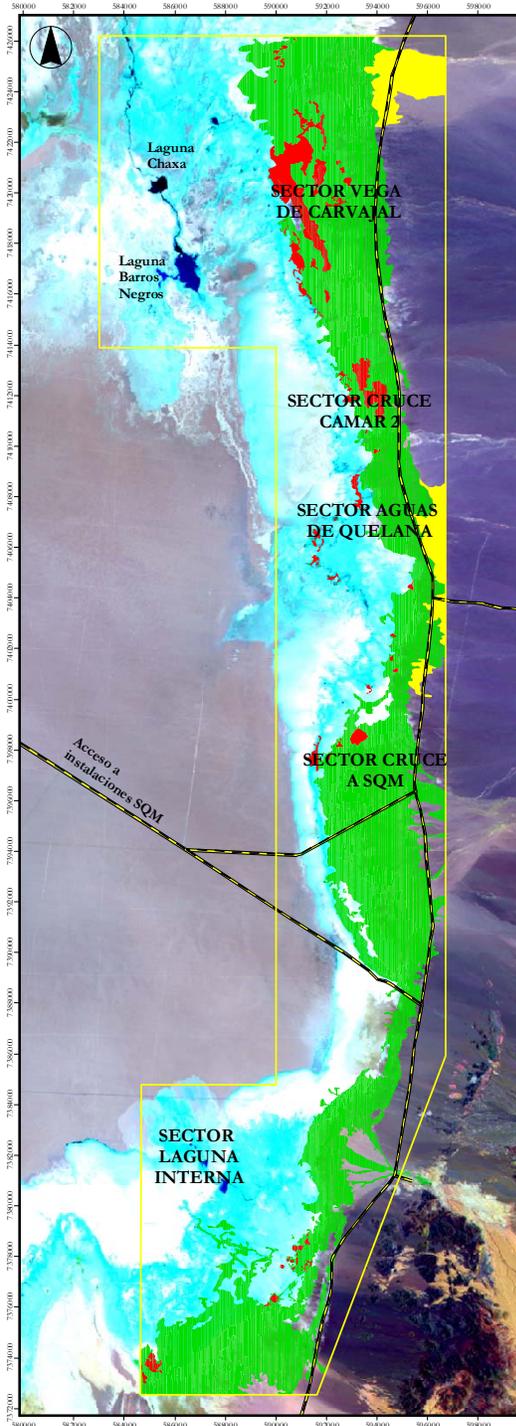
La metodología utilizada para este grupo de fauna consideró prospecciones terrestres efectuadas sobre un total de 17 transectos lineales distribuidos en cinco sectores, los que se indican en la Tabla 2-2 y Figura 2-4. Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitat relevantes para reptiles identificados en el área de estudio, a saber: hábitat de Rica rica – Pingo pingo; hábitat de Brea – Cachiyuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de salar.

**TABLA 2-2
UBICACIÓN DE TRANSECTAS DE MUESTREO PARA LA PROSPECCIÓN
DE REPTILES Y AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA**

SECTOR	HÁBITAT	TRANSECTO Nº	COORDENADA INICIO		COORDENADA FIN	
			NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
Vega de Carvajal	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	1	7.417.820	593.654	7.417.520	593.654
	Hábitat de Brea - Cachiyuyo	2	7.417.792	593.812	7.417.492	593.812
	Hábitat de Pajonal	3	7.418.091	591.760	7.417.791	591.760
	Hábitat marginal de salar	4	7.418.111	590.598	7.417.811	590.598
Cruce Camar	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	5	7.411.932	595.003	7.411.632	595.003
	Hábitat de Brea - Cachiyuyo	6	7.411.794	593.544	7.411.494	593.544
	Hábitat de Pajonal	7	7.412.188	593.009	7.411.888	593.009
	Hábitat marginal de salar	8	7.411.962	592.780	7.411.662	592.780
Aguas de Quelana	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	9	7.403.255	596.114	7.402.955	596.114
	Hábitat de Brea - Cachiyuyo	10	7.403.878	595.444	7.403.578	595.444
	Hábitat de Pajonal	11	7.403.873	594.644	7.403.573	594.644
	Hábitat marginal de salar	12	7.403.878	594.073	7.403.578	594.073
Cruce SQM	Hábitat de Rica rica - Pingo pingo	13	7.396.480	595.779	7.396.180	595.779
	Hábitat de Brea - cachiyuyo	14	7.395.620	594.207	7.395.320	594.207
	Hábitat de Pajonal	15	7.394.526	592.227	7.394.226	592.227
	Hábitat marginal de salar	16	7.394.389	591.774	7.394.089	591.774
Laguna Interna	Hábitat de salar	17	7.383.636	586.066	7.383.336	586.066

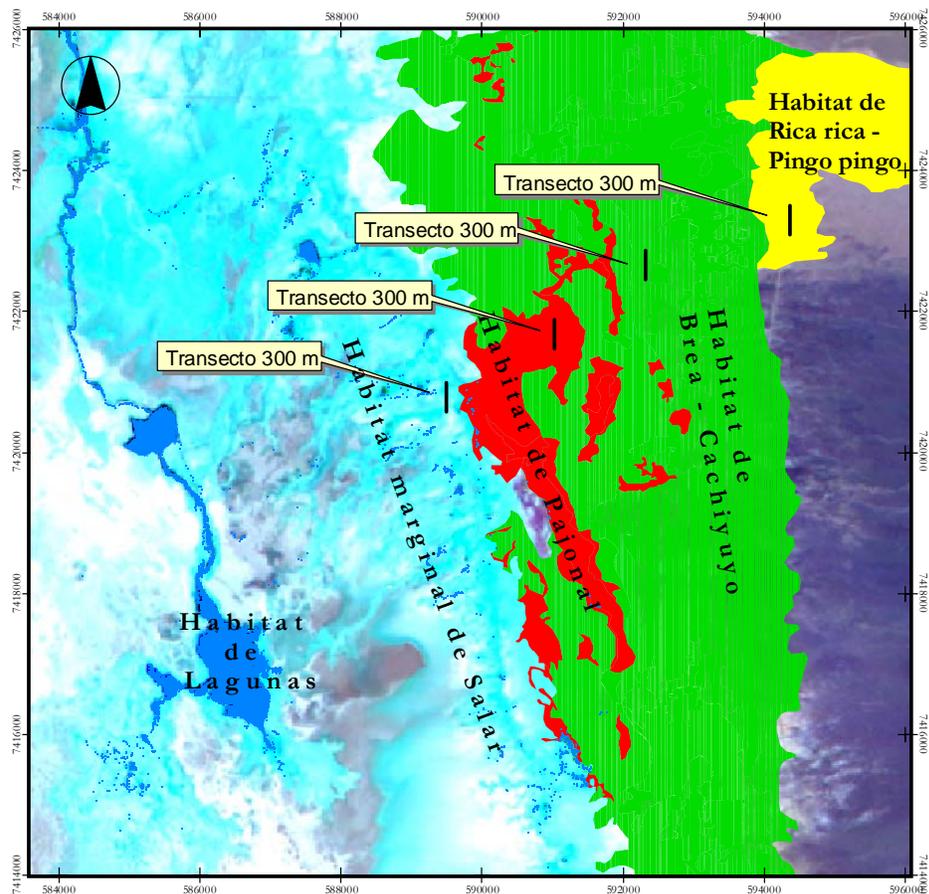
Nota: Del mismo modo en que se ha explicitado en los informes de los años anteriores, las coordenadas de los transectos de aves terrestres y reptiles presentan una variación respecto de las indicadas en la RCA, debido a que se detectó una diferencia entre lo correspondiente a terreno y lo indicado en la RCA.

FIGURA 2-4
SECTORES DE MUESTREO DE FAUNA



Cada transecto de 300 m (17 en total) fue recorrido a pie una vez por día durante tres días. La disposición de los transectos en los diferentes hábitat presentes se grafica en la Figura 2-5. Para cada recorrido se registró los individuos observados a una distancia de hasta 30 m a cada lado del transecto y se estandarizó el tiempo de muestreo a 20 minutos para todos los transectos. Este método permitió registrar el número de especies presentes en cada hábitat y su abundancia relativa.

FIGURA 2-5
UBICACION DE LOS TRANSECTOS DE REPTILES Y AVES EN LOS HABITAT PRESENTES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA



2.4.2 Aves

La metodología utilizada para este grupo de fauna consideró prospecciones pedestres para las aves terrestres, sobre un total de 17 transectos lineales distribuidos en cinco sectores los que se indican en la Tabla 2-2 y Figura 2-4. En el caso de las aves acuáticas se realizaron censos de aves en los sistemas lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine.

Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitat relevantes para aves terrestres identificados en el área de estudio, a saber: hábitat de Rica rica – Pingo – pingo; hábitat de Brea – Cachiyuyo; hábitat de Pajonal y hábitat marginal de Salar. En el caso de las aves acuáticas los sectores prospectados corresponden al hábitat de Lagunas.

Para establecer la presencia y abundancia de aves terrestres, en cada transecto de 300 m se realizó un recorrido a pie una vez por día durante tres días estandarizando el tiempo de muestreo a 20 minutos para todos los transectos. La presencia de aves terrestres se determinó sobre la base de observaciones directas en terreno. Finalmente se calcularon las abundancias de aves por transectos a partir del promedio de animales observados en los tres días. Sin perjuicio de lo anterior, y considerando que este método produce un sesgo en la estimación de abundancias de especies de alta movilidad y detectabilidad (i.e. rapaces) que impide su comparación con otras taxa, tales especies fueron tratadas como presentes (i.e. observadas) o ausentes. Se registraron además los ejemplares observados fuera de transectos (observaciones efectuadas con anterioridad o posterioridad al tiempo de recorrido de cada transecto) para completar el catálogo de avifauna terrestre.

En el caso de las aves acuáticas, se seleccionaron 25 puntos de observación en el perímetro de los principales cuerpos lacustres de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Peine. La Tabla 2-3 indica la ubicación (coordenadas UTM) de los puntos de observación utilizados en esta campaña. Las Figuras 2-6, 2-7 y 2-8 presentan las distribuciones de los puntos señalados en la Tabla 2-5, en cada uno de los sistemas estudiados.

TABLA 2-3
UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA

SISTEMA	SECTOR	TRANSECTO Nº	COORDENADA	
			NORTE	ESTE
Soncor	Canal Burro Muerto	1	7.424.806	584.613
		2	7.424.099	584.122
		3	7.423.143	583.925
	Canal Chaxa – Barros Negros	4	7.419.100	585.801
		Laguna Barros Negros	5	7.417.886
	6		7.417.398	585.979
	7		7.416.709	586.036
	Laguna Chaxas	8	7.419.957	585.428
		Laguna Puillar	9	7.422.785
Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	10	7.408.552	593.240
		11	7.407.822	593.202
		12	7.407.300	593.597
		13	7.407.030	592.873
		14	7.406.001	591.568
		15	7.405.829	591.569

TABLA 2-3
UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS EN EL SALAR DE ATACAMA

SISTEMA	SECTOR	TRANSECTO N°	COORDENADA	
			NORTE	ESTE
Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	16	7.405.120	592.132
		17	7.404.708	592.603
		18	7.403.941	593.704
Peine	Laguna Salada	19	7.381.162	587.770
		20	7.381.070	587.800
		21	7.380.884	587.789
	Laguna Saladita	22	7.381.835	587.309
		23	7.381.634	587.302
	Laguna Interna	24	7.382.745	586.404
		25	7.382.455	586.822

FIGURA 2-6
UBICACION DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS
SISTEMA LACUSTRE SONCOR

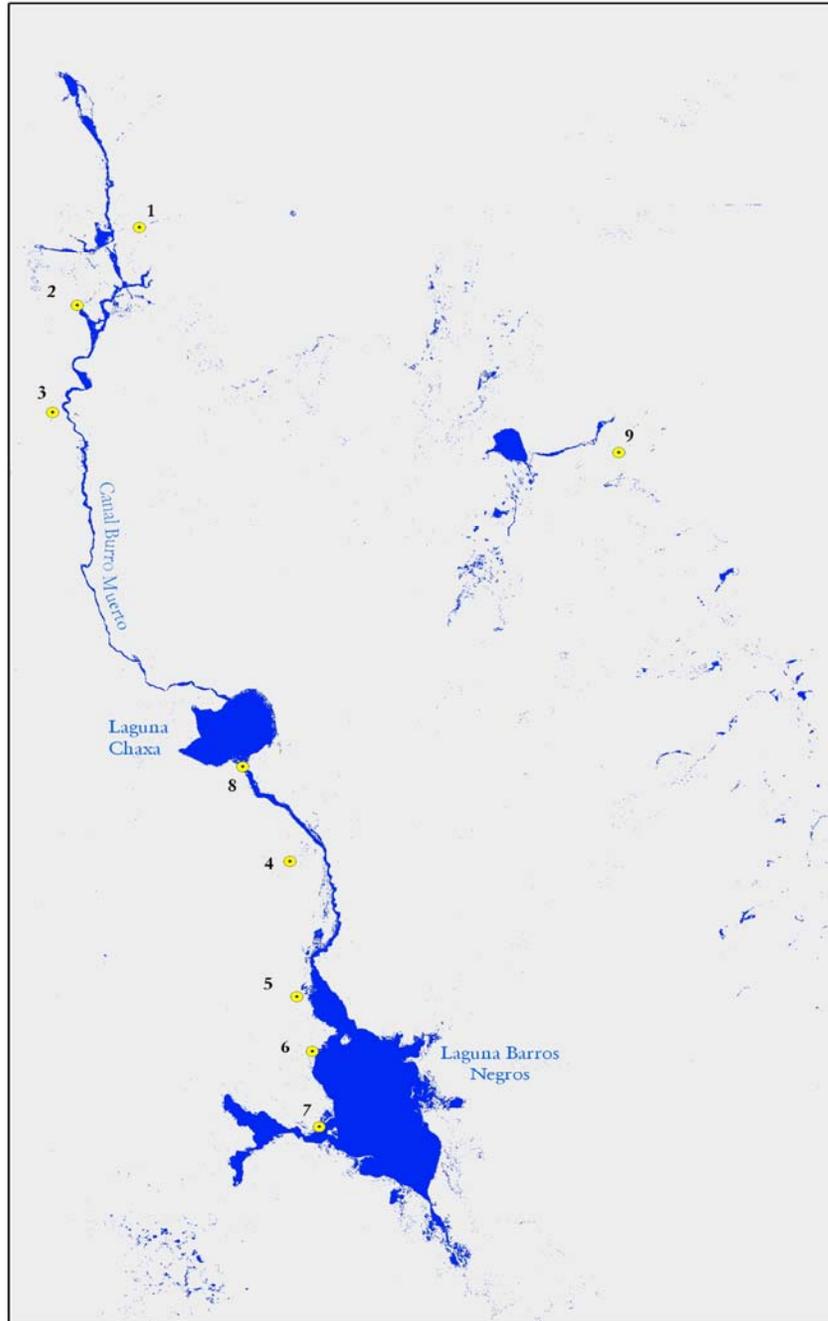


FIGURA 2-7
UBICACION DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS
SISTEMA AGUAS DE QUELANA

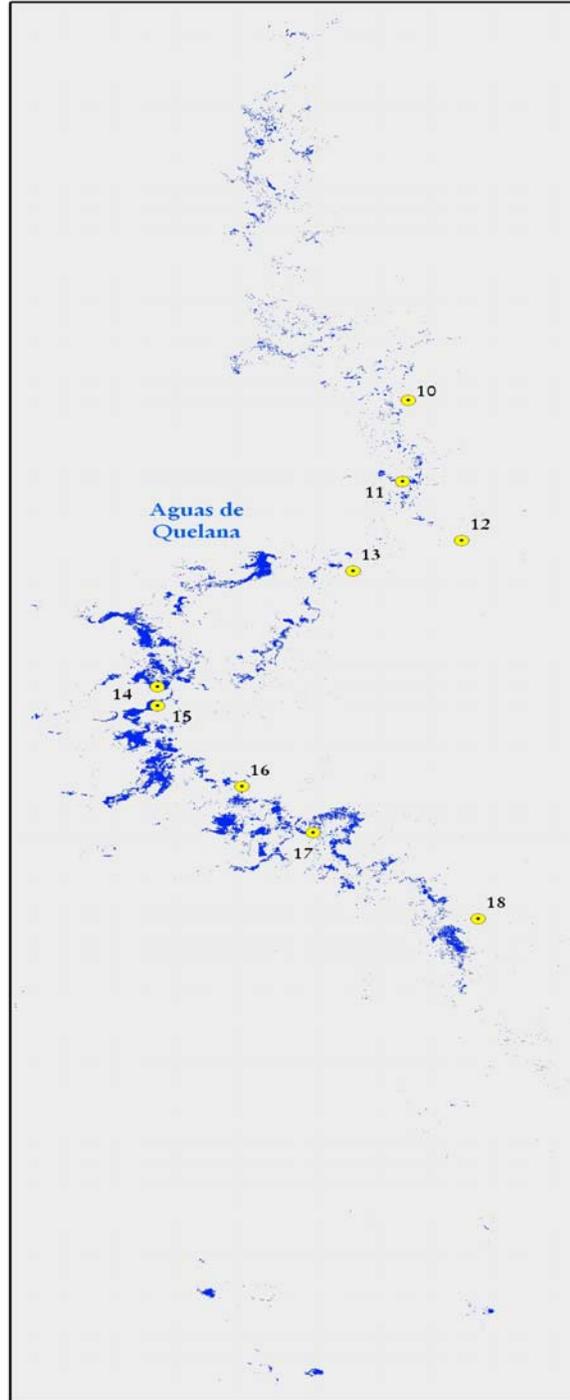
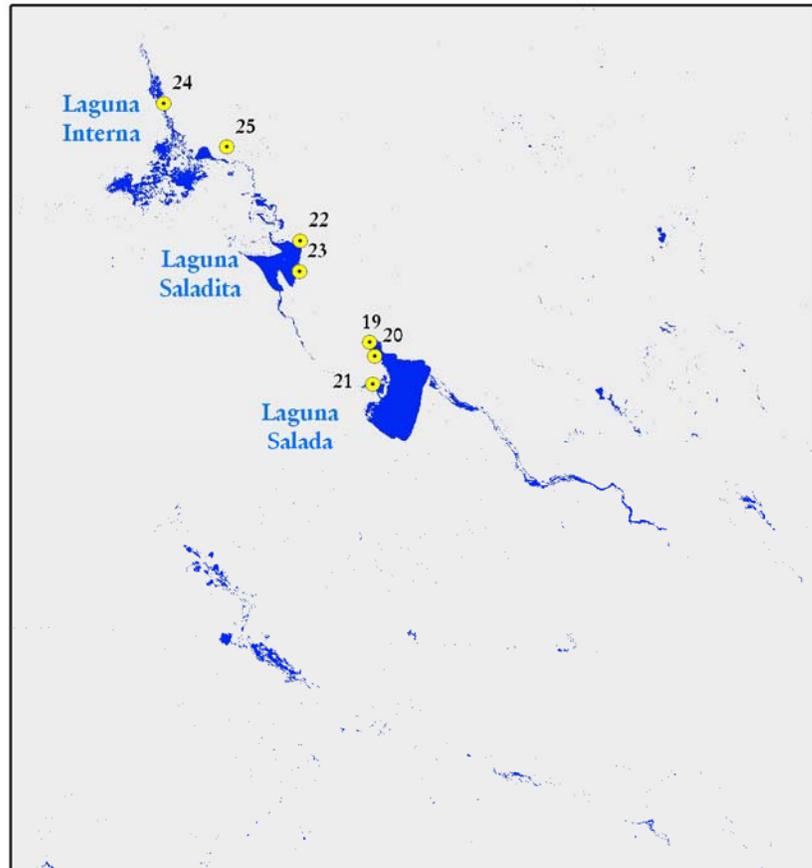


FIGURA 2-8
UBICACION DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE AVES ACUÁTICAS
SISTEMA PEINE



Las abundancias se calcularon utilizando la metodología estándar que se usa en los censos neotropicales de Aves Acuáticas y en los censos internacionales de Aves Acuáticas (Blanco y Carbonell, 2001; Delany, 2005; Espinosa 1998; López-Lanús y Blanco, 2005). La metodología consiste en recorrer el cuerpo de agua de forma tal de poder contar todos los individuos de las especies presentes, evitando los conteos dobles debido al movimiento de las aves.

Entre las consideraciones técnicas contempladas en los trabajos de campo se encuentran las siguientes:

- Equipo profesional con experiencia en trabajo de campo y capacidad de reconocer las especies. En este estudio los censos fueron realizados por tres biólogos con amplia experiencia en la región y con conocimiento de las especies involucradas.
- Equipamiento óptico adecuado a la actividad (Binoculares 8x40, 10x40 y telescopio 40x).
- Uso de equipo portátil de posicionamiento geográfico (GPS).

- Para una adecuada identificación de las especies y conteo de ejemplares, se seleccionaron estaciones observación que permitieran abarcar mediante un barrido visual toda el área de interés, manteniendo una distancia que permitiera determinar las especies y contar individuos, sin interferir con el normal desarrollo de las especies presentes. La campaña se efectuó fuera de la época reproductiva por lo que no fue necesario tomar medidas especiales para resguardar la nidificación.
- Uso de doble conteo repetitivo, lo que implica que cada observador realiza los censos en forma independiente, aceptándose el censo, sólo cuando la variación del conteo directo entre ambos sea menor a un 5% de diferencia.

2.4.3 Mamíferos

La metodología utilizada para este grupo de fauna consideró captura de ejemplares para los micromamíferos, la instalación de parcelas olfativas, observación directa y métodos indirectos para los carnívoros. La instalación de trampas y parcelas olfativas se efectuó en el sector de Vega de Carvajal y en Aguas de Quelana, en los que se encuentran representados los hábitat relevantes para mamíferos, a saber, hábitat de Rica rica - Pingo pingo, hábitat de Brea - Cachiyuyo y hábitat de Pajonal.

Para el estudio de los micromamíferos se instalaron 30 trampas Sherman en tres estaciones de muestreo ubicadas en el sector de Vega de Carvajal y 30 trampas Sherman en tres estaciones de muestreo ubicadas en Aguas de Quelana (ver Figura 2-4). Las estaciones de muestreo fueron instaladas en los tres hábitats considerados relevantes para este grupo. Las trampas (de captura viva) se cebaron con avena y se mantuvieron abiertas por un período de tres noches lo que da un esfuerzo total de captura de 270 trampas/noche por sector. Para la instalación de trampas se solicitaron los permisos necesarios al Servicio Agrícola y Ganadero. Las abundancias se calcularon a partir del promedio de animales capturados en cada estación de muestreo en los tres días de muestreo.

Para establecer la abundancia relativa de carnívoros se utilizó un índice de visitas a estaciones de atracción olfativa. El método consiste en atraer mediante cebos olfativos a los animales hacia estaciones donde pueda registrarse su presencia en base a las huellas dejadas en ellas (usualmente sobre un sustrato de tierra cernida) (Conner et al., 1983). Como índice de visitas se utilizó la proporción visitas por animales en relación al número total de estaciones en operación (Muñoz-Pedreros et al., 1995). Se instalaron dos estaciones olfativas en el sector de Aguas de Quelana y dos en Vega de Carvajal en hábitat de Rica rica - Pingo pingo y hábitat de Brea - Cachiyuyo. No se consideró hábitat de pajonal debido a la alta densidad y altura de las especies presentes, lo que imposibilita la implementación de estaciones olfativas. Estas fueron monitoreadas durante un período de tres días, junto con las estaciones de muestreo de micromamíferos.

2.5 Biota Acuática

El monitoreo de biota acuática se efectuó a partir de la evaluación de la composición y abundancia de especies de fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplancton y plantas acuáticas presentes en los sistemas lacustres Sóncor, Aguas de Quelana y Peine. Se evaluaron además parámetros físico - químicos del agua de los sistemas lacustres con presencia de componentes biológicos acuáticos. Para tales efectos se implementaron 25 estaciones de muestreo distribuidas en los sistemas lacustres anteriormente señalados, cuya ubicación se entrega en la Tabla 2-4 y Figuras 2-9, 2-10 y 2-11.

TABLA 2-4
SECTORES EVALUADOS EN EL MONITOREO DE BIOTA ACUÁTICA
EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA ABRIL DEL 2009

SECTOR	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS UTM-ESTE	COORDENADAS UTM-NORTE
Sóncor	Puliar vertiente	PU-1	588.428	7.423.077
	Puliar canal 2	PU-2	588.037	7.422.781
	Puliar laguna 2	PU-3	587.710	7.422.784
	Puliar canal 1	PU-4	588.572	7.422.427
	Puliar laguna 1	PU-5	588.332	7.422.450
	Barros Negros Canal	BN-1	586.163	7.418.924
	Barros Negros entrada laguna	BN-2	586.058	7.417.690
	Barros Negros Laguna	BN-3	586.051	7.417.305
	Laguna Chaxa	CH-1	585.373	7.419.999
	Canal Burro Muerto	BM-1	584.423	7.424.944
Aguas de Quelana	Quelana 0	Q-0	593.515	7.403.773
	Quelana 1	Q-1	592.834	7.407.070
	Quelana 2	Q-2	592.419	7.407.112
	Quelana 3	Q-3	593.361	7.407.902
	Quelana 4	Q-4	593.150	7.407.635
	Quelana 5	Q-5	593.034	7.408.518
	Quelana 6	Q-7	593.034	7.408.558
	Quelana 7	Q-7	594.148	7.411.864
	Quelana 8	Q-8	592.784	7.411.921
Peine	Interna	PE-1	586.603	7.382.268
		PE-2	586.342	7.382.304
		PE-3	586.091	7.382.197
	Saladita	SA-1	587.040	7.381.712
	Salada	SA-2	587.884	7.381.063

FIGURA 2-9
UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO DE BIOTA ACUÁTICA.
SECTOR SONCOR

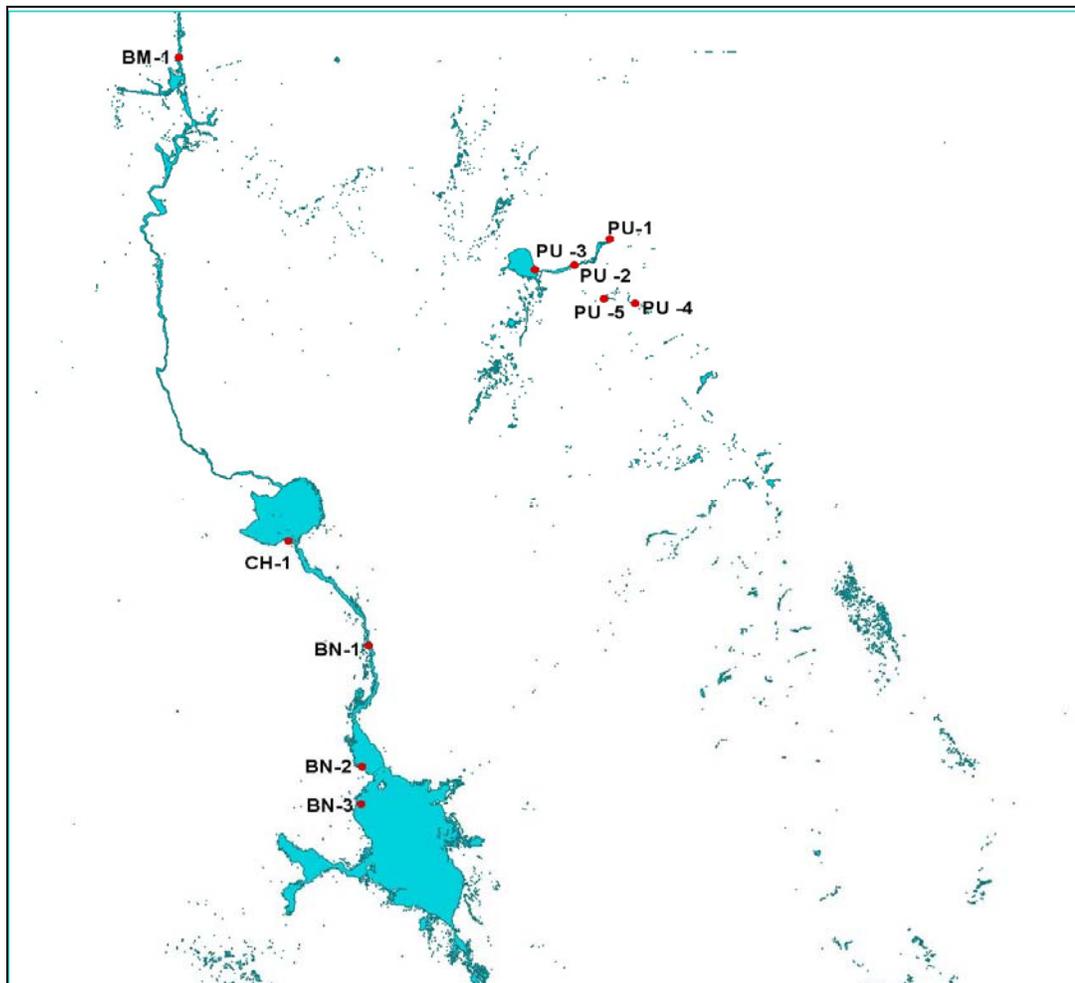
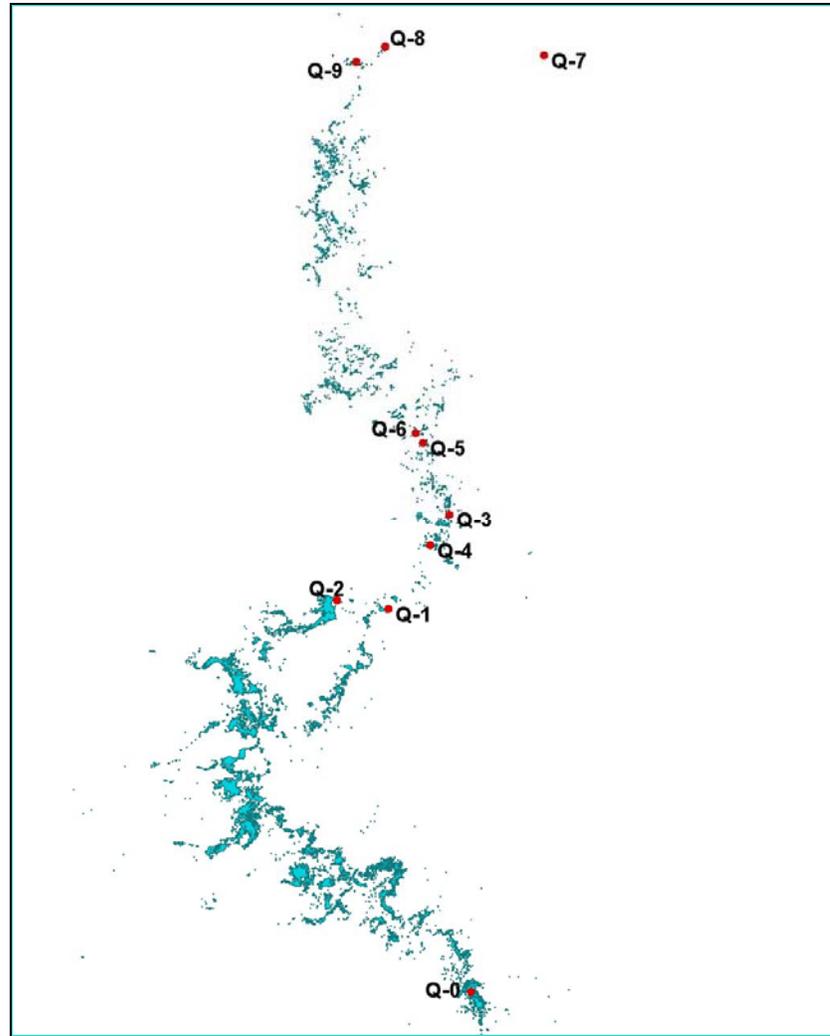


FIGURA 2-10
UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO DE BIOTA ACUÁTICA.
SECTOR PEINE



FIGURA 2-11
UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE BIOTA ACUÁTICA.
SECTOR AGUAS DE QUELANA



A continuación se indica la metodología empleada para la caracterización cualitativa y cuantitativa de los componentes bióticos analizados, así como para la determinación de parámetros físico-químicos del agua y sedimentos.

2.5.1 Medio Abiótico

a. *Parámetros físicos y químicos de la columna de agua*

Toma de muestras de aguas

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo con lo establecido por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/WWA - WEF, 1995).

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, en la columna de agua, incluyó las siguientes variables:

- Temperatura en °C
- pH (s/u)
- Conductividad Eléctrica (mS/cm)
- Oxígeno Disuelto (mg/L)
- Porcentaje de Saturación de Oxígeno (%)

Las medidas para estas variables fueron realizadas con electrodo selectivo, de acuerdo con los procedimientos estandarizados internacionalmente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los equipos utilizados para las mediciones *in situ* fueron:

- pHmetro Marca Fisher
- Oxímetro Marca WTW
- Conductímetro WTW

La medición de las variables en la columna de agua, incluyó la toma de una muestra de agua discreta, sin resuspensión de sedimentos y la medición con el equipamiento en el mismo punto del muestreo.

b. *Parámetros físicos y químicos del sedimento*

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, en sedimentos, incluyó la medición de la temperatura con termómetro de sedimentos. Esta medición se determinó a los 10 cm de profundidad del sedimento.

El monitoreo *ex situ* de parámetros físico-químicos de sedimentos, incluyó las siguientes variables:

- Conductividad de los sedimentos (mS/cm)
- Conductividad del agua intersticial de los sedimentos (mS/cm)

El análisis de conductividad en muestras de sedimentos se realizó mediante un método conductivimétrico con KCl normalizado (APHA-AWWA-WEF, 1995). En el caso del agua intersticial de los sedimentos, éstos fueron prensados para obtener la fracción acuosa.

2.5.2 Medio Biótico

Los componentes de la biota acuática incluidos en el plan de seguimiento ambiental fueron los siguientes:

- Riqueza y abundancia del Fitoplancton (Cél/L)
- Riqueza y abundancia deL Fitobentos (Cél/cm³)
- Riqueza y abundancia del Zooplancton en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm (Ind./L)
- Riqueza y Abundancia del Zoobentos en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm (Ind./m²)
- Clorofila a total en la fracción planctónica (µg/L)
- Clorofila a total en la fracción bentónica (µg/L)
- Riqueza y Abundancia de flora acuática (% de cobertura).

Riqueza y abundancia de microalgas planctónicas (células vivas y células totales)

Muestras por duplicado colectadas desde la capa de agua, utilizando red de fitoplancton de 60 µm de luz de malla, fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 µm) 4% concentración final. Las muestras fueron analizadas en fresco para determinar el porcentaje de células vivas. Posteriormente, las muestras fueron digeridas con HCl concentrado a ebullición para determinar el total de células mediante la identificación de frústulos de diatomeas. La identificación por taxa se realizó a través de microscopio óptico. Los resultados de abundancia fueron expresados Cél/L y un listado de Riqueza de taxa. Adicionalmente, se cuantificó de Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

Riqueza y abundancia de microalgas bentónicas (células vivas y células totales)

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 2 cm de sedimentos, utilizando un sistema core o "sacabocado", fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 μm) 4% concentración final. Las muestras fueron analizadas en fresco para determinar el porcentaje de células vivas. Posteriormente, las muestras fueron digeridas con HCl concentrado a ebullición para determinar el total de células mediante la identificación de frústulos de diatomeas. La identificación por taxa se realizó a través de microscopio óptico. Los resultados de abundancia fueron expresados Cél/cm³ y un listado de Riqueza de taxa. Adicionalmente, se cuantificó de Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

La Bibliografía utilizada en la identificación de las microalgas planctónicas y bentónicas se basó fundamentalmente en los trabajos de:

1. Díaz, C y N. Maidana (2005). Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra II Región, Chile. Ed. Centro de Ecología Aplicada y Minera Escondida Limitada.
2. Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, (1986-1991). Bacillariophyceae 1: 976 pp (1986); Bacillariophyceae 3: 576 pp (1991); Bacillariophyceae 4: 436 pp (1991). En Ettl, H. Et al. (Eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa, G. Fischer, Jena.

Riqueza y Abundancia del Zooplancton en la fracción de tamaño < 350 μm a > 500 μm

Muestras por duplicado colectadas desde la capa de agua, mediante red Nannsen N° 10, fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 μm) 4% concentración final. La separación de los individuos, se realizó a través de tamices de 350 y 500 μm . La identificación por taxa se realizó utilizando lupa estereoscópica. Los resultados fueron expresados como Individuos /Litro y un listado de Riqueza de Taxa. Adicionalmente, se cuantificó la Diversidad mediante índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

Riqueza y Abundancia del Zoobentos en la fracción de tamaño < 350 μm a > 500 μm

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 3 cm de sedimento, en una superficie conocida (Core), fueron fijadas con formaldehído pre-filtrado (0,45 μm) 4% concentración final. Se realizó una separación por tamaño de los individuos, a través de tamices de 350 y 500 μm . La identificación por taxa se realizó utilizando lupa estereoscópica. Los resultados fueron expresados como Individuos/m² y un listado de Riqueza de Taxa. Adicionalmente, se cuantificó la Diversidad mediante el Índice de Shannon-Wiener y la Equidad de la muestra mediante el índice de Evenness.

Clorofila a total en la fracción planctónica

Muestras de agua, por duplicado, fueron filtradas *in situ*, a través de un filtro de fibra de vidrio GFC (0,7 μm). El volumen filtrado fue registrado. Posteriormente, se realizó una extracción

acetónica de la clorofila a total y su determinación espectrofotométrica, siguiendo la metodología propuesta por the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los resultados fueron expresados como $\mu\text{g/L}$ de Clorofila a total.

Clorofila a total en la fracción bentónica

Muestras por duplicado colectadas desde los primeros 2 cm del sedimento, utilizando un sistema core o "sacabocado", fueron resuspendidas en una solución de acetona al 90%. A través de este procedimiento se realizó una extracción acetónica de la clorofila a total y su determinación espectrofotométrica, siguiendo la metodología propuesta por the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los resultados fueron expresados como $\mu\text{g/L}$ de Clorofila a total.

Riqueza y Abundancia de Plantas Acuáticas

Se determinó *in situ*, el porcentaje e cobertura de las plantas acuáticas, siguiendo el protocolo modificado de Braun-Blanquet. Para lo anterior, se establecieron 4 rangos de valores, los cuales representan la productividad local de cada especie:

- 0-25 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 25-50 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 50-75 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas
- 75-100 % de cobertura absoluta en el sector en el cual crecen macrófitas e hidrófilas.

Los taxa de plantas acuáticas fueron determinados *in situ*.

c. Tratamiento Estadístico de Datos Físico-Químicos y Biológicos

Análisis de datos por Campaña

El conjunto de datos por variable, fue analizado a través descriptores estadísticos generales: Promedio, Media, Mediana y Desviación Estándar. Adicionalmente, se realizó un Análisis de frecuencia de datos, para la posterior aplicación de análisis comparativos.

Análisis Histórico de Datos

La comparación del comportamiento de las distintas variables físico-químicas y biológicas analizadas en las campañas de monitoreo realizadas a la fecha, fue llevado a cabo mediante el análisis comparativo de medianas, empleando el Test de Kruskal-Wallis. Cada análisis arrojó un valor para el estadístico y la contrastación de hipótesis.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Vegetación

Se exponen a continuación los resultados del monitoreo de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama, efectuado en abril de 2009 (Sección 3.1.1). Se presenta además los resultados del censo y evaluación del estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*), ubicados en el área del pozo Camar 2 (Sección 3.1.2).

3.1.1 Distribución, abundancia y estado vital de la vegetación del Borde Este mediante análisis de imágenes satelitales

La vegetación del Borde Este está conformada por cinco formaciones vegetales, con diferentes variaciones de cobertura, a saber:

1. Matorral de Rica rica – Pingo pingo (*Acantholippia deserticola* – *Ephedra multiflora*)
2. Matorral de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*)
3. Matorral de Brea - Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides* – *Atriplex atacamensis*)
4. Pradera de Grama Salada (*Distichlis spicata*)
5. Pajonal de *Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*

Observaciones efectuadas en campañas anteriores permitieron corroborar que la mayor parte de las formaciones vegetales del Borde Este presentan un receso vegetativo invernal. Dos de las especies más representativas del área de estudio, Grama salada (*Distichlis spicata*) y Brea (*Tessaria absinthioides*), pierden su biomasa aérea durante el periodo invernal, presentándose su follaje completamente seco (Figura 3.1-1). Posteriormente, alrededor del mes de diciembre comienzan a rebrotar, y ya en el mes de abril, se puede observar gran parte de su follaje verde, conjuntamente con estructuras vegetales secas de temporadas anteriores (hojas y frutos). Las especies que se desarrollan en el margen oriental de la franja de vegetación, bajo condiciones de mayor aridez, como Rica rica (*Acantholippia deserticola*), Pingo pingo (*Ephedra multiflora*) y Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*) pese a que no pierden completamente el follaje durante el receso invernal, presentan una mayor proporción de copa verde a fines del verano. Las especies hidrófilas, que se desarrollan en el margen occidental de la franja de vegetación (*Juncus balticus*, *Scirpus americanus* y *Baccharis juncea*), presentan mayor desarrollo de estructuras vegetativas a fines del verano, pero las diferencias con el periodo invernal son menos evidentes.

**FIGURA 3.1-1
ESTADO DEL FOLLAJE DE LA VEGETACIÓN EN EL BORDE ESTE DE SALAR
EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 2005 Y ABRIL DE 2006**

Matorral de Brea-Cachiyuyo en sector de Quelana

Noviembre



Abril



Pradera de Grama salada en sector camino a Instalaciones SQM

Noviembre



Abril



En consideración a lo anteriormente expuesto, el PSA Biotico del Salar de Atacama contempla evaluaciones anuales de la vegetación en el mes de abril, a fin de detectar cambios en la distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación al final del periodo de crecimiento vegetativo de cada temporada.

a. Distribución y abundancia de la vegetación del Borde Este

La Tabla 3.1-1 muestra la superficie de las distintas formaciones vegetales prospectadas a partir del año 2006, así como la variación de la superficie en las dos últimas temporadas (campañas abril 2008 y abril 2009).

Cabe mencionar que la resolución del satélite en su modalidad multiespectral es de 2,4 metros, razón por la cual es posible identificar superficies cubiertas de vegetación de hasta 6 m². Sin embargo, se utilizó una escala de trabajo de 1:10.000 (1:1.000 en sectores de vegetación higromorfa) para elaborar la cartografía escala 1:50.000. Las superficies

reportadas en el presente informe fueron calculadas sobre la base de unidades vegetacionales identificadas de acuerdo con la escala de trabajo.

Los resultados de la presente campaña revelan un aumento de la superficie de las formaciones de Brea - Cachiyuyo de mayores coberturas (>25%), en contraposición con la del matorral de Brea - Cachiyuyo ralo (cobertura <10%) cuya superficie disminuyó respecto de la temporada anterior, evidenciando rebrote de estas especies. Una situación similar se observa en la Pradera de Grama salada, donde la superficie de esta formación que posee densidad rala disminuyó, en contraste con las Praderas muy abierta y abierta de la misma especie, cuyas superficies aumentaron. En el caso de las formaciones higromorfas, se observó también una disminución en la superficie de Pajonal muy abierto y de Pajonal denso, aumentando la superficie de esta formación con densidad semidensa, en comparación con el año anterior. Considerando toda el área y de acuerdo con el análisis realizado, se verificó un leve incremento en la superficie cubierta por vegetación de 17 ha.

TABLA 3.1-1
VARIACION PORCENTUAL EN SUPERFICIE DE LAS FORMACIONES VEGETALES
DEL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA

N°	FORMACIÓN VEGETAL	COBERTURA (%)	SUPERFICIE (HÁ)				VARIACION EN SUPERFICIE 2009-2008 (ha)
			2006	2007	2008	2009	
1	Matorral muy abierto de Rica rica-Pingo pingo	10-25	25	25	21	37	+16
	Matorral ralo de Rica rica-Pingo pingo	<10	1.385	1.385	1.337	1.324	-13
2	Matorral muy abierto de Cachiyuyo	10-25	65	65	51	43	-8
	Matorral ralo de Cachiyuyo	<10	329	329	329	332	+3
3	Matorral denso de Brea-Cachiyuyo	75-100	50	53	101	139	+38
	Matorral semidenso de Brea-Cachiyuyo	50-75	337	354	491	521	+30
	Matorral abierto de Brea-Cachiyuyo	25-50	1.622	1.596	1.801	1.865	+64
	Matorral muy abierto de Brea-Cachiyuyo	10-25	2.462	2.852	3.324	3.328	+4
	Matorral ralo de Brea-Cachiyuyo	<10	5.706	5.476	4.708	4.593	-115
4	Pradera densa de Grama Salada	75-100	10	10	18	8	-10
	Pradera semidensa de Grama Salada	50-75	8	8	29	26	-3
	Pradera abierta de Grama Salada	25-50	400	399	477	541	+64
	Pradera muy abierta de Grama Salada	10-25	926	810	804	867	+63
	Pradera rala de Grama Salada	<10	2.465	2.376	2.281	2.167	-114
5	Pajonal denso de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus americanus</i> - <i>Baccharis juncea</i>	75-100	262	281	331	270	-61
	Pajonal semidenso de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus americanus</i> - <i>Baccharis juncea</i>	50-75	98	87	69	187	+118
	Pajonal abierto de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus americanus</i> - <i>Baccharis juncea</i>	25-50	385	419	459	465	+6
	Pajonal muy abierto de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus americanus</i> - <i>Baccharis juncea</i>	10-25	469	429	449	390	-59
	Pajonal ralo de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus americanus</i> - <i>Baccharis juncea</i>	<10	249	249	195	189	-6
TOTAL			17.256	17.203	17.275	17.292	+17

b. Estado vital de la vegetación del Borde Este

Las Tablas 3.1-2, 3.1-3 y 3.1-4 indican el número de puntos de muestreo de vegetación (99 en total) pertenecientes a las diferentes clases de Vitalidad, Porcentaje de Copa Verde y Fenología, de acuerdo con las mediciones de terreno efectuadas durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009.

Respecto a la Vitalidad, se observó que las formaciones vegetales en estudio mantuvieron o mejoraron su vitalidad en relación a la temporada de abril de 2008. Se registró un aumento en la frecuencia de puntos de muestreo en las categorías de vitalidad Normal y Vigoroso, en tanto el número de puntos de muestreo en categorías de menor vitalidad (Débil y Muy débil) disminuyó. Las principales variaciones se mostraron en el Matorral de Brea – Cachiyuyo donde se observó un desplazamiento de frecuencias de puntos de muestreo de categoría Débil a Normal, desde la temporada de abril de 2008.

En general, se observó un aumento en el porcentaje de copa verde de las formaciones vegetales presentes. Se registró un aumento en la frecuencia de puntos de muestreo en los rangos de mayor porcentaje de copa verde (>50%) respecto de la temporada anterior, mientras que la frecuencia de los puntos de muestreo en los rangos de copa verde menores (<25%) disminuyó en relación al año pasado. Las formaciones de Brea – Cahiyuyo se presentan mayoritariamente en el rango de 50-75% de copa verde, a diferencia de la temporada anterior que se presentaba mayoritariamente con 5-25% de copa verde. La Pradera de Grama Salada se presenta mayoritariamente con un rango de copa verde de 25-50%, mientras que la temporada anterior lo hacía en el rango inferior (5-25%). Los Pajonales se presentan en su mayoría con 25-50% de copa verde, en tanto el año anterior presentaban principalmente con 5-25% de copa verde. Las formaciones de Rica rica – Pingo pingo y de Cachiyuyo en general no evidencian variaciones en el porcentaje de copa verde.

En estas especies, cuya adaptación a las condiciones ambientales presentes consiste en eliminar su biomasa aérea durante el periodo de receso invernal para posteriormente rebrotar en el periodo estival, las variaciones de porcentaje de copa verde y vitalidad son más comunes que en especies cuya biomasa aérea se mantiene durante todo el año.

Respecto a la fenología, se pudo observar que todas las especies se encontraban en fase de Crecimiento Vegetativo al menos. La mayor parte de los ejemplares muestreados presentaron elongación de brotes, formación de hojas y producción de frutos en forma similar a lo observado en las campañas anteriores (Tabla 3.1-4).

TABLA 3.1-2
Nº PUNTOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN CATEGORÍAS DE VITALIDAD
BORDE ESTE SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009

FORMACIÓN VEGETAL	CATEGORÍA DE VITALIDAD																				TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO POR FORMACIÓN			
	Seco				Muy débil				Débil				Normal				Vigoroso				2006	2007	2008	2009
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009				
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	1	-	7	4	6	5	-	-	-	1	7	7	7	7
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	5	-	-	12	19	4	40	30	19	35	4	1	-	4	44	43	43	43
Matorral de Cachiyuyo	-	-	1	-	-	-	2	-	-	3	3	-	6	4	1	7	1	-	-	-	7	7	7	7
Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Scirpus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	-	9	1	-	16	11	22	19	3	-	-	2	19	21	24	21
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	-	-	1	-	1	7	3	2	13	9	9	14	4	-	-	-	18	16	13	16
Sin Vegetación	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	5
Total puntos muestreo por clase	-	-	6	6	-	2	9	-	1	33	27	6	82	58	57	80	12	1	-	7	99	99	99	99

TABLA 3.1-3
Nº PUNTOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE
BORDE ESTE SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009

FORMACIÓN VEGETAL	CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE																				TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO POR FORMACIÓN							
	0%				<5%				5-25%				25-50%				50-75%				75-100%				2006	2007	2008	2009
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009				
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	2	1	3	-	3	3	2	2	-	1	2	3	-	1	7	7	7	7
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	18	1	12	22	13	5	16	15	8	25	16	4	2	12	44	43	43	43
Matorral de Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	4	4	4	3	2	1	2	1	1	-	1	7	7	7	7
Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Scirpus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	-	-	-	-	-	1	3	-	-	7	14	2	4	6	5	11	7	4	2	7	8	3	-	1	19	21	24	21
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	-	-	4	-	2	4	7	1	12	11	2	7	2	1	-	6	2	-	-	2	18	16	13	16
Sin Vegetación	4	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	5
Total puntos muestreo por clase	4	5	5	5	-	2	12	1	2	14	42	5	34	43	27	30	30	24	11	41	29	11	2	17	99	99	99	99

TABLA 3.1-4
Nº PUNTOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN SEGÚN FASE FENOLÓGICA
BORDE ESTE SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009

FORMACIÓN VEGETAL	FASE FENOLÓGICA																				TOTAL DE PUNTOS DE MUESTREO POR FORMACIÓN							
	Senescente				Crecimiento vegetativo				Fructificación				Crecimiento vegetativo - Floración				Crecimiento vegetativo - Fructificación				Crecimiento vegetativo - Floración- Fructificación				2006	2007	2008	2009
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009				
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	1	5	5	4	3	1	1	-	-	-	-	-	3	1	1	3	-	-	-	-	-	7	7	7	7
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	2	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	42	39	39	39	-	-	-	1	44	43	43	43
Matorral de Cachiyuyo	-	-	1	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	4	7	5	5	-	-	-	1	7	7	7	7
Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Scirpus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	-	1	-	-	2	3	4	6	-	-	2	-	-	-	-	-	17	17	18	15	-	-	-	-	19	21	24	21
Pradera Grama Salada	-	-	-	-	8	10	9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	4	5	-	-	-	-	18	16	13	16
Sin Vegetación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	5
Total puntos muestreo por clase	-	1	1	1	19	22	20	23	2	1	3	-	-	-	-	4	74	70	70	64	-	-	-	2	99	99	99	99

3.1.2 Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en zona de conexión vegetación-acuífero

 a. Cobertura y composición de la vegetación en la zona de conexión vegetación - acuífero

En un total de 19 puntos de muestreo se efectuaron mediciones de cobertura y composición de la formación de Matorral de Brea - Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides* - *Atriplex atacamensis*) presente en la zona de conexión vegetación - acuífero. Se efectuaron dos campañas, en enero de 2009 y abril de 2009. Los resultados de la campaña de enero se exponen en la Tabla 3.1-5 y los de abril en la Tabla 3.1-6.

**TABLA 3.1-5
COBERTURA Y COMPOSICION DE ESPECIES
EN LA ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN – ACUÍFERO, CAMPAÑA ENERO 2009**

Parcela	Coordenadas		Cobertura de la vegetación (%)	Especie dominante	Especies acompañantes
	Norte	Este			
VA-01	7.424.994	591.385	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-02	7.424.349	592.162	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-03	7.422.421	593.117	10-25	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-04	7.422.185	593.148	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-05	7.421.045	593.306	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-06	7.419.892	593.553	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> <i>Atriplex atacamensis</i>
VA-07	7.419.551	593.661	25-50	<i>Atriplex atacamensis</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-08	7.417.163	593.187	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-09	7.413.079	593.304	>75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-10	7.412.433	593.522	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-11	7.411.925	593.746	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-12	7.410.914	594.376	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-13	7.410.315	594.818	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-14	7.408.958	595.179	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-15	7.407.886	595.473	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-16	7.406.408	595.682	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-17	7.406.023	595.533	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-18	7.404.709	595.464	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-19	7.404.523	595.458	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	-

TABLA 3.1-6
COBERTURA Y COMPOSICION DE ESPECIES
EN LA ZONA DE CONEXIÓN VEGETACIÓN - ACUÍFERO, CAMPAÑA ABRIL 2009

Parcela	Coordenadas		Cobertura de la vegetación (%)	Especie dominante	Especies acompañantes
	Norte	Este			
VA-01	7.424.994	591.385	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-02	7.424.349	592.162	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-03	7.422.421	593.117	10-25	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-04	7.422.185	593.148	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-05	7.421.045	593.306	5-10	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-06	7.419.892	593.553	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-07	7.419.551	593.661	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-08	7.417.163	593.187	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-09	7.413.079	593.304	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> <i>Atriplex atacamensis</i>
VA-10	7.412.433	593.522	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> <i>Atriplex atacamensis</i>
VA-11	7.411.925	593.746	50-75	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-12	7.410.914	594.376	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-13	7.410.315	594.818	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-14	7.408.958	595.179	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> <i>Atriplex atacamensis</i>
VA-15	7.407.886	595.473	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-16	7.406.408	595.682	5-10	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-17	7.406.023	595.533	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-18	7.404.709	595.464	25-50	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-19	7.404.523	595.458	10-25	<i>Tessaria absinthioides</i>	-

En general la vegetación presentó rangos de cobertura que varían entre 10% y 75%. La especie más representativa de esta formación arbustiva es Brea (*Tessaria absinthioides*), acompañada frecuentemente por la especie herbácea Grama salada (*Distichlis spicata*) y ocasionalmente por arbustos de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), los que pueden alcanzar grandes tamaños resaltando al interior de la formación vegetal.

b. Estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación - acuífero

Las Tablas 3.1-7, 3.1-8 y 3.1-9 indican el número de puntos de muestreo de la formación de Brea - Cachiyuyo (*Tessaria absinthioides* - *Atriplex atacamensis*) presente en la zona de conexión vegetación - acuífero (19 en total), pertenecientes a las diferentes categorías de Vitalidad, Porcentaje de Copa Verde y Fenología, de acuerdo con las mediciones de terreno efectuadas durante las campañas de abril de 2007, enero de 2008, abril de 2008, enero de 2009 y abril de 2009.

Respecto a la Vitalidad, no se observaron variaciones en la vegetación entre enero y abril de 2009. Sí se aprecian mejoras en la vitalidad de la vegetación, al comparar los registros de 2008

(enero y abril) con los de 2009 (enero y abril), observándose un aumento en la frecuencia de puntos de muestreo en categoría Normal y una disminución de ésta en las categorías Débil y Muy débil (Tabla 3.1-7).

Respecto al Porcentaje de copa verde, se puede indicar que durante la presente temporada (2009) la mayor expresión de cobertura de la vegetación de esta zona se observó en el mes de enero con rangos de cobertura de entre 25 y 100%, mientras que en abril no superó el 75% (Tabla 3.1-8). Los valores observados en enero de 2009 son levemente superiores a los de enero de 2008. Del mismo modo se observó un aumento en el Porcentaje de copa verde en abril de 2009, respecto al mismo mes de la temporada anterior.

En cuanto a la fase fenológica, se puede indicar que las especies dominantes en los puntos de muestreo, Brea (*Tessaria absinthioides*) y Grama Salada (*Distichlis spicata*), se encuentran mayoritariamente en etapa de floración durante enero y en fructificación durante abril, similar situación a la observada en la temporada 2008. Entre enero y abril estas especies se encuentran además en fase de crecimiento vegetativo.

TABLA 3.1-7
Nº PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUIFERO
EN CATEGORÍAS DE VITALIDAD. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 Y ENERO-ABRIL 2009

Categorías de vitalidad	Total de puntos de muestreo por clase				
	abril 2007	enero 2008	abril 2008	enero 2009	abril 2009
Seco	0	0	0	0	0
Muy débil	0	0	2	0	0
Débil	11	6	10	1	1
Normal	8	13	7	18	18
Vigoroso	0	0	0	0	0

TABLA 3.1-8
Nº PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUIFERO
EN CLASES DE PORCENTAJE DE COPA VERDE. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 Y
ENERO-ABRIL 2009

Clases de porcentaje de copa verde	Total de puntos de muestreo por clase				
	abril 2007	enero 2008	abril 2008	enero 2009	abril 2009
0%	0	0	0	0	0
< 5%	0	0	0	0	0
5 - 25%	1	1	7	0	0
25 - 50%	13	7	12	6	6
50 - 75%	5	7	0	7	13
75 - 100%	0	4	0	6	0

TABLA 3.1-9
Nº PUNTOS DE MUESTREO EN ZONA DE CONEXIÓN VEGETACION – ACUIFERO
SEGÚN FASE FENOLÓGICA. CAMPAÑAS ABRIL 2007, ENERO-ABRIL 2008 Y ENERO-ABRIL 2009

Fase fenológica	Total de puntos de muestreo por clase				
	abril 2007	enero 2008	abril 2008	enero 2009	abril 2009
Senescente	0	0	0	0	0
Crecimiento vegetativo	0	2	5	2	1
Floración	0	0	0	0	0
Fructificación	0	0	2	0	0
Crec. vegetativo y Floración	0	17	0	9	0
Crec. Vegetativo y Fructificación	19	0	12	5	18
Crec. Vegetativo, Floración y Fructificación	-	-	-	3	0

Considerando que el pozo Camar 2 entró en operación en marzo de 2008 y los pozos Mullay y Allana lo hicieron en septiembre del mismo año, se estima que este hecho no ha influido en la vegetación ubicada en la zona de conexión con el acuífero.

3.1.3 Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

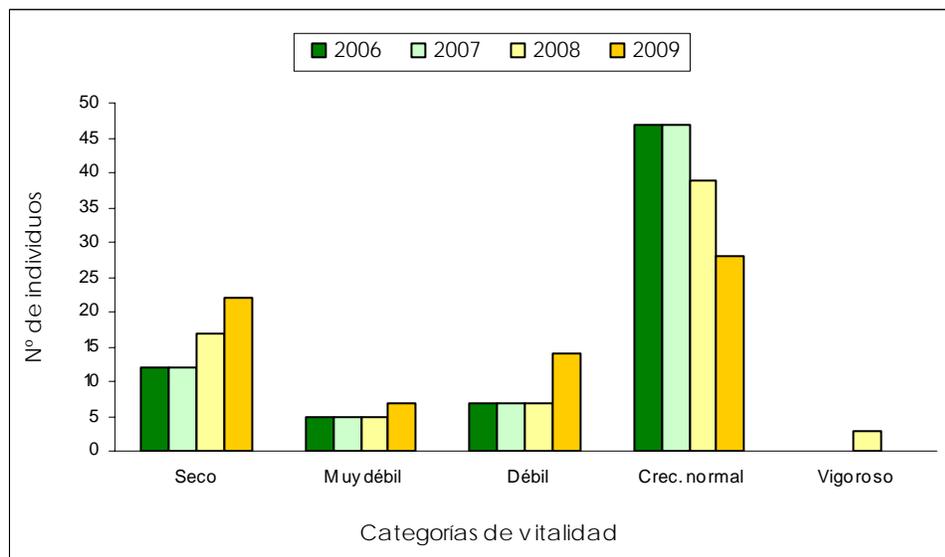
Se exponen a continuación los resultados de las mediciones de Vitalidad y Porcentaje de copa verde efectuadas sobre la población de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) ubicada en las inmediaciones del pozo Camar 2. La campaña de terreno se realizó en el mes de abril de 2009. El registro fotográfico de cada ejemplar se entrega en el Anexo VI adjunto al presente documento.

La Tabla 3.1-10 y Figura 3.1-3 muestran el estado vital de los ejemplares prospectados en la presente campaña de monitoreo (abril de 2009) y durante las campañas anteriores (abril de 2006, abril de 2007 y abril de 2008). En general, se observó una leve disminución en la vitalidad de los Algarrobos, respecto de las campañas anteriores. Se registró una disminución del número de individuos en categoría de Vitalidad Normal, y un aumento de éste en categorías Débil y Muy débil. Aumentó también el número de individuos secos (desprovistos de follaje y estructuras reproductivas), los cuales en campañas anteriores presentaban categorías de Vitalidad Débil o Muy débil, y de baja altura (ver registro fotográfico en Anexo VI), sin embargo no se descarta que estos individuos rebroten posteriormente. Además, y a diferencia de lo registrado en 2008, en la presente campaña no se observaron individuos en categoría de vitalidad Vigoroso.

TABLA 3.1-10
VITALIDAD DE LOS EJEMPLARES DE PROSOPIS FLEXUOSA EN EL SECTOR DE CAMAR 2
CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009

VITALIDAD	2006		2007		2008		2009	
	Nº DE INDIVIDUOS	%	Nº DE INDIVIDUOS	%	Nº DE INDIVIDUOS	%	Nº DE INDIVIDUOS	%
Ejemplar seco, no presenta follaje verde ni estructura reproductivas de ningún tipo	12	16,9	12	16,9	17	23,9	23	31,0
Ejemplar muy débil, presenta escaso follaje verde, sin producción de frutos, se observan signos de ataque de patógenos	5	7,0	5	7,0	5	7,0	6	9,9
Ejemplar débil, aunque presenta follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos, capaz de producir algunos frutos	7	9,9	7	9,9	7	9,9	15	19,7
Ejemplar de crecimiento normal, presenta gran parte de su follaje verde, producción de frutos, sin signos de patógenos	47	66,2	47	66,2	39	55,0	27	39,4
Ejemplar excepcionalmente vigoroso, presenta abundancia de follaje y estructuras reproductivas	-	-	-	-	3	4,2	-	-
TOTAL	71	100,0	71	100,0	71	100	71	100,0

FIGURA 3.1-3
VITALIDAD DE LOS EJEMPLARES DE PROSOPIS FLEXUOSA EN EL SECTOR DE CAMAR 2
CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009



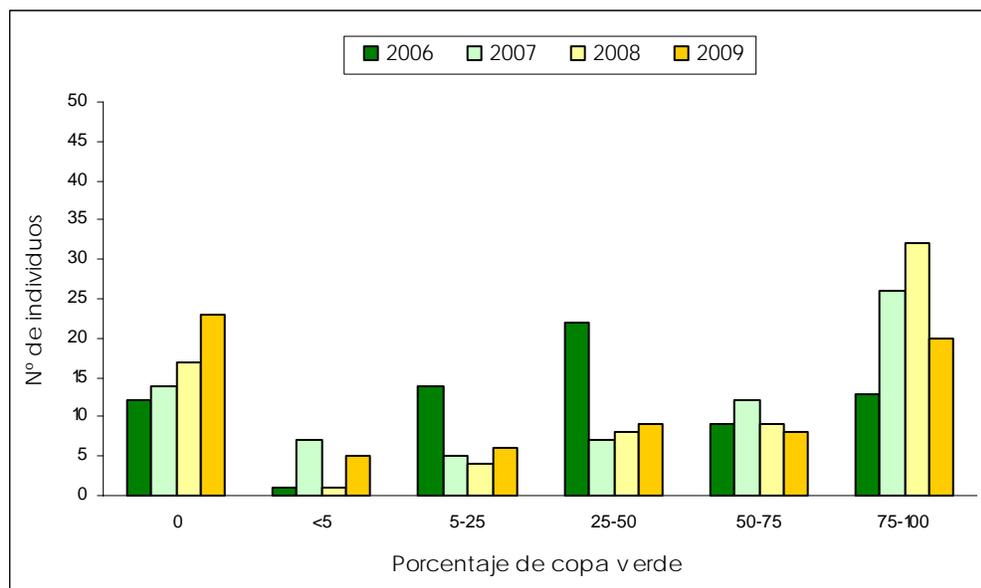
La Tabla 3.1-11 y Figura 3.1-4 muestran la proporción de Algarrobos presentes en las distintas clases de Porcentaje de Copa Verde, de acuerdo con las mediciones realizadas en la presente campaña de monitoreo (abril de 2009) y durante las campañas anteriores (abril de 2006, abril de 2007 y abril de 2008).

En general se observó una disminución en el porcentaje de copa verde de los individuos de Algarrobo, en comparación con el año 2008, registrándose un aumento de éstos en los rangos menores al 50% de copa verde y una disminución en los rangos superiores.

TABLA 3.1-11
PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE PROSOPIS FLEXUOSA EN EL SECTOR DE CAMAR 2. CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009

% COPA VERDE	2006		2007		2008		2009	
	Nº DE INDIVIDUOS	%						
0	12	16,9	14	19,7	17	23,9	23	32,4
<5	1	1,4	7	9,8	1	1,4	5	7
5-25	14	19,7	5	7	4	5,6	6	8,5
25-50	22	31	7	9,8	8	11,3	9	12,7
50-75	9	12,7	12	16,9	9	12,7	8	11,3
75-100	13	18,3	26	36,6	32	45,1	20	28,1
TOTAL	71	100	71	100	71	100	71	100

FIGURA 3.1-4
PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE PROSOPIS FLEXUOSA EN EL SECTOR DE CAMAR 2. CAMPAÑAS 2006, 2007, 2008 Y 2009



De acuerdo con las mediciones efectuadas en los pozos Camar 2, L3-16 y L3-2, la profundidad de la napa subterránea en el sector donde se desarrollan los ejemplares de *Prosopis flexuosa* alcanza, en su nivel menos profundo, los 48 metros. De acuerdo a la bibliografía *P. flexuosa* es una especie freatófita o freatófita facultativa, sin embargo en este caso la población de Algarrobos no dependería de la napa freática, sino que tendría un comportamiento vadosófito, es decir, que aprovecha el agua subsuperficial que se almacena en horizontes arcillosos del suelo, independizándose así de los aportes directos de las precipitaciones y de la napa freática. Es así como el año 2007 (primer informe operacional) la profundidad de la napa era de aproximadamente 70 metros, encontrándose más colgados aún los ejemplares de Algarrobos. Los aportes hídricos que mantendrían húmedos estos horizontes arcillosos, provendrían de las precipitaciones directas, que se infiltrarían por los horizontes superficiales arenosos hasta el horizonte arcilloso, y de las lluvias del Invierno Altiplánico que escurren esporádicamente por la quebrada de Camar.

Como señalan algunos autores, la regeneración de esta especie se produciría en ciclos ligados a condiciones climáticas favorables. Esto se explica dado que sus semillas poseen una alta viabilidad y de larga duración, además de presentar un rápido proceso germinativo y un rápido crecimiento radicular.

Al ser *P. flexuosa* una especie heliófita, como todas las de su género, es intolerante a la sombra y presenta una gran resistencia a la aridez, además de una buena capacidad de rebrote.

Todas estas estrategias de adaptación explican el establecimiento, desarrollo y dinámica de esta población de Algarrobos, así como la variación en su vitalidad y porcentaje de copa verde de una temporada a otra, dependiendo principalmente de los aportes hídricos antes mencionados (precipitaciones). Por ello se considera oportuno incluir información pluviométrica más cercana registrada, correspondiente a la estación meteorológica DGA de Camar (coordenadas UTM 7.411.774N, 607.294E, datum PSAD 56, huso 19s) ubicada aproximadamente a 10km al este de la población de Algarrobos (Tabla 3.1-12).

TABLA 3.1-12
PRECIPITACIONES (MM) REGISTRADAS EN LA ESTACION METEREOLÓGICA DE CAMAR

MES	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	22,0	0,0	1,0	0,0	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0	3,0	23,5	6,0	0,6	1,2	0,0
Febrero	0,0	0,0	51,0	0,0	18,0	0,0	16,0	0,1	7,0	0,0	0,0	7,0	7,5	4,0	2,0
Marzo	6,5	0,0	8,5	0,0	6,0	0,0	82,5	58,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	4,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Mayo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Julio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Agosto	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,2	0,0	0,0	
Septiembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	
Octubre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Noviembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Diciembre	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ANUAL	28,5	16,0	60,5	2,0	25,5	37,9	98,5	58,8	17,0	5,0	33,0	13,4	8,1	5,2	6,0

En la Tabla 3.1-12 se puede apreciar que la ocurrencia de eventos de precipitación se concentra en el periodo estival. En color verde se destacaron los eventos de precipitación más importantes registrados en el periodo 1995-2009 (sobre 15 mm). Probablemente a estos eventos se debe la presencia de los ejemplares de *P. flexuosa* más juveniles, que aprovecharían las aguas de escurrimiento superficial. A partir del año 2006 no se han registrado eventos de importancia, lo que podría explicar el aumento del número de individuos secos de *P. flexuosa*.

3.2 Flora

El monitoreo del componente flora comprende el seguimiento de la riqueza y abundancia de especies de flora presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Adicionalmente, se evalúan variaciones en el pH y salinidad del suelo en la zona de mayor acumulación de raíces (primeros 20 cm del suelo).

A continuación se entregan los resultados de la prospección de terreno efectuada durante el mes de abril de 2009.

3.2.1 Riqueza florística

En base a las campañas realizadas desde el año 2006 hasta el 2009, la riqueza florística del Borde Este del Salar de Atacama alcanza las 24 especies. De acuerdo con la prospección florística de terreno efectuada en el mes de abril de 2009 se verificó la presencia de 22 especies (Tabla 3.2-1). Se logró identificar una nueva especie (*Muhlenbergia asperifolia*) que no había sido registrada en campañas anteriores. Se estima la posibilidad de que esta especie corresponda a la determinación de algunas que en años anteriores se identificaron sólo a nivel de género (*Agrostis sp*), ya que existen algunas sinonimias en ambos géneros². En la presente campaña, al igual que en la anterior no se registró *Festuca hypsophilla*³ ni *Cistanthe celosioides*⁴, ambas especies herbáceas que se encontraron en bajísimas densidades en años anteriores.

Las familias más representadas fueron *Chenopodiaceae* y *Poaceae*, con 6 especies cada una. Del total de especies prospectadas, 12 corresponden a herbáceas (50%), 11 a arbustos (46%) y 1 especie corresponde a suculenta (4%).

² *Agrostis eremophila* y *Agrostis distichophylla* son sinónimos de *Muhlenbergia asperifolia*.

³ *Festuca hypsophilla* se registró en 2007 con muy baja cobertura (< 5%) en una parcela de muestreo.

⁴ *Cistanthe celosioides* se registró en años anteriores fuera de de las parcelas de muestreo.

TABLA 3.2-1
RIQUEZA DE ESPECIES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO
CAMPAÑAS DE ABRIL DE 2006, ABRIL DE 2007, ABRIL 2008 y ABRIL 2009

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	TIPO BIOLÓGICO	ORIGEN	2006	2007	2008	2009
1	<i>Acantholippia desérticola</i>	Verbenaceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
2	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae	Herbácea		X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
3	<i>Atriplex atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
4	<i>Atriplex glaucescens</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
5	<i>Atriplex imbricata</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
6	<i>Atriplex madariagae</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
7	<i>Baccharis juncea</i>	Asteraceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
8	<i>Cistanthe celosioides</i>	Portulacaceae	Herbácea	Nativa	X (*)	X (*)	-	-
9	<i>Cortaderia atacamensis</i>	Poaceae	Herbácea	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
10	<i>Distichlis spicata</i>	Poaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X
11	<i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
12	<i>Festuca hypsophilla</i>	Poaceae	Herbácea	Nativa	X	X	-	-
13	<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X
14	<i>Lycium humile</i>	Solanaceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
15	<i>Muhlenbergia asperifolia</i>	Poaceae	Herbácea	Nativa	-	-	-	X (*)
16	<i>Nitrophila atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X
17	<i>Opuntia aff. atacamensis</i>	Cactaceae	Suculenta	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
18	<i>Puccinellia frigida</i>	Poaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X
19	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
20	<i>Scirpus americanus</i>	Cyperaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X
21	<i>Scirpus atacamensis</i>	Cyperaceae	Herbácea	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
22	<i>Tessaria absinthioides</i>	Asteraceae	Arbusto	Nativa	X	X	X	X
23	<i>Tiquilla atacamensis</i>	Boraginaceae	Arbusto	Nativa	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)
24	<i>Triglochin concinna</i>	Juncaginaceae	Herbácea	Nativa	X	X	X	X

(*) Especies observadas fuera de los puntos de muestreo.

3.2.2 Frecuencia y abundancia de la flora

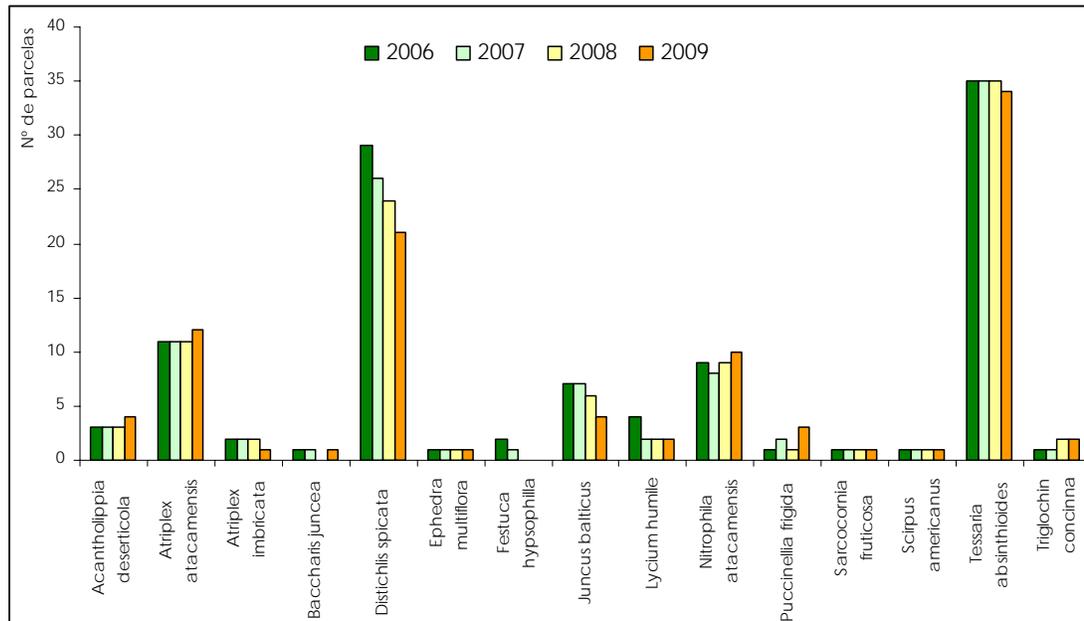
El Anexo IV entrega el detalle de la cobertura por especie registrada en las 75 parcelas de muestreo de flora, junto con una descripción del sustrato superficial del suelo y las mediciones de pH y salinidad del suelo en la zona de mayor acumulación de raíces (primeros 20 cm del suelo).

La Figura 3.2-1 muestra la frecuencia de especies medida en el Borde Este del Salar de Atacama en la presente campaña (abril de 2009) y en las campañas anteriores (abril de 2006, abril de 2007 y abril de 2008). *Tessaria absinthioides* es la especie más frecuentemente observada en 34 (45%) de los 75 puntos de muestreo, seguida de *Distichlis spicata* que estuvo presente en 21 puntos (28% del total de parcelas). Menos frecuentes son las especies *Atriplex atacamensis*, observada en 12 (16%) puntos de muestreo, *Nitrophila atacamensis* presente en

10 puntos de muestreo (13%), *Juncus balticus* y *Acantholippia deserticola* se registraron en 4 parcelas cada una (5% del total de parcelas). El resto de las especies presentan frecuencias inferiores al 4 %.

En general, no se observaron mayores variaciones en la frecuencia de especies durante todo el periodo analizado (2006 – 2009).

FIGURA 3.2-1
FRECUENCIA DE ESPECIES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA
CAMPAÑAS DE ABRIL DE 2006, ABRIL DE 2007, ABRIL DE 2008 Y ABRIL DE 2009



La Tabla 3.2-2 muestra la frecuencia de especies para los siete transectos dispuestos en el Borde Este del Salar de Atacama en orientación Este – Oeste. En general la riqueza de especies por transecto es baja, variando entre 2 y 9 especies. Las especies más frecuentes son *Tessaria absinthioides* y *Distichlis spicata*, presentes en todos los transectos.

En general, no se observó mayores variaciones en la frecuencia de especies en los transectos durante todo el periodo analizado (2006 – 2009).

TABLA 3.2-2
FRECUENCIA DE ESPECIES POR TRANSECTO. BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA
CAMPAÑAS DE 2006, 2007, 2008 y 2009.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN EN QUE SE OBSERVÓ LA ESPECIE																																			
	Transecto 1 (19 pts.)				Transecto 2 (14 pts.)				Transecto 3 (10 pts.)				Transecto 4 (9 pts.)				Transecto 5 (14 pts.)				Transecto 6 (3 pts.)				Transecto 7 (6 pts.)				TOTAL (75 pts.)				TOTAL %			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Acantholippia deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	4	4	4	4	5
<i>Atriplex atacamensis</i>	2	2	3	3	4	4	4	4	0	1	0	0	2	1	1	1	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	11	12	15	15	15	16
<i>Atriplex imbricata</i>	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	3	3	3	1
<i>Baccharis juncea</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
<i>Distichlis spicata</i>	11	11	10	10	3	2	2	0	5	5	4	4	2	2	1	1	5	3	4	2	1	1	1	1	2	2	2	2	29	26	24	21	39	35	32	28
<i>Ephedra multiflora</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Festuca hypsophylla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	1	0	0
<i>Juncus balticus</i>	3	3	3	2	2	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	6	4	9	9	8	5
<i>Lycium humile</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	2	5	3	3	3
<i>Nitrophila atacamensis</i>	5	4	4	4	0	0	1	2	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	8	9	10	12	11	12	13
<i>Puccinellia frigida</i>	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	1	3	1	4
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scirpus americanus</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Tessaria absinthioides</i>	6	6	6	5	6	6	6	6	7	7	6	6	5	5	5	5	8	8	8	9	1	1	2	1	2	2	2	2	35	35	35	34	47	47	47	45
<i>Triglochin concinna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	3	3
TOTAL DE ESPECIES POR TRANSECTO	8	7	6	7	9	9	9	8	9	9	7	8	4	4	4	4	7	7	7	6	2	2	2	2	3	3	3	3								

3.2.3 pH y conductividad eléctrica del suelo

A continuación se presentan los resultados de las mediciones de pH y conductividad eléctrica (salinidad) del suelo efectuadas en los 75 puntos de muestreo, distribuidos en los 7 transectos de Flora dispuestos en sentido Este – Oeste en el Salar de Atacama.

a. PH

La Tabla 3.2-3 presenta los resultados de las mediciones de pH efectuadas en el sustrato superficial del suelo⁵ (horizonte orgánico).

De acuerdo con las mediciones efectuadas en abril de 2009, se puede indicar que el sustrato donde se desarrollan las raíces de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama presenta rangos de pH que van desde Neutros (6,6-7,3) a Fuertemente alcalinos (8,5-9,0) siendo en su mayoría, con el 45,3% de los puntos muestreados, Moderadamente alcalinos (7,9-8,4). El 28% (21 puntos de muestreo) presentó un pH Levemente alcalino, el 14,7% Neutro y el 12%, pH fuertemente alcalino, este último considerado con fuertes restricciones al desarrollo de las plantas.

**TABLA 3.2-3
RANGOS DE PH DEL SUELO EN TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA.
CAMPAÑA ABRIL DE 2009**

CATEGORÍAS DE PH (USDA 1999)	RANGO PH	COLOR	Nº de Puntos	%
Extremadamente ácido	3.5 – 4.4		-	
Muy fuertemente ácido	4.5 – 5.0		-	
Fuertemente ácido	5.1 – 5.5		-	
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0		-	
Levemente ácido	6.1 – 6.5		-	
Neutro	6.6 – 7.3		11	14,7
Levemente alcalino	7.4 – 7.8		21	28,0
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4		34	45,3
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0		9	12,0
TOTAL			75	100

⁵ Para la evaluación del pH, se utilizaron las categorías definidas por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 1999).

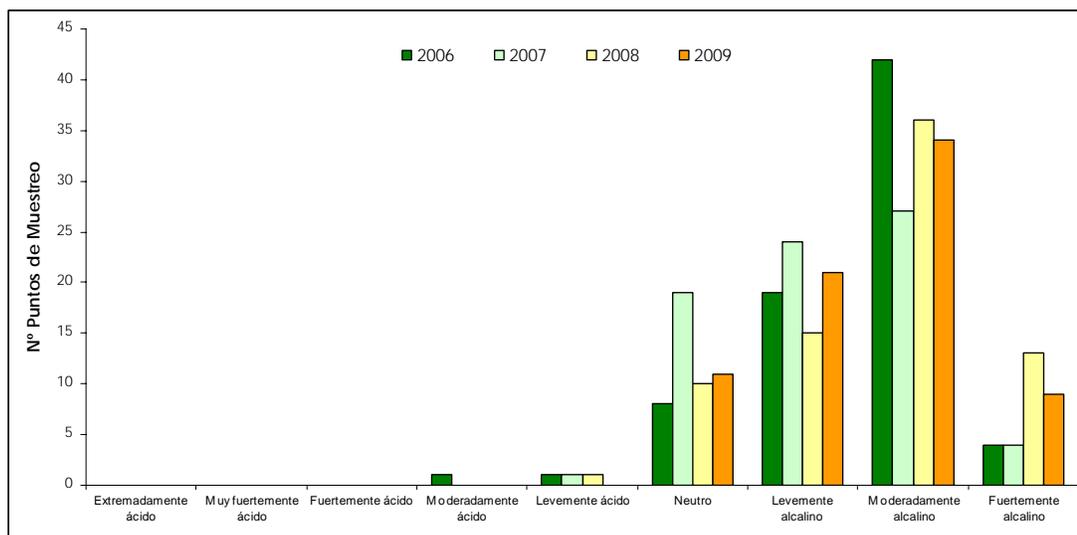
La Tabla 3.2-4 presenta la distribución de los rangos de pH a lo largo de los 7 transectos. No se observa una tendencia clara del pH en sentido este-oeste, aun cuando los valores más alcalinos se observan hacia el este, es decir, en forma más próxima al núcleo del salar.

TABLA 3.2-4
DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE PH EN LOS TRANSECTOS DE MUESTREO
CAMPAÑA ABRIL DE 2009

Transectos	PH EN PUNTOS DE MUESTREO																		
	MARGEN DEL SALAR									NÚCLEO DEL SALAR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF-1	8,7	8,4	8,3	7,3	8,2	8,5	8,6	8,1	8,2	8,3	8,8	8,4	8,7	8,1	8,3	8,8	8,4	8,6	8,8
TF-2	7,8	7,5	7,5	6,8	8,0	8,3	8,4	8,3	8,4	8,3	8,3	7,4	8,4	8,5					
TF-3	7,8	7,1	8,3	8,1	7,4	8,4	8,1	8,2	7,7	7,4									
TF-4	7,8	7,5	6,7	7,3	7,1	7,6	8,1	8,1	7,5										
TF-5	8,1	7,8	7,9	8,1	7,2	7,7	8,2	7,7	7,8	8,2	8,0	7,8	7,8	8,1					
TF-6	7,1	7,9	7,1																
TF-7	7,1	7,7	7,5	8,1	7,8	7,1													

La Figura 3.2-2 presenta un análisis gráfico del comportamiento del pH en la presente campaña de monitoreo (abril de 2009) y en las campañas anteriores (abril de 2006, 2007 y 2008). Se observa que existen diferencias de un año a otro, las que podrían atribuirse a diferentes factores, como las variaciones en las concentraciones de iones Hidrógeno en el suelo, producto de movilización de iones por ascenso de agua por capilaridad desde la napa subterránea, procesos de captación por parte de las plantas, o de diferencias locales en un mismo estrato.

FIGURA 3.2-2
DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SEGÚN RANGO DE PH
CAMPAÑAS ABRIL DE 2006, 2007, 2008 Y 2009



b. Conductividad eléctrica

La Tabla 3.2-5 presenta los resultados de las mediciones de conductividad eléctrica⁶ del suelo efectuadas en los 7 transectos de muestreo de flora. Del análisis de la tabla se puede indicar que el sustrato donde se desarrollan las raíces de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama presenta por lo general valores de conductividad eléctrica mayores a 1 mS/cm. En efecto, el 72,0% de los puntos corresponde a la categoría de conductividad Moderadamente salino, el 21,3% a Ligeramente salino y el 6,7% a muy ligeramente salino.

TABLA 3.2-5
RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL SUELO EN TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2009

Categorías de conductividad eléctrica (USDA 1999)	Rango de conductividad eléctrica (mS/cm)	Color	Nº de puntos	%
No salino	0 – 0,98		-	-
Muy ligeramente salino	0,98 – 1,71		5	6,7
Ligeramente salino	1,71 – 3,16		16	21,3
Moderadamente salino	3,16 – 6,07		54	72,0
Fuertemente salino	> 6,07		-	-
TOTAL			75	100

La Tabla 3.2-6 presenta la distribución de los rangos de conductividad eléctrica a lo largo de los 7 transectos.

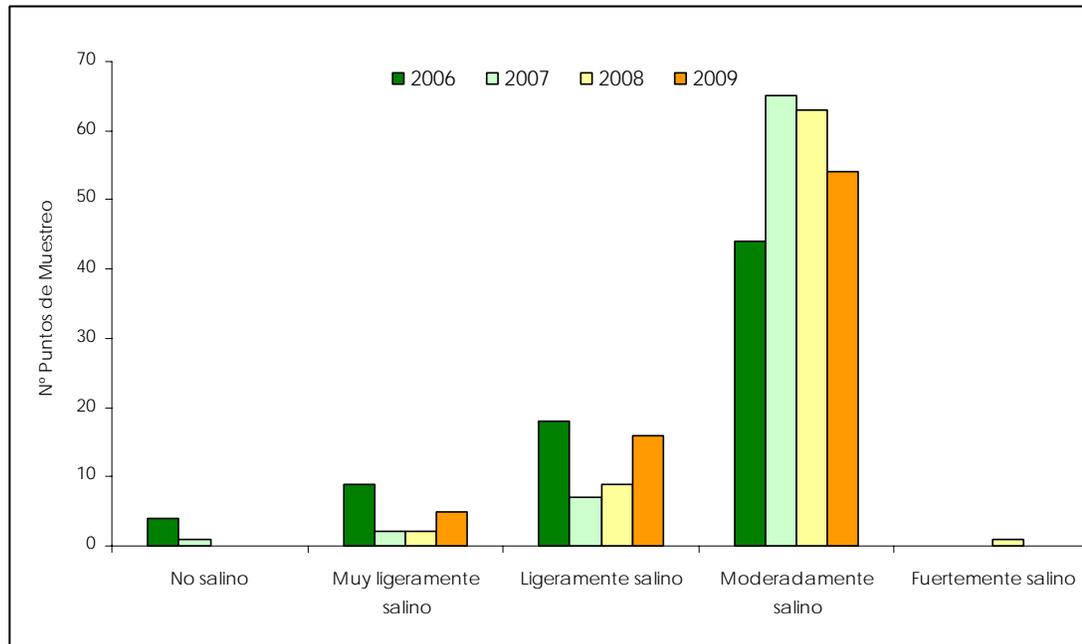
TABLA 3.2-6
DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FLORA. CAMPAÑA ABRIL DE 2009

Transectos	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/CM) EN PUNTOS DE MUESTREO																		
	MARGEN DEL SALAR									NÚCLEO DEL SALAR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
TF-1	2,1	4,7	4,7	4,7	4,4	4,4	2,8	3,1	2,8	2,1	2,3	2,8	3,4	4,4	1,0	2,8	2,6	1,8	2,1
TF-2	1,0	4,7	4,1	3,9	4,1	3,9	4,1	2,3	1,6	1,6	3,9	3,1	4,1	5,9					
TF-3	4,1	4,1	3,9	4,7	1,6	4,4	4,4	4,9	5,7	5,4									
TF-4	2,6	4,9	5,2	4,9	4,9	5,2	3,9	5,4	5,7										
TF-5	4,9	5,2	3,6	5,2	5,7	5,7	4,4	3,6	3,9	1,8	4,1	4,1	4,4	4,4					
TF-6	5,4	4,4	5,7																
TF-7	5,4	5,2	5,2	2,8	3,6	5,7													

⁶ Para el análisis de los resultados se utilizó la clasificación de conductividad eléctrica desarrollada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 1999).

La Figura 3.2-3 presenta un análisis gráfico del comportamiento de la conductividad eléctrica en la presente campaña de monitoreo (abril de 2009) y en las campañas anteriores (abril de 2006, 2007 y 2008). Se observa que existen variaciones de un año a otro, las que podrían atribuirse a diferentes factores, como la presencia de vegetación, que ejerce un efecto moderador de la salinidad del sustrato producto del aporte de materias orgánicas, la actividad microbiana propia del suelo o efectos provocados por el microclima (Steubing et al, 2002). En el caso de los salares existe un proceso dinámico y continuo de ascenso capilar del agua desde las napas freáticas, arrastrando sales disueltas y precipitándolas por evaporación en la superficie, lo que también podría provocar cambios de la conductividad eléctrica en el perfil del suelo donde se encuentran las raíces de las plantas.

FIGURA 3.2-3
DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



3.3 Fauna

3.3.1 Riqueza de Especies

La Tabla 3.3-1 presenta la composición de la fauna presente en el área de estudio. De acuerdo con las prospecciones de terreno efectuada en abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009, el catálogo de fauna silvestre del Borde Este del Salar de Atacama está compuesto por un total de 48 especies, correspondientes a 2 reptiles, 38 aves (23 no caseiformes y 15 paseiformes). Durante la presente campaña (abril de 2009) se observó la presencia de 32 especies, de las cuales 4 no habían sido registradas anteriormente y corresponden al pato colorado (*Anas cyanoptera*), al chorlo dorado (*Pluvialis dominica*), al canastero chico (*Asthenes modesta*) y al mero de Tarapacá (*Agriornis microptera*).

Todas las especies observadas son nativas, no existen en el área taxa introducida, a excepción de los burros asilvestrados (*Equus asinus*).

TABLA 3.3-1
CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN ¹	SE OBSERVÓ EN			
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009
REPTILIA										
1	<i>Liolaemus fabiani</i>	Lagartija de Fabián	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X
2	<i>Liolaemus constanzae</i>	Lagartija de Constanza	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X
AVES										
3	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		
4	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X
5	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Parina grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X
6	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Parina chica	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X
7	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato juarjual	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
8	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada		X	X	X
9	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada				X
10	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
11	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		X
12	<i>Phalcoboenus melanopterus</i>	Carancho cordillerano	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O'higgins	Nativa	No citada		X	X	X
13	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	-	-	Nativa	No citada				X
14	<i>Charadrius alticola</i>	Chorlo puna	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada	X	X	X	X
15	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X	
16	<i>Recurvirostra andina</i>	Caiti	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X
17	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X
18	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X		
19	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
20	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X

TABLA 3.3-1
CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN ¹	SE OBSERVÓ EN			
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009
21	<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
22	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Arica y Parínacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X
23	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Arica y Parínacota	Aisén	Nativa	Caza Permitida	X	X		
24	<i>Metropelia aymara</i>	Tortolita puna	Arica y Parínacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X		X
25	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X	
26	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		
27	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	Arica y Parínacota	Lib. Bdo. O'higgins	Nativa	No citada				X
28	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		
29	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	
30	<i>Agriornis microptera</i>	Mero de Tarapacá	Arica y Parínacota	Antofagasta	Nativa	No citada				X
31	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	
32	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
33	<i>Muscisaxicola frontalis</i>	Dormilona frente negra	Arica y Parínacota	Los Lagos	Nativa	No citada		X	X	
34	<i>Lessonia oreas</i>	Colegial de puna	Arica y Parínacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X	X	X
35	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina lomo negro	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	
36	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	
37	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	
38	<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
39	<i>Sicalis auriventris</i>	Chirihue dorado	Arica y Parínacota	Araucanía	Nativa	No citada	X	X		
40	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Arica y Parínacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X
MAMMALIA										
41	<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca andina	Arica y Parínacota	Antofagasta	Nativa	No citada	X	X	X	X

TABLA 3.3-1
CATÁLOGO DE VERTEBRADOS PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN		ORIGEN	CONSERVACIÓN ¹	SE OBSERVÓ EN			
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009
42	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Inadec. conocida	X	X	X	X
43	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Inadec. conocida	X	X		
44	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	En Peligro			X	
45	<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X
46	<i>Abrothrix andinus</i>	Laucha andina	Arica y Parinacota	Maule	Nativa	Caza Permitida	X	X	X	X
47	<i>Eligmodontia puerulus</i>	Lauchita pie sedoso	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada		X	X	X
48	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Lauchón orejudo	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X

¹ CONSERVACIÓN: Consigna El estado de conservación en la II Región según el reglamento de la Ley de Caza

3.3.2 Abundancias de especies de Fauna

A continuación se presentan y discuten las abundancias de especies de fauna observadas durante la prospección de terreno de abril de 2009.

a. *Abundancia de herpetofauna*

Los resultados del estudio de abundancias para la herpetofauna se muestran en la Tabla 3.3-2. Se registró la presencia de la lagartija de Constanza (*Liolaemus constanzae*) en cinco de los 17 transectos realizados en los cuatro sectores de estudio, estando preferentemente en hábitat de Rica-rica Pingo-pingo, además en el cruce Camar hubo un registro en hábitat de Brea -Cachiyuyo. Las abundancias de la lagartija de Constanza, siguen siendo bajas y se observa uno a dos animales por transecto, con promedios que varían entre 0,33 y 1 individuo.

En el caso de la lagartija de Fabián (*Liolaemus fabiani*) se registraron ejemplares sólo en hábitat de salar, en tres de los 17 transectos, en Vega de Carvajal, en el cruce SQM y en Laguna Interna; en general la presencia de esta especie se encuentra asociada al borde de los cuerpos de agua (laguna) y/o a presencia de costras salinas húmedas. En este censo las abundancias promedios variaron de 0,33 a 1,33 individuos, con uno a dos ejemplares por transecto. Esta especie se observa también con frecuencia en el área de visitantes de la Reserva Nacional Los Flamencos, en el sendero de interpretación.

Se registró presencia de las dos especies de reptiles, sólo en ocho de las 17 estaciones muestreadas y en los cinco sectores estudiados, en relación con los registros de la campaña de abril de 2008, hay un leve aumento en la frecuencia de aparición (de siete a ocho registros).

TABLA 3.3-2
ABUNDANCIAS DE REPTILES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA.
CAMPAÑAS ABRIL DE 2006, 2007, 2008 Y 2009

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)			
				2006	2007	2008	2009
Vega de Carvajal	1	Rica rica Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	0,33
	2	Brea - Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	-
	3	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	-	
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	1,33	-
4	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	-	2,33	1	
Cruce Camar	5	Rica rica - Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	1
	6	Brea - Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	-	0,66	0,66
	7	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	0,33	-
	8	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	0,33	-	-
Aguas de Quelana	9	Rica rica - Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,66

TABLA 3.3-2
ABUNDANCIAS DE REPTILES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA.
CAMPAÑAS ABRIL DE 2006, 2007, 2008 Y 2009

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)			
				2006	2007	2008	2009
	10	Brea – Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	0,66	
	11	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,33		-	
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	0,33	0,33	
	12	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	2,33	0,33	3	
Cruce SQM	13	Rica rica – Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,33
	14	Brea – Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	-
	15	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	-
	16	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	-	1,33
Laguna Interna	17	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	2,66	1,33	-	0,33

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m.

b. Abundancias de avifauna

A continuación se detallan los resultados del estudio de abundancia de aves terrestres y aves acuáticas.

b.1 Abundancia de aves terrestres

Tal como se observa en la Tabla 3.3-3, las abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama son bajas en los años anteriores, llegando a 0 en abril de 2008. En esta campaña, en los 17 transectos realizados se registró cuatro especies; una tortolita de la puna (*Metropelia aymara*) en hábitat de Rica rica-Pingo pingo, en Vega de Carvajal, tres meros de Tarapacá (*Agriornis microptera*) en hábitat de Brea-Cachiyuyo, en el cruce Camar, un chincol (*Zonotrichia capensis*) en hábitat de Brea-Cachiyuyo en Aguas de Quelana y dos dormilonas chicas (*Muscisaxicola maculirostris*) en hábitat de Brea-Cachiyuyo en el cruce SQM, con abundancias que variaron entre 0,33 y 1 individuo. Fuera de censo, esto es durante los recorridos generales por el área, se registró cinco especies: una dormilona chica (*Muscisaxicola maculirostris*) y un canastero chico (*Asthenes modesta*) observados en hábitat de pajonal en el sector de Vega Carvajal; dos ejemplares de aguilucho (*Buteo polyosoma*) en el cruce Camar (una hembra y un juvenil), en hábitat de Rica rica-Pingo pingo y un carancho cordillerano (*Phalco boenus megalopterus*) y un chincol (*Zonotrichia capensis*) registrados en hábitat de pajonal en Aguas de Quelana. En el área de Laguna Interna no se registró aves terrestres.

TABLA 3.3-3
ABUNDANCIAS DE AVES TERRESTRES EN EL BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA.
CAMPAÑAS ABRIL DE 2006, 2007, 2008 Y 2009

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA (*)			
				2006	2007	2008	2009
Vega de Carvajal	1	Rica rica – Pingo pingo	No se observó especies				
			<i>Metropella aymara</i>				0,33
	2	Brea – Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>				(**)
			<i>Anthus correndera</i>	1,33			
3	Pajonal	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>		0,33		(**)	
		<i>Asthenes modesta</i>				(**)	
4	Salar	No se observó especies					
Cruce Camar	5	Rica rica – Pingo pingo	<i>Agriornis montana</i>				
			<i>Buteo polyosoma</i>				(**)
	6	Brea – Cachiyuyo	<i>Agriornis microptera</i>				1
			<i>Buteo polyosoma</i>				(**)
7	Pajonal	<i>Anthus correndera</i>		0,33			
8	Salar	No se observó especies					
Aguas de Quelana	9	Rica rica – Pingo pingo	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		0,33		
			<i>Muscisaxicola frontalis</i>		0,33		
			<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	0,33			
			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>				
	10	Brea – Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>				(**)
			<i>Hirundo rustica</i>				(**)
		<i>Zonotrichia capensis</i>				0,33	
Cruce SQM	11	Pajonal	No se observó especies				
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>				(**)
			<i>Zonotrichia capensis</i>				(**)
	12	Salar	No se observó especies				
Cruce SQM	13	Rica rica – Pingo pingo	<i>Geositta cunicularia</i>				
			<i>Sicalis auriventris</i>		(**)		
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>				(**)
	14	Brea – Cachiyuyo	No se observó especies				
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						0,66	
15	Pajonal	No se observó especies					
16	Salar	No se observó especies					
Laguna Interna	17	Salar	<i>Lessonia oreas</i>	0,33			

(*) Número promedio de ejemplares registrados en tres transectos de 300 m.

(**) ejemplares registrados fuera del tiempo de recorrido (fuera de censo)

b.2 Abundancia de aves acuáticas

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante las campañas de monitoreo realizadas en abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009. En la Sección b.2.1 se analizan las abundancias de este grupo de fauna para toda el área de estudio, y posteriormente en las Secciones b.2.2 a b.2.4 se analizan las abundancias para los sistemas lacustres Soncor (que incluye las lagunas Chaxas, Puilar, Barros Negros y Canal Burro Muerto), Aguas de Quelana y Peine (que incluye las lagunas Salada, Saladita e Interna).

b.2.1 Abundancias de aves acuáticas en el Borde Este del Salar de Atacama

La Tabla 3.3-4 expone los resultados del censo de aves acuáticas correspondiente a las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009. Del análisis de la tabla, se puede indicar que durante la presente campaña (2009) se registró un total de 2.225 individuos de 15 especies, incluyendo dos passeriformes asociados a las orillas de los cuerpos de agua, el colegial (en espacios abiertos) y el bailarín chico (en vegetación).

En comparación con la situación registrada en abril de 2008 se observa un leve aumento en el número de especies (de 14 a 15) y una disminución en el número de individuos (de 2.837 a 2.225). La parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) con 618 individuos, sigue siendo la especie más abundante, le sigue la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 341, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) con 211 y el playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 205, esta última especie corresponde a un migrante boreal (proveniente del hemisferio norte). Las especies más escasas fueron el pato jergón chico (*Anas flavirostris*), el pato colorado (*Anas cyanoptera*), el chorlo dorado (*Pluvialis dominica*) y la gaviota andina (*Larus serranus*) todos con sólo dos ejemplares. La mayor riqueza de especies se sigue presentando en Aguas de Quelana con 15 taxa (dos de ellos passeriformes) y la menor riqueza se dio en la laguna Barros Negros, donde se observaron sólo 58 flamencos (no determinados a nivel de especie, debido a la gran distancia), le siguen la laguna Saladita con tres especies y Puilar con cuatro.

Durante esta campaña de monitoreo se registraron dos nuevas especies de aves acuáticas, ambas en el sector de Aguas de Quelana, el pato colorado (*Anas cyanoptera*) y el chorlo dorado (*Pluvialis dominica*).

Las especies más ubicuas fueron las tres especies de flamencos, que están presentes en los ocho sectores estudiados, les sigue el caiti (*Recurvirostra andina*) registrado en cinco sectores, mientras que el chorlo puna (*Charadrius alticola*), el playero de Baird (*Calidris bairdii*) y el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) fueron registrados en cuatro sectores.

TABLA 3.3-4
ABUNDANCIA DE AVES ACUATICAS EN EL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑAS ABRIL 2006, ABRIL 2007, ABRIL 2008 Y ABRIL 2009

Especies	Puilar				Chaxas				Barros Negros				Burro Muerto				Aguas de Quelana				Salada				Saladita				Interna				Total por especie			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	149	65	15	36	125	159	209		191				54	91	37	35	82	23	17	53	108	39	24	54	23	12	4	25	30	6	8	8	762	395	314	211
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	809	227	346	151	219	115	202	97	377				124	57	46	52	301	73	49	100	271	158	206	157		71	12	29		21	18	32	2101	722	879	618
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>		194	51	54		179	179	79						41	28	60		11	14	3	162	95	124	85	22	64	21	43		48	56	17	184	632	473	341
Pollos de flamencos		400	420				86	1														16				75	57						91	563		1
Flamencos no determinados				98						5		58				25				30		31											36	-		211
<i>Lophonetta specularioides</i>																	9	7	4	14		3			4								13	10	4	14
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>																		1	8	2			1										1	9		2
<i>Anas cyanoptera</i> (*)																																				2
<i>Pluvialis dominica</i> (*)																																				2
<i>Charadrius alticola</i>	6		4			9	11	4	3				47	29	17	7	53	89	60	103	2			3			4		17	3	1		128	130	97	117
<i>Recurvirostra andina</i>		11	16	14	36	2	14	40	31				117	30	13	25	69	40	32	49	17	13	20	14	7				9				286	96	95	142
<i>Tringa melanoleuca</i>			16					120										7	4	9								1		7	20	130				
<i>Tringa flavipes</i>									7								3																10	-	-	
<i>Calidris bairdii</i>	25		115		57	18	21	27	8				42	87	53	79	53	54	50	98	10		2						27	8		1	222	167	241	205
<i>Calidris melanotos</i>		70			18		9						3				6		9			27							4				31	97	18	
<i>Phalaropus tricolor</i>		18	39		170	241	54	128								3						18	2	54	8	7					1	1	178	284	96	186
<i>Larus serranus</i>		1	3			1			2						4		2		1	2	5	1			2				2				13	3	8	2
<i>Lessonia oreas</i>																	24	8	6	11													24	8	6	11
<i>Anthus correndera</i>																	10	41	14	30													10	41	14	30
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>																		2															2	-		
<i>Hirundo rustica</i>																	20				2				4								26		-	
N° de especies	4	7	9	4	6	8	8	7	7	1	0	1	6	6	7	7	12	12	13	14	8	8	7	6	7	4	4	3	6	5	5	6	14	15	14	15
N° de individuos	989	586	1.025	353	625	724	785	496	619	5	0	58	387	335	198	286	632	356	268	508	577	401	379	367	70	229	98	97	89	86	84	60	3.988	2.722	2.837	2.225

(*) Nuevas Especies observadas

b.2.2 Abundancia de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Soncor

A pesar de la cercanía entre las diferentes lagunas que conforman el sistema lacustre Soncor, la riqueza de especies varía según la localidad, en Chaxas y en Burro Muerto se observaron siete especies, mientras que en Puillar se registró cuatro especies y en Barros Negros una. También varían las abundancias de cada especie, siendo las más abundantes la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) con 151 ejemplares en Puillar, le siguen el pollito de mar tricolor con 128 individuos y el pitotoy grande con 120, ambos en Chaxas (Tabla 3.3-4).

La Tabla 3.3-5 y las Figuras 3.3-1, 3.3-2, 3.3-3 y 3.3-4 presentan el número de flamencos censados en las lagunas Puillar, Chaxas, Barros Negros y Canal Burro Muerto durante las campañas de monitoreo de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009.

Es posible afirmar que Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) presenta la mayor abundancia de ejemplares, con 300 individuos, le sigue la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 193 Individuos y el Flamenco chileno (*Phoenicpterus chilensis*) con 71. Fueron registrados 181 individuos de flamenco cuya especie no pudo ser determinada.

De igual forma que en las campañas anteriores, la mayor concentración de flamencos se registró en la laguna Puillar con 339 ejemplares. En la Laguna Barros Negros, la de mayor extensión del sistema Soncor, se contabilizó 58 ejemplares de flamenco.

En la presente campaña no se observó pollos de esta temporada, excepto un volantón que fue observado en laguna Chaxas. Esto se debe a que este año los flamencos abandonaron sus nidos. De hecho, en Puillar se observó huevos abandonados, en Barros Negros hubo postura de huevos y nacimiento de algunos pollos, pero la colonia fue abandonada y quedaron tanto pollos muertos como huevos abandonados.

La Tabla 3.3-6 expone los censos realizados sobre la avifauna acuática menor durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril 2008 y abril de 2009.

Las principales variaciones de abundancia fueron observadas en las especies Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*), registrándose 104 ejemplares más que en la campaña anterior; y el Playero de baird (*Calidris bairdii*), con 83 ejemplares menos respecto de 2008.

TABLA 3.3-5
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAS LAGUNAS
PUILAR, CHAXAS, BARROS NEGROS Y CANAL BURRO MUERTO
(ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)

ESPECIES	LAGUNA PUILAR				LAGUNA CHAXAS				LAGUNA BARROS NEGROS				CANAL BURRO MUERTO				TOTAL SISTEMA SONCOR			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	149	65	15	36	125	159	209	-	191	-	-	-	54	91	37	35	519	315	261	71
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	809	227	346	151	219	115	202	97	377	-	-	-	124	57	46	52	1.529	399	594	300
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	-	194	51	54	-	179	179	79	-	-	-	-	-	41	28	60	-	414	258	193
Pollos de flamencos	-	400	420	-	-	-	86	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	506	1
Flamencos no determinados	-	-	-	98	-	-	-	-	-	5	-	58	-	-	-	25	-	5	-	181
Total	958	886	832	339	344	453	676	177	568	5	-	58	178	189	111	172	2.048	1.533	1.619	746

TABLA 3.3-6
ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN LAS LAGUNAS
PUILAR, CHAXAS, BARROS NEGROS Y CANAL BURRO MUERTO
(ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)

ESPECIES	LAGUNA PUILAR				LAGUNA CHAXAS				LAGUNA BARROS NEGROS				CANAL BURRO MUERTO				TOTAL SISTEMA SONCOR			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Charadrius alticola</i>	6	-	4	-	-	9	11	4	3	-	-	-	47	29	17	7	56	38	32	11
<i>Recurvirostra andina</i>	-	11	16	14	36	2	14	40	31	-	-	-	117	30	13	25	184	43	43	79
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	-	16	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	120
<i>Tringa flavipes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
<i>Calidris bairdii</i>	25	-	115	-	57	18	21	27	8	-	-	-	42	87	53	79	132	105	189	106
<i>Calidris melanotos</i>	-	70	-	-	18	-	9	-	-	-	-	-	3	-	-	-	21	70	9	-
<i>Phalaropus tricolor</i>	-	18	39	-	170	241	54	128	-	-	-	-	-	-	-	3	170	259	93	131
<i>Larus serranus</i>	-	1	3	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	2	2	7	-
Total	31	100	193	23	281	271	109	319	51	-	-	-	209	146	87	114	572	517	389	447

FIGURA 3.3-1
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA PUILAR

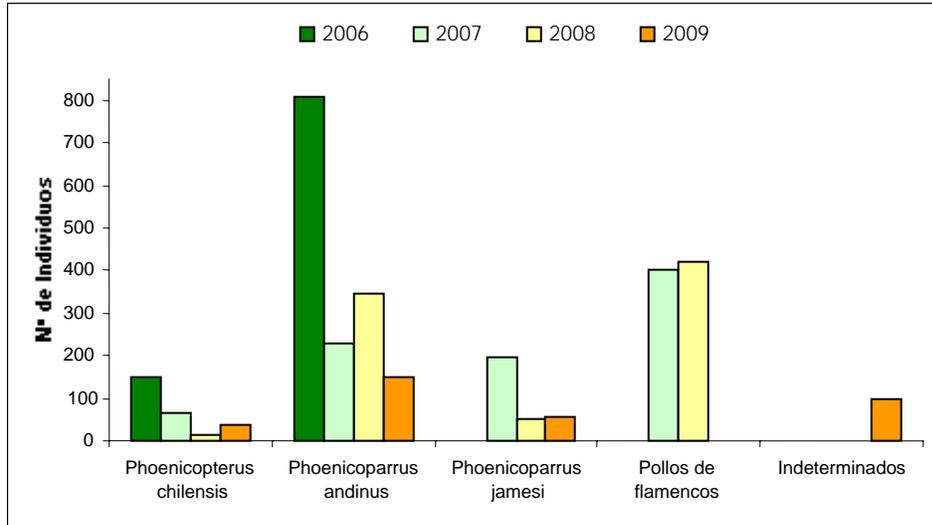


FIGURA 3.3-2
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA CHAXAS

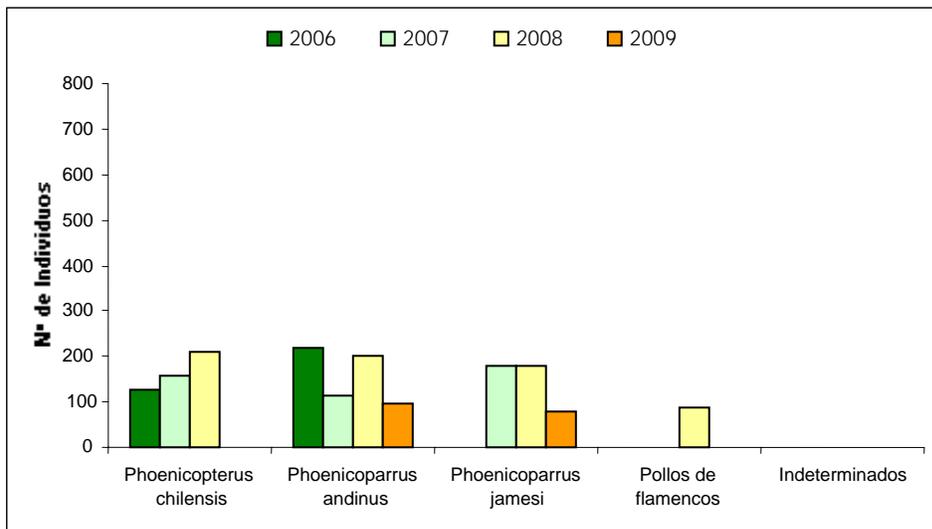


FIGURA 3.3-3
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA BARROS NEGROS

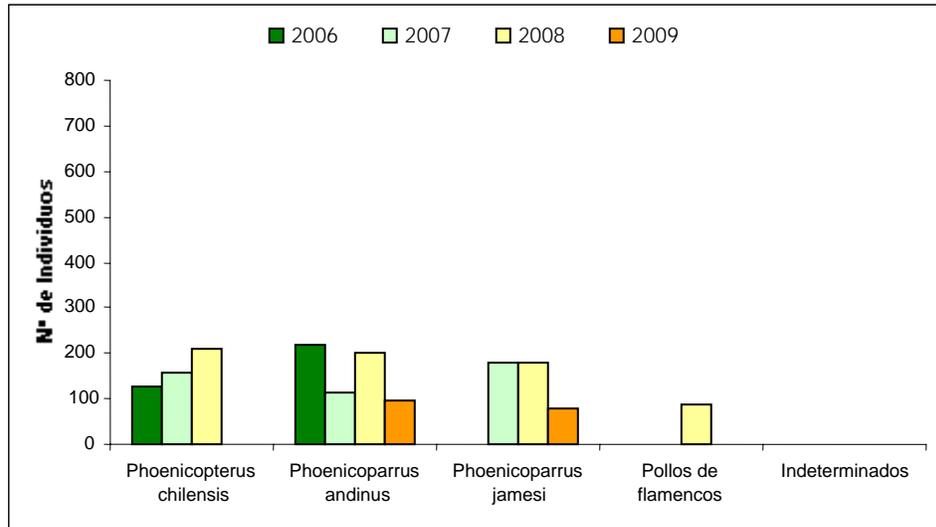
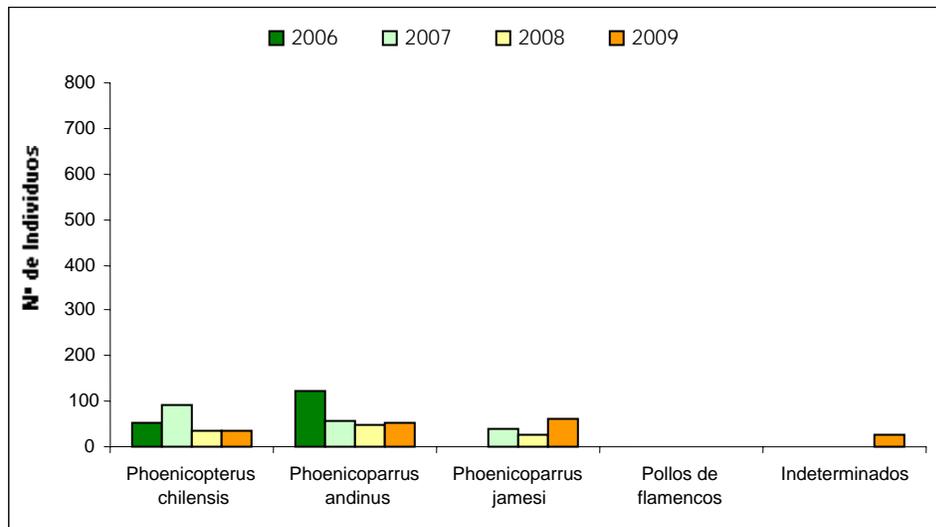


FIGURA 3.3-4
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN CANAL BURRO MUERTO



b.2.3 Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana

Al igual que en campañas de años anteriores, en la presente campaña de monitoreo (2009), el sector de Aguas de Quelana presentó la mayor riqueza de especies, presentándose 14 taxa de un total de 15 registradas para todo el Borde Este del Salar de Atacama. El número de especies aumentó en una respecto a la campaña de abril de 2008.

La riqueza de especies de este sistema lacustre se debe a la presencia de vegetación en torno a las lagunas, la que proporciona alimento y refugio a algunas especies, como los patos y los passeriformes (Ej. colegial y bailarín chico).

Respecto a la campaña del año anterior el número de especies registradas aumentó en 1 y se registraron 2 nuevas especies, pato colorado (*Anas cyanoptera*) y el chorlo dorado (*Pluvialis dominica*).

En la tabla 3.3-7 y figura 3.3-5 se presenta el número de flamencos censados en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009.

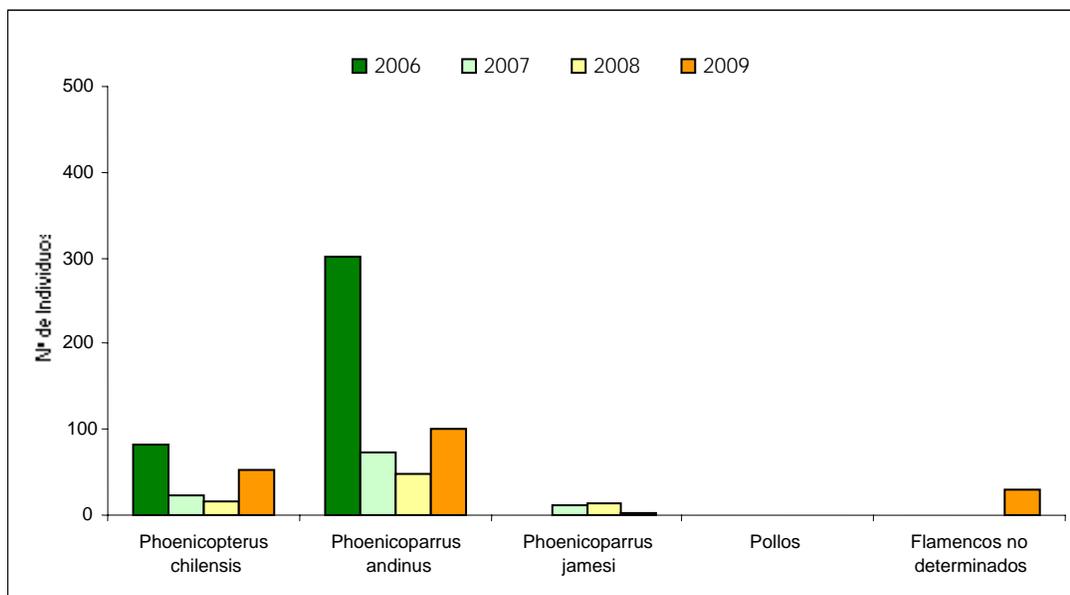
**TABLA 3.3-7
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA
(ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)**

ESPECIE	2006	2007	2008	2009
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	82	23	17	53
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	301	73	49	100
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	-	11	14	3
Flamencos no determinados	-	-	-	30
Total	383	107	80	186

Respecto a los Flamencos del sistema Aguas de Quelana, se registró un total de 186 individuos, 106 más que al año anterior. Es posible afirmar que Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) presenta la mayor abundancia de ejemplares, con 100 individuos, seguida por el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), con 53 individuos, y Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), con 3 individuos.

Para ninguna de las especies de flamenco observadas en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana se observó reproducción, siendo un área de alimentación y/o descanso para pequeñas poblaciones. Durante la presente campaña (abril de 2009) se registró una mayor cantidad de ejemplares de Flamenco chileno y Flamenco andino, respecto a la campaña de abril de 2008.

FIGURA 3.3-5
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN EL SISTEMA LACUSTRE AGUAS DE QUELANA



La Tabla 3.3-8 expone los censos realizados sobre la avifauna acuática menor durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009.

TABLA 3.3-8
ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN SISTEMA LACUSTRE
AGUAS DE QUELANA (ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)

ESPECIE	2006	2007	2008	2009
<i>Lophonetta specularioides</i>	9	7	4	14
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	-	1	8	2
<i>Anas cyanoptera</i>	-	-	-	2
<i>Pluvialis dominica</i>	-	-	-	2
<i>Charadrius alticola</i>	53	89	60	103
<i>Recurvirostra andina</i>	69	40	32	49
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	7	4	9
<i>Calidris bairdii</i>	53	54	50	98
<i>Calidris melanotos</i>	6	-	9	-
<i>Larus serranus</i>	2	-	1	2
<i>Lessonia oreas</i>	24	8	6	11
<i>Anthus corendera</i>	10	41	14	30
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	2	-	-
<i>Hirundo rustica</i>	20	-	-	-
TOTAL	246	249	189	322

Durante la presente campaña se observaron ejemplares de las especies de Pato colorado (*Anas cyanoptera*) y Chorlo dorado (*Pluvialis dominica*) que no habían sido observadas durante las campañas anteriores.

La especie más abundante registrada durante la presente campaña fue el Chorlo de la puna (*Charadrius alticola*) con 103 ejemplares, seguido por el Playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 98 ejemplares y el Caití (*Recurvirostra andina*) con 49 ejemplares. En general, se observó una mayor cantidad de ejemplares para la mayoría de las especies de aves acuáticas menores de este sector.

b.2.4 Abundancias de aves acuáticas en el Sistema Lacustre Peine

En el sistema Lacustre Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna) la mayor riqueza de especies se registró en las lagunas Salada e Interna, con 6 especies, mientras que en Saladita se observaron 3 taxa. Con respecto al año anterior, en la presente campaña (abril de 2009), la riqueza de especies aumentó en una en laguna Interna, y disminuye en una especie en las lagunas Salada y Saladita.

Las especies de aves acuáticas más abundantes son: la Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), con 218 ejemplares, la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), con 145 y el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) con 87. Las abundancias más bajas se presentaron en el Pitotoy grande y el Playero de Baird, ambos con un ejemplar. En estos censos se registró una leve disminución en relación con los conteos de abril 2008, el número total de aves bajó de 561 ejemplares a 524 individuos (tabla 3.3-4).

La Tabla 3.3-9 y Figuras 3.3-6, 3.3-7 y 3.3-8 presentan el número de flamencos censados en las lagunas Salada, Saladita e Interna durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009.

Respecto a los Flamencos, del análisis de la Tabla 3.3-9 en el sistema lacustre Peine durante la presente campaña de monitoreo (abril de 2009), se observó una menor cantidad de ejemplares para Parina grande y Parina chica en comparación con los individuos observados en la campaña anterior. Del mismo modo, a diferencia del año anterior, en la presente campaña no se observaron pollos de flamenco.

La Tabla 3.3-10 presenta los censos realizados sobre la avifauna acuática menor durante las campañas de abril de 2006, abril de 2007 abril de 2008 y abril de 2009.

**TABLA 3.3-9
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAS LAGUNAS
SALADA, SALADITA E INTERNA (ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)**

ESPECIE	LAGUNA SALADA				LAGUNA SALADITA				LAGUNA INTERNA				TOTAL SISTEMA PEINE			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	108	39	24	54	23	12	4	25	30	6	8	8	161	57	36	87
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	271	158	206	157	-	71	12	29	-	21	18	32	271	250	236	218
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	162	95	124	85	22	64	21	43	-	48	56	17	184	207	201	145
Pollos de flamencos	-	16	-	-	-	75	57	-	-	-	-	-	-	91	57	-
Flamencos no determinados	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-
Total	541	339	354	296	45	222	94	97	30	75	82	57	616	636	530	450

**TABLA 3.3-10
ABUNDANCIA DE OTRAS ESPECIES DE AVES ACUATICAS EN LAS LAGUNAS
SALADA, SALADITA E INTERNA (ABRIL 2006, 2007, 2008 Y 2009)**

ESPECIE	LAGUNA SALADA				LAGUNA SALADITA				LAGUNA INTERNA				TOTAL SISTEMA PEINE			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<i>Lophonetta specularioides</i>	-	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Charadrius alticola</i>	2	-	-	3	-	-	4	-	17	3	1	-	19	3	5	3
<i>Recurvirostra andina</i>	17	13	20	14	7	-	-	-	9	-	-	-	33	13	20	14
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Calidris bairdii</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	27	8	-	1	37	8	2	1
<i>Calidris melanotos</i>	-	27	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	27	-	-
<i>Phalaropus tricolor</i>	-	18	2	54	8	7	-	-	-	-	1	1	8	25	3	55
<i>Larus serranus</i>	5	1	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	9	1	-	-
<i>Hirundo rustica</i>	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Total	36	62	25	71	25	7	4	-	59	11	2	3	120	80	31	74

FIGURA 3.3-6
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA SALADA

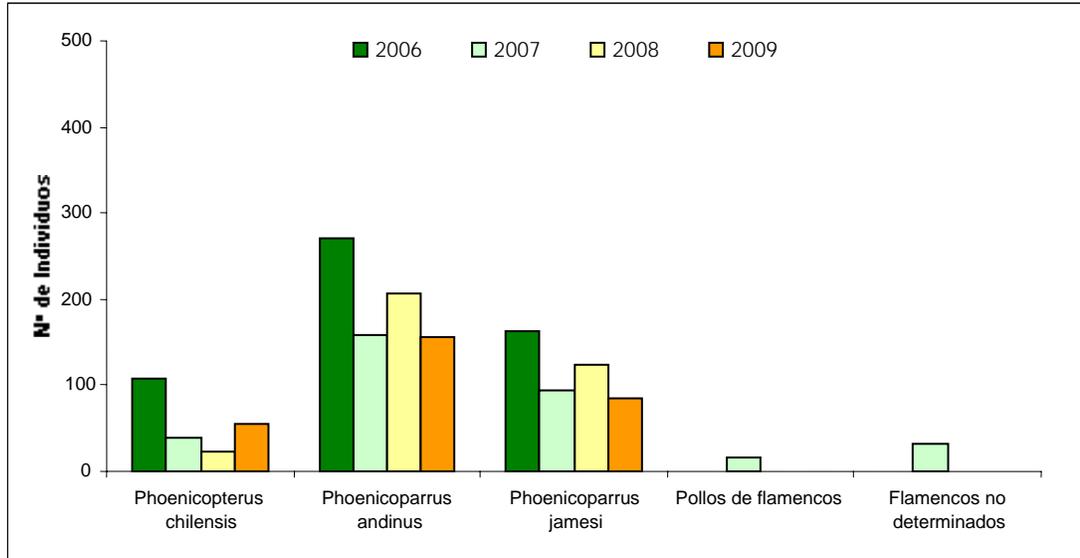


FIGURA 3.3-7
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA SALADITA

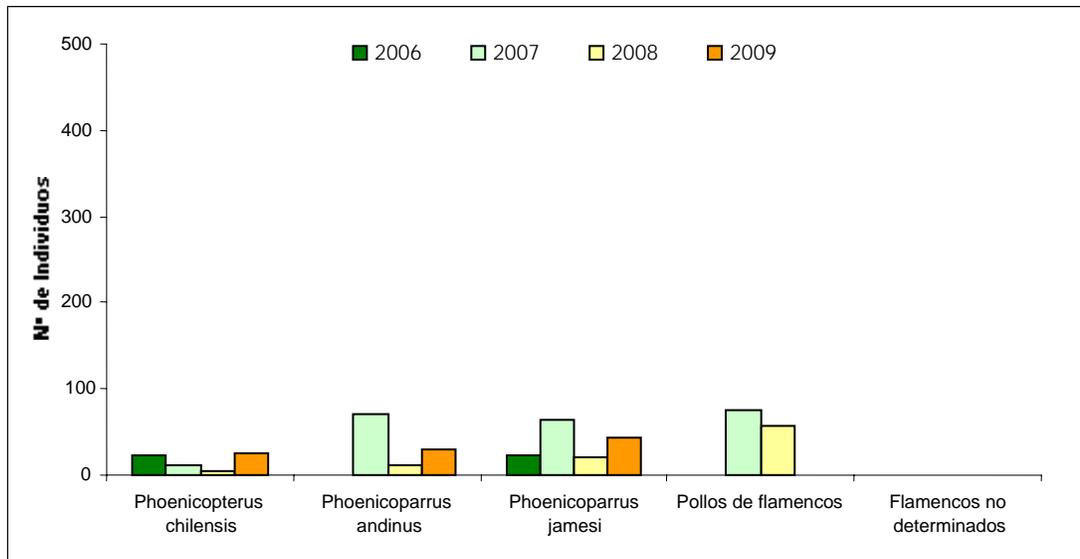
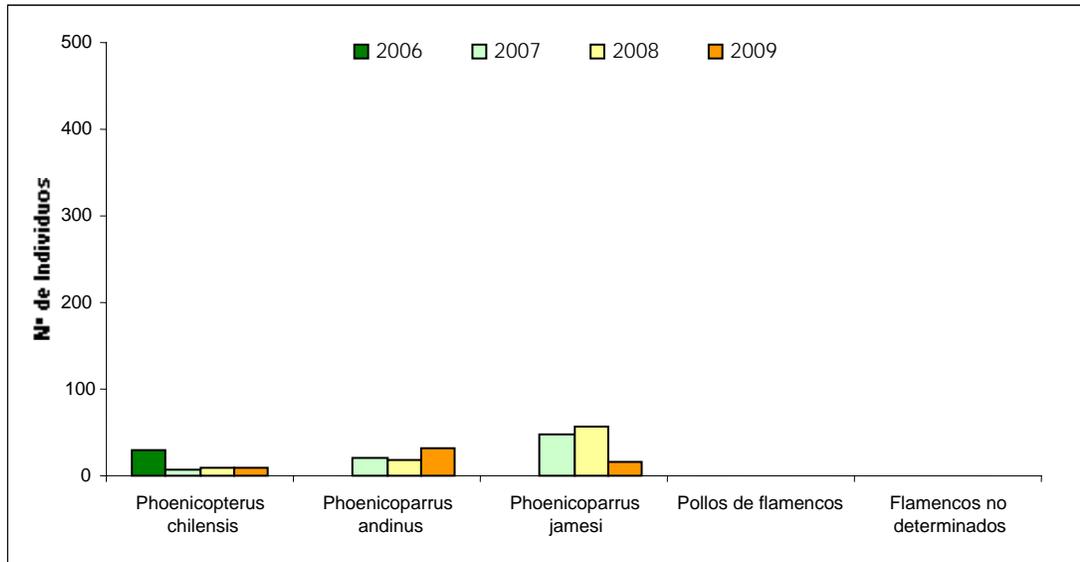


FIGURA 3.3-8
ABUNDANCIA DE FLAMENCOS EN LAGUNA INTERNA



En la presente campaña (abril de 2009) se observó un aumento en el número de individuos de avifauna menor en el sistema lacustre Peine, respecto a la campaña anterior, registrándose 74 individuos. La especie de avifauna acuática menor más abundante fue el Caití (*Recurvirostra andina*) con 14 ejemplares. Además se registró por primera vez la presencia de Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*) en la laguna Interna. Las principales variaciones en las abundancias de aves acuáticas menores se verificaron para las especies pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) y Caití (*Recurvirostra andina*).

c. Abundancias de mamíferos

La Tabla 3.3-11 presenta los resultados de los trampeos de micro mamíferos para las campañas de abril de 2006, abril de 2007, abril de 2008 y abril de 2009, la cual resalta la heterogeneidad de la riqueza y abundancia en relación con los hábitats y sectores muestreados.

En Vegas de Carvajal, en la presente campaña (abril de 2009) hubo capturas en 2 de los 3 hábitats muestreados y se registraron mayores abundancias de las 2 especies registradas, en relación a las campañas anteriores. En este sector, en hábitat de Rica rica - Pingo pingo se capturó sólo una especie la lauchita sedosa (*Eligmodontia puerulus*), con 16 ejemplares capturados y un índice de abundancia promedio de 5,33 individuos. En ambiente de Brea-Cachiyuyo no hubo capturas, mientras que en hábitat de pajonal se capturó una especie, la laucha andina (*Abrothrix andinus*) con un índice promedio de 2,66 individuos.

En el sector de Aguas de Quelana, en la presente campaña (abril de 2009), también hubo capturas en 2 de los 3 ambientes muestreados. En hábitat de Rica rica - Pingo pingo se

capturó dos especies, la Laca andina (*Thylamys pallidior*) con un promedio de 0,33 ejemplares y la lauchita sedosa con 1,66 individuos, éste último promedio bajó con respecto al año pasado. En hábitat de Brea- Cahiyuyo se capturó dos especies *T. pallidior* y el Lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*), con 0,33 y 0,66 de promedio respectivamente. En esta campaña se registró por primera vez al lauchón orejudo en este hábitat. En el Pajonal de Aguas de Quelana, igual que el año pasado, no hubo capturas.

Durante la presente campaña (abril de 2009), la mayor abundancia se registró para la Laucha sedosa (*E. puerulus*) en hábitat de Rica rica - Pingo pingo, en ambos sectores, Vegas de Carvajal y Aguas de Quelana.

TABLA 3.3-11
ABUNDANCIA DE MICROMAMÍFEROS EN EL
BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA (abril 2006, abril 2007, abril 2008 y abril 2009)

SECTOR	TRANSECTO	HÁBITAT	ESPECIES OBSERVADAS	ABUNDANCIA			
				2006	2007	2008	2009
Vega de Carvajal	1	Rica rica - Pingo pingo	<i>Eligmodontia puerulus</i>	1	0,33	3,66	5,33
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>			0,33	-
	2	Brea - Cachiyuyo	<i>Abrothrix andinus</i>	0,33	-	-	-
			<i>Eligmodontia puerulus</i>			4,66	-
	3	Pajonal	<i>Eligmodontia puerulus</i>			1,33	-
			<i>Abrothrix andinus</i>	0,33	0,66	0,66	2,66
Aguas de Quelana	1	Rica rica - Pingo pingo	<i>Thylamys pallidior</i>	-	0,66	0,33	0,33
			<i>Eligmodontia puerulus</i>	-	3,33	2,66	1,66
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	0,66	-	-
	2	Brea - Cachiyuyo	<i>Thylamys pallidior</i>	-	0,66	-	0,33
			<i>Phyllotis xanthopygus</i>				0,66
	3	Pajonal	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	-	2,33	-	-

En relación con macromamíferos solo se registró presencia y determinado abundancias de una especie, el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). De cuatro estaciones olfativas instaladas para atraer zorros, se registró presencia de huellas en una de ellas. En hábitat de Brea - Cachiyuyo, en el sector de Vegas de Carvajal, se registró un 33% de visitas a la estación olfativa. Al igual que en campañas anteriores, se ha evidenciado la presencia del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) a través de fecas observadas en distintos ambientes, además de efectuarse observaciones directas de un ejemplar adulto en el sector de Aguas de Quelana y en Vega de Carvajal, en hábitat de Pajonal.

3.4 Biota Acuática

3.4.1 Medio abiótico y medición de clorofila

a. *Parámetros físicos y químicos in situ*

a.1 Sector Sóncor: Puilar

La Tabla 3.4-1 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a abril de 2009. En ella, se entregan los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad específica y salinidad.

TABLA 3.4-1
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU
SECTOR SONCOR- SISTEMA PUILAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA	HORA (hr:mm)	T° (°C)	PH (unidad)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mS/cm)	SALINIDAD (g/L)
PU-1	10:00	15,4	7,9	3,4	0,3	22,4	19,0
PU-2	9:20	10,2	8,2	5,0	49,2	23,0	20,0
PU-3	10:30	10,0	8,3	5,6	64,0	24,6	60,0
PU-4	11:50	17,5	8,5	3,9	46,9	70,9	100,0
PU-5	11:20	15,7	8,5	4,7	52,3	90,0	13,7

Temperatura (°C):

La tabla 3.4-1, contiene los valores de la temperatura de la columna de agua en la campaña de abril de 2009. Los valores registrados oscilaron entre los 10 y 17,5°C (Anexo VII) en las estaciones PU-3 (Puilar Laguna) y PU-4 (Puilar Canal), respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 13,8 °C +/- 3,4°C (Anexo VII).

En cuanto a la variación interanual de esta variable (Figura 3.4-1-A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2009 fue semejante a las registradas en los años 2006 y 2008, para la misma fecha de monitoreo. Asimismo, el rango de variación entre los percentiles 25 %y 75%, es comparable a lo registrado en los años 2006 y 2008. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas, para los valores temperatura del agua, variaron significativamente ($p < 0,05$) en el período (Anexo VII). Lo último, puede interpretarse como el efecto de la campaña 2007, en la cual los valores de temperatura fueron, en promedio, 10°C más elevados que el resto de los años.

pH (Unidades de pH):

La tabla 3.4-1, muestra los valores de pH de la columna de agua del Sistema Puilar, en la campaña de abril de 2009. Se observan valores ligeramente alcalinos para la columna de agua, variando entre 7,9 y 8,25 unidades de pH (Anexo VII). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,28 +/- 0,25 unidades de pH.

La Figura 3.4-1-B, presenta el análisis de variación interanual para este parámetro. Se observa que la mediana de la campaña 2009, fue ligeramente más baja que las de años previos (2006 al 2008), mientras que, el rango de variación entre los percentiles 25% y 75%, fue semejante a las campañas del 2006 y 2008. Cabe destacar, que no hubo mayor dispersión entre los valores agrupados en el percentil 25%, mientras que para el percentil 75%, se observó una variabilidad mayor (Figura 3.4-1-B).

El análisis de comparación de medianas (Anexo VII), muestra que el pH varió significativamente entre las campañas de monitoreo 2006-2009. Nuevamente, se evidencia una diferencia en la campaña 2007, cuyos valores de pH, fueron inferiores a los del resto de campañas, mostrando además, un estrecho margen de variación respecto de la mediana (Figura 3.4-1-B).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de oxígeno disuelto en la columna de agua del Sistema Puilar, se presentan en la Tabla 3.4-1, en la cual se observa que este parámetro fluctuó entre 3,4 (PU-1) y 5,6 mg/L (PU-3), con un valor promedio de 4,5 +/- 0,88 mg/L (Anexo VII), entre todas las estaciones de monitoreo del sistema.

El comportamiento de esta variable respecto de los períodos previos de monitoreo (Figura 3.4-2-A), muestra que los valores de la presente campaña fueron más bajos que aquellos de las campañas 2007 y 2008, pero más altos que los registrados en el año 2006. Por otra parte, para el 2009, el rango de dispersión de los datos en los percentiles 25% y 75%, fue más estrecho que en período previo (año 2008).

Por otra parte, el análisis de varianza, evaluada a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas (Anexo VII). Así, este parámetro, muestra una importante oscilación interanual, lo que puede verse influenciado por distintos factores, entre ellos, temperatura del agua, salinidad del agua y horario de medida de la variable.

En cuanto a los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3.4-1), éstos se muestran bajos, cercanos al 50%, lo que indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema está disminuida.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para las estaciones de monitoreo del Sistema Puilar, se muestran en la Tabla 3.4-1. El rango de fluctuación de esta variable fue muy alto, entre 22,4 mS/cm y 90 mS/cm, con un valor promedio de 46,18 +/- 32,01 mS/cm. Los valores extremos se presentaron en las estaciones PU-1 y PU-5, el mínimo y el

máximo, respectivamente (Anexo VII). Así, el valor de conductividad eléctrica del agua se fue incrementando gradualmente entre el punto de la vertiente, el canal y la laguna.

Respecto de las campañas previas al 2009, los valores de conductividad del agua se muestran conservativos (Figura 3.4-2-B). Del mismo modo, los valores del año 2009, se agrupan principalmente en el percentil 75%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad eléctrica del agua entre los periodos 2006 y 2009, fueron estadísticamente semejantes (Anexo VII).

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sistema Puilar, correspondientes a la campaña de abril del 2009, se presentan en la Tabla 3.4-1. Para este parámetro, los valores fluctuaron entre 13,7 g/L y 100 g/L en las estaciones PU-5 y PU-4, respectivamente. Además, el valor promedio de esta variable fue 42,54 +/- 37,08 g/L (Anexo VII).

En cuanto a la fluctuación interanual, la figura 3.4-1, muestra que la mediana del año 2009, fue semejante a las de campañas previas, sin embargo, los valores registrados en el presente año se acumulan preferentemente en el percentil 75%, alcanzándose valores superiores a los registrados en las campañas anteriores.

El análisis de varianza de este parámetro, realizado a través del test de Kruskal-Wallis, muestra que las diferencias observadas en la presente campaña no fueron estadísticamente significativas respecto de las campañas previas (Anexo VII).

FIGURA 3.4-1
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD, PH, OXIGENO DISUELTO Y SALINIDAD SECTOR SONCOR-PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

A

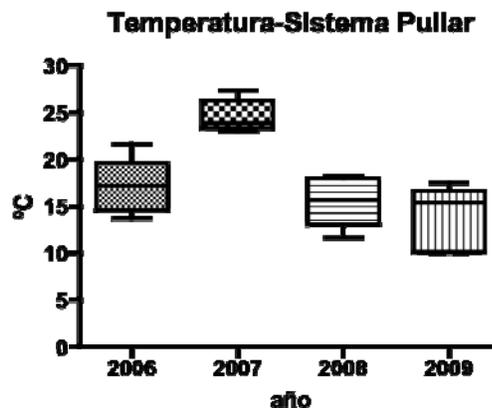


FIGURA 3.4-1
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD, PH, OXIGENO
DISUELTO Y SALINIDAD SECTOR SONCOR-PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

B

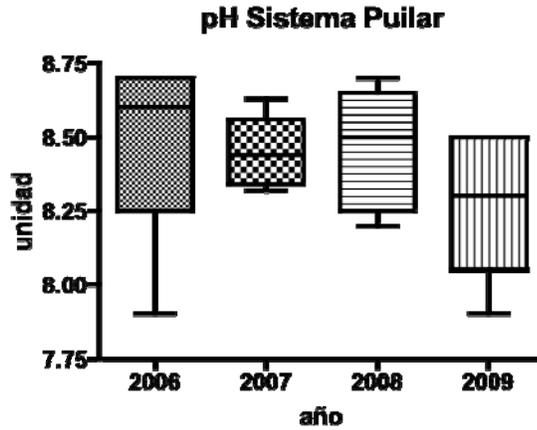


FIGURA 3.4-2
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD
ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA.
PERIODO 2006-2009

A

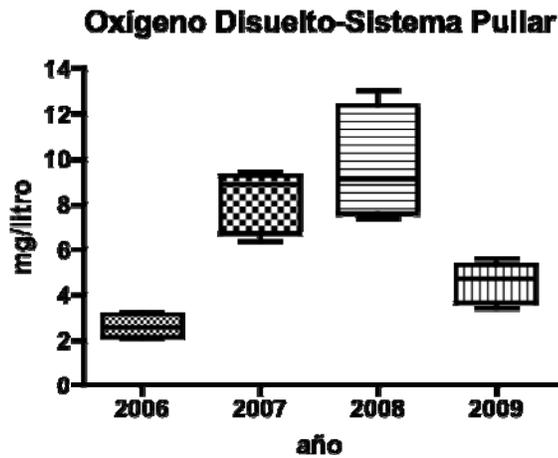
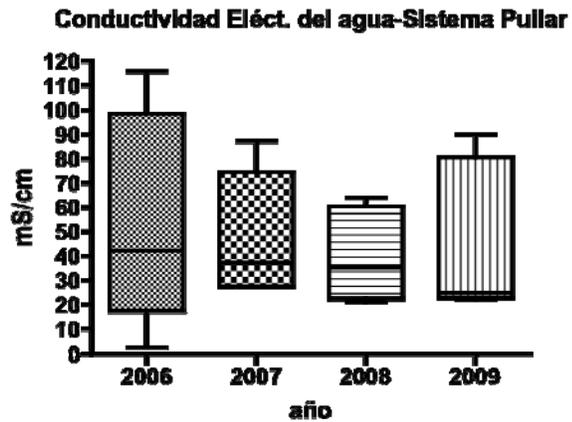
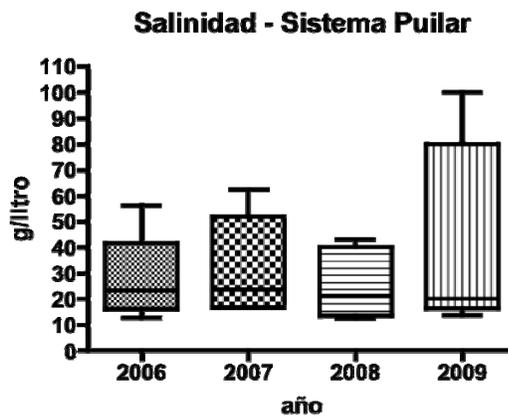


FIGURA 3.4-2
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTADO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

B



C



Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

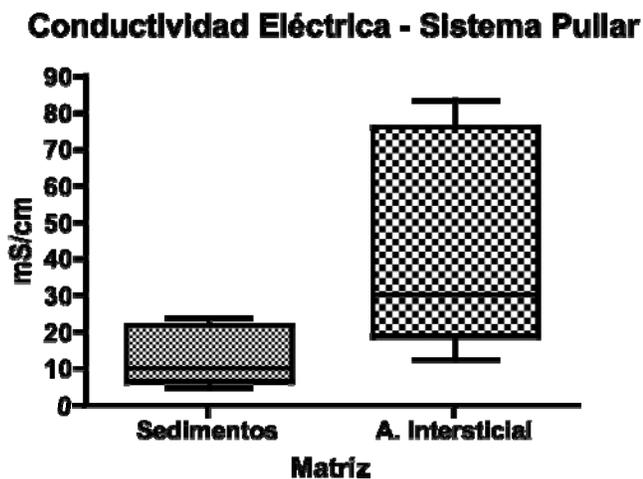
La Tabla 3.4-2, contiene los datos de Conductividad de los sedimentos y del agua intersticial de los puntos analizados en el Sistema Puilar, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

TABLA 3.4-2
CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS
SECTOR SONCOR- SISTEMA PUILAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
PU-1	68,6	20,1	134,2	14,8
PU-2	65,9	20,3	147,7	19,2
PU-3	71,3	20,3	118	17,9
PU-4	36,4	20,2	93,2	24,8
PU-5	34,6	20,4	80	5,5

En cuanto a la comparación del mismo parámetro en ambas matrices (Figura 3.4-3), se observa que el agua intersticial presentó valores ligeramente superiores que los sedimentos, alcanzándose en esta última matriz los valores más altos analizados en el sitio de monitoreo (PU-2 = 147,7 mS/cm). Asimismo, los valores de ambas matrices fueron comparativamente superiores a los registrados, para la misma variable, en la columna de agua. La explicación a esta tendencia, sería que, justamente, el agua intersticial está en mayor contacto con el sustrato salino presente por debajo de los sedimentos y entonces dicha matriz estaría mayormente recargada de sales.

FIGURA 3.4-3
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA.
PERIODO 2006-2009



Clorofila "a" del Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 3.4-3, contiene los datos de Clorofila a del Fitoplancton y del Fitobentos en los puntos analizados en el Sistema Puillar, en la presente campaña (año 2009).

**TABLA 3.4-3
CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y FITOBENTOS
SECTOR SONCOR- SISTEMA PUILLAR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009**

Variable	Punto de Monitoreo				
	PU-1	PU-2	PU-3	PU-4	PU-5
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	0,0	0,0	10,0	41,0	0,0
Clorofila "a" Fitobentos ($\mu\text{g/L}$)	8,5	5,1	6,6	5,1	4,2

Como se aprecia en la Tabla 3.4-3 los valores de Clorofila a en la columna de agua (fitoplancton), fueron notablemente bajos en la mayoría de las estaciones (0,0 $\mu\text{g/L}$), con excepción de la estación PU-4, correspondiente al sector del canal 2, donde se registró el valor máximo (Anexo VII).

Por otra parte, la Clorofila del Fitobentos mostró valores superiores a los de columna de agua, en la mayoría de los puntos muestreados. Para esta última variable, los valores oscilaron entre 4,2 $\mu\text{g/L}$ en la estación PU-5 y 8,5 $\mu\text{g/L}$ en la estación PU-1 (Anexo VII).

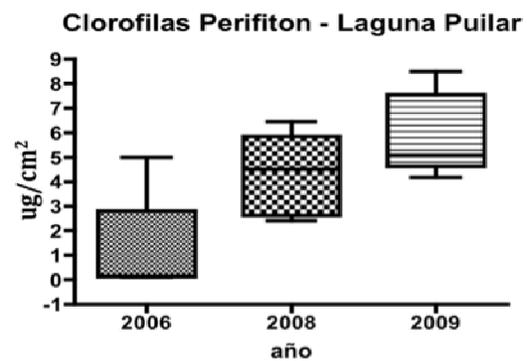
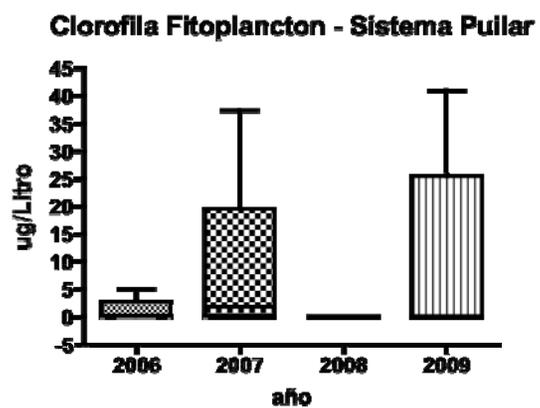
Respecto de los períodos previos, la Figura 3.4-4 A, muestra que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue conservativo, lo que se confirma a través del estadístico Kruskal-Wallis, que demuestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo VII). Sin embargo, la mayoría de los valores se distribuyeron en el percentil 75%, lo que estuvo fuertemente influenciado por el alto valor de la estación PU-4.

Para el caso de la Clorofila a en el Fitobentos (Figura 3.4-4 B), los valores analizados desde los años 2006 a la fecha, muestran un notorio incremento, que hace que sus medianas sí arrojen diferencias estadísticamente significativas, entre los períodos (Anexo VII).

FIGURA 3.4-4
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL FITOBENTOS. SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

A

B

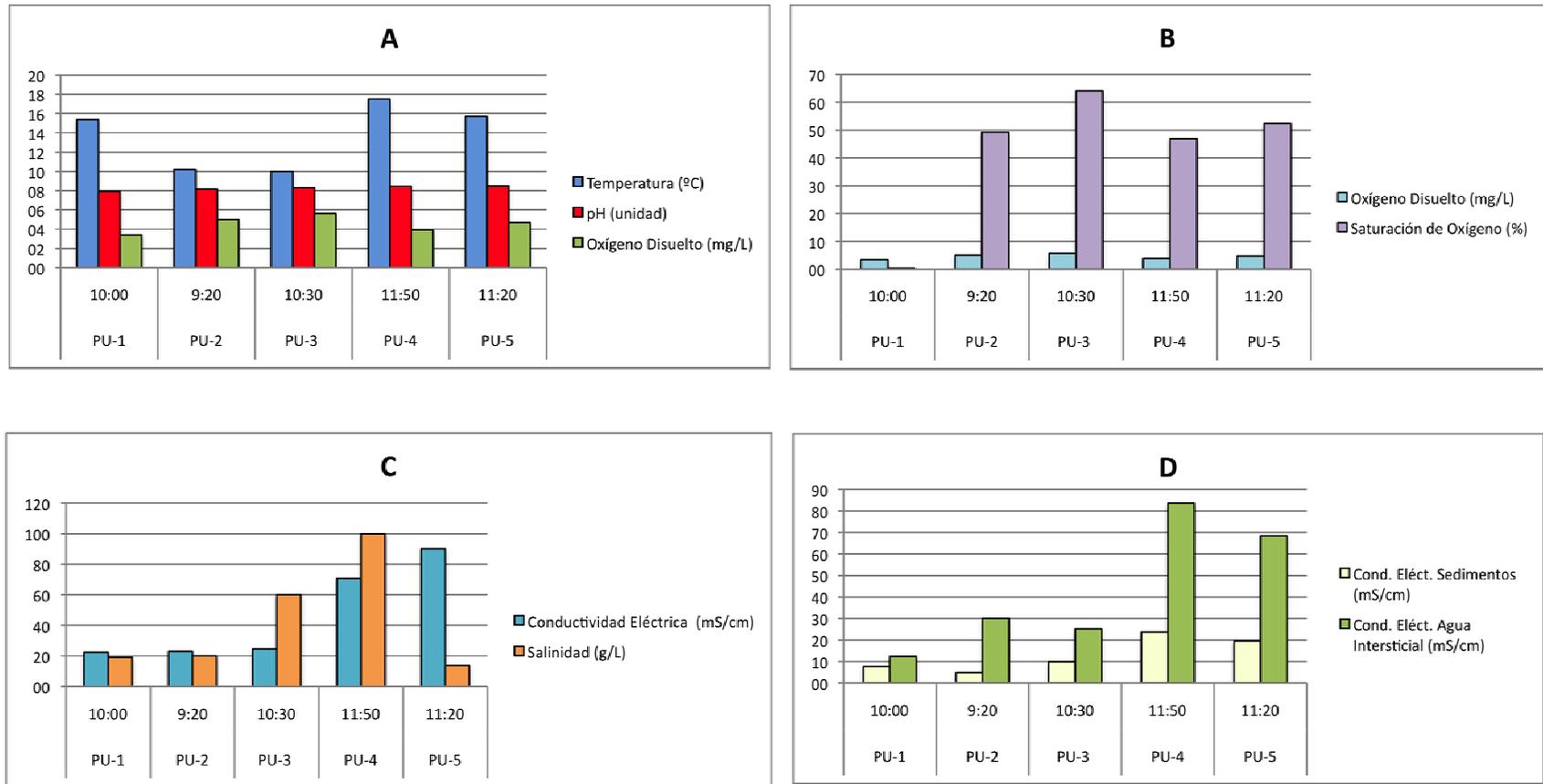


Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre la vertiente (PU-1) y la Laguna (PU-3) presentan algunos patrones interesantes de destacar (Figuras 3.4-5 A; B; C y D). La salinidad y la conductividad se fueron incrementando gradualmente a lo largo de este eje, como consecuencia de la recarga del agua de surgencia con las sales presentes en el terreno. En cuanto al comportamiento de la conductividad en los sedimentos y el agua intersticial, se aprecia el mismo patrón que para la columna de agua, es decir un aumento gradual de los valores desde el punto de vertiente hacia la laguna.

Respecto del oxígeno disuelto en la columna de agua, el punto de la vertiente (PU-1 = 3,4 mg/L), mostró un valor más bajo respecto del resto de los puntos en el eje. Esta diferencia podría deberse a la ausencia de oxigenación de las aguas subterráneas que surgen en la vertientes, las que además presentan una temperatura ligeramente elevada, respecto de los puntos localizados inmediatamente después en el eje analizado (PU-2 y PU-3).

FIGURA 3.4-5
VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU.
SECTOR SONCOR-SISTEMA PUILAR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2009.



a.2 Sector Sóncor: Soncor (Barros Negros, laguna Chaxa y Canal Burro Muerto)

La Tabla 3.4-4 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo de abril de 2009 para los sistemas lagunares pertenecientes al Sector Soncor: Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. En ella, se muestran los valores de temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad específica y salinidad.

TABLA 3.4-4
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU
SECTOR SONCOR- SISTEMA SÓNCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA	HORA (hr:mm)	Tº (°C)	PH (unidad)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)	SALINIDAD (g/L)
BN-1	15:50	26,4	7,53	1,13	15,1	167,5	187
BN-2	15:15	27,5	7,74	1,89	24,6	138,2	126
BN-3	14:45	22,5	7,68	1,51	19,9	148,1	155
CH-1	16:30	26,8	7,94	5,00	61,8	90,8	77
BM-1	8:10	5,7	7,84	2,58	22,8	84,7	70

Temperatura (°C):

La tabla 3.4-4, muestra los valores de temperatura de la columna de agua en la campaña de abril de 2009, en el Sistema Soncor. Los valores registrados oscilaron entre los 5,7°C y 27,5°C (Anexo VII) en las estaciones BM-1 y BN-2, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 21,8 +/- 9,2°C (Anexo VII).

En cuanto a la variación entre distintas campañas de monitoreo (Figura 3.4-6 A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2009, fue semejante a las registradas en los años previos (2006 y 2008), para la misma fecha de monitoreo. En cuanto al rango de variación entre los percentiles 25 %y 75%, los resultados del año 2009 son comparables a lo registrado en la campaña del 2008. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas para los valores temperatura del agua no variaron significativamente ($p < 0,05$) en el período (Anexo VII).

pH (Unidades de pH):

La tabla 3.4-4, muestra los valores de pH de la columna de agua en la campaña de abril de 2009. Al igual que en la laguna Puillar, se observan valores ligeramente alcalinos para la columna de agua, variando entre 7,5 y 7,94 unidades de pH, en las estaciones BN-1 y CH-1, respectivamente (Anexo VII). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 7,75 +/- 0,16 unidades de pH.

La Figura 3.4-6-B, presenta el análisis de variación interanual para el pH. Se observa que la mediana de la campaña 2009, fue ligeramente más baja que las de años anteriores (2006 al 2008), mientras que los valores estuvieron equitativamente agrupados en los percentiles 25% y 75%.

El análisis de comparación de medianas (Anexo VII), muestra que el pH no varió significativamente entre las campañas de monitoreo del período 2006-2009.

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sistema Sóncor, se presentan en la Tabla 3.4-4, en la cual se observa que dicha variable fluctuó entre 1,1 mg/L (BN-1) y 5,0 mg/L (CH-1), con un valor promedio de 2,42 +/- 1,54 mg/L (Anexo VII).

Respecto del comportamiento de este parámetro en comparación de los períodos previos de monitoreo, la Figura 3.4-7-A, muestra que los valores fueron más bajos que los registrados en las campañas 2006 al 2008. Por otra parte, el rango de dispersión de los datos en los percentiles 25% y 75%, fue más estrecho que en período previo (año 2008), alcanzándose valores más bajos en todas las lagunas analizadas respecto del período 2008.

El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII). En este caso particular, los valores más bajos registrados en la presente campaña, explicarían las diferencias observadas.

En cuanto a los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3.4-4), éstos se muestran bajos, cercanos al 30% en promedio, lo que indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema está disminuida.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de conductividad eléctrica de la columna de agua, para los puntos de monitoreo del Sistema Sóncor, se muestran en la Tabla 3.4-4. El rango de fluctuación de esta variable fue de 84,7 (BM-1) y 167,5 mS/cm (BN-1), con un valor promedio de 125,9 +/- 36,4 (Anexo VII). De todas las lagunas analizadas, Barros Negros mostró los valores más altos de conductividad (Tabla 3.4-4).

Respecto de las campañas previas al año 2009, los valores de conductividad del agua se muestran conservativos (Figura 3.4-7-B). Sin embargo, contrariamente a lo registrado en la campaña del 2008, en el año 2009, la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 25%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de Conductividad Eléctrica del agua entre los períodos 2006 y 2009, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII).

Salinidad (g/L):

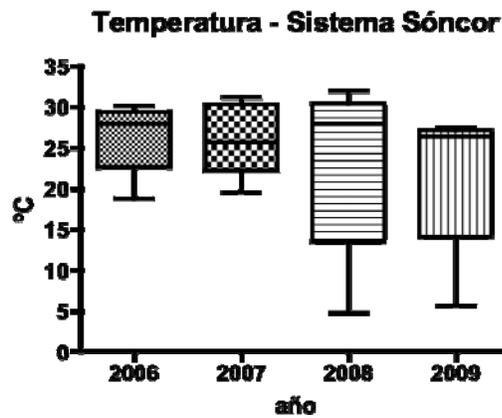
Los valores de salinidad de las estaciones del Sector Sóncor, correspondientes a la campaña de abril del 2009, se presentan en la Tabla 3.4-4. Para esta variable, los valores fluctuaron entre 70 y 126 g/L en las estaciones BM-1 y BN-1, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue 123 +/- 50,1 g/L (Anexo VII).

Respecto de la variación interanual, la figura 3.4-7-C, muestra solamente el valor del año 2009, puesto que en campañas previas a este período, la mayoría de los valores fue registrada como "fuera de rango" y no se pueden realizar comparaciones (Anexo VII).

Respecto de los valores registrados en el presente año, éstos se distribuyen equitativamente entre los percentiles 25% y 75%.

FIGURA 3.4-6
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA
SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

A



B

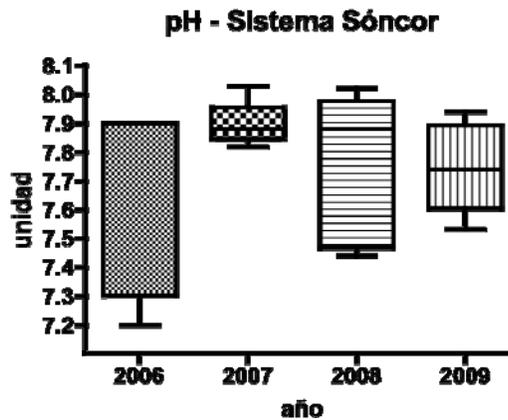
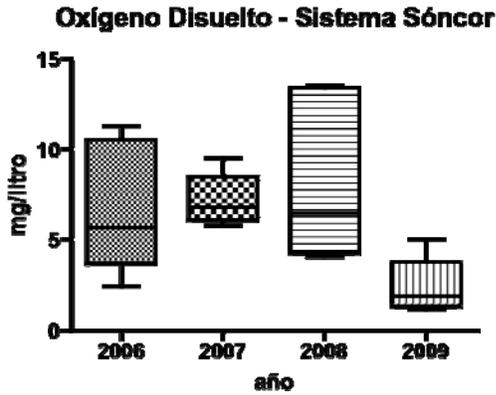
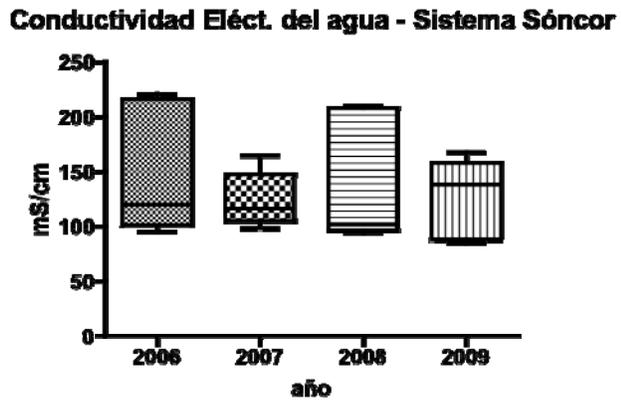


FIGURA 3.4-7
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA
SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

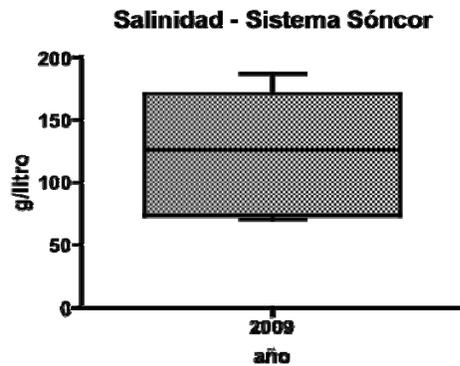
A



B



C



Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

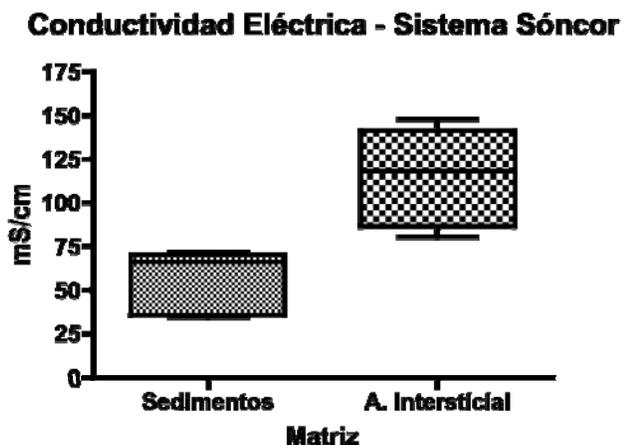
La Tabla 3.4-5, contiene los datos de Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial de los puntos analizados en el Sistema Sóncor, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

**TABLA 3.4-5
CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS
SECTOR SONCOR- SISTEMA SÓNCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009**

CÓDIGO MUESTRA	Cond. Eléct. Sedimentos	Tª Sedimentos	Cond. Eléct. Agua Intersticial	Tª Agua Intersticial
Unidad	(mS/cm)	(°C)	(mS/cm)	(°C)
BN-1	7,7	20,4	12,3	15,4
BN-2	4,9	20,2	30,1	10,9
BN-3	10,0	20,0	25,2	11,5
CH-1	23,7	20,4	83,5	8,4
BM-1	19,6	20,4	68,4	8,1

En cuanto a la comparación del mismo parámetro en ambas matrices (Figura 3.4-8), se observa que el agua intersticial presenta valores de conductividad superiores que los sedimentos, alcanzándose en esta última matriz los valores más altos analizados en el sitio de monitoreo (CH1= 83,5 mS/cm). En el caso de este ecosistema los valores de ambas matrices fueron comparativamente inferiores a los registrados para la misma variable en la columna de agua. La explicación a esta tendencia, podría estar relacionada con la composición salina de las tres matrices y las diferencias en la solubilidad de las sales presentes en cada una.

**FIGURA 3.4-8
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL.
SECTOR SONCOR-SISTEMA SONCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009**



Clorofila "a" del Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 3.4-6, contiene los datos de Clorofila a del fitoplancton y del Fitobentos en los puntos analizados en el Sistema Soncor, en la presente campaña (año 2009).

**TABLA 3.4-6
CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y FITOBENTOS
SECTOR SONCOR- SISTEMA SÓNCOR. CAMPAÑA DE ABRIL 2009**

Variable	Punto de Monitoreo				
	BN-1	BN-2	BN-3	CH-1	BM-1
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	16,4	32,7	41,6	18,2	0,3
Clorofila "a" Fitobentos ($\mu\text{g/L}$)	0,0	15,1	0,0	20,4	0,0

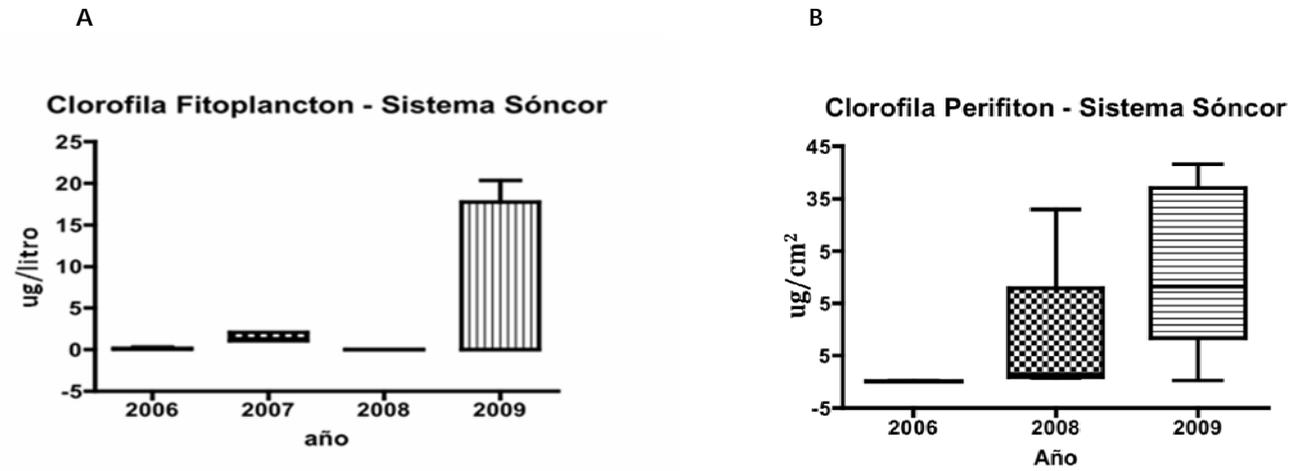
Como se aprecia en la Tabla, los valores de Clorofila a en la columna de agua (fitoplancton), fueron bajos en la mayoría de las estaciones (0,0 $\mu\text{g/L}$), con excepción de las estaciones (BN-2 y CH-1), correspondientes a las lagunas de Barros Negros y Chaxas, respectivamente.

Por su parte, la clorofila medida en el Fitobentos mostró valores superiores a los de columna de agua, en la mayoría de los puntos muestreados. Para esta última variable, los valores oscilaron entre 0,3 $\mu\text{g/L}$ en la estación BM-1 y 41,6 $\mu\text{g/L}$, en la estación BN-3.

Respecto de los periodos previos, la Figura 3.4-9 A, muestra que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue conservativo, lo que se confirma a través del estadístico Kruskal-Wallis, para el análisis de varianza que demuestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo VII). Sin embargo, contrariamente a lo registrado en las campañas previas, la mayoría de los valores se agrupó en el percentil 75%, lo que estuvo fuertemente influenciado por los altos valores de la Laguna Barros Negros.

Para el caso de la Clorofila a en el Fitobentos (Figura 3.4-9 B), los valores analizados desde los años 2006 a la fecha, muestran un notorio incremento, que hace que sus medianas sí arrojen diferencias estadísticamente significativas, entre los periodos (Anexo VII).

FIGURA 3.4-9
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL FITOBENTOS. SECTOR SONCOR-SISTEMA
SÓNCOR-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

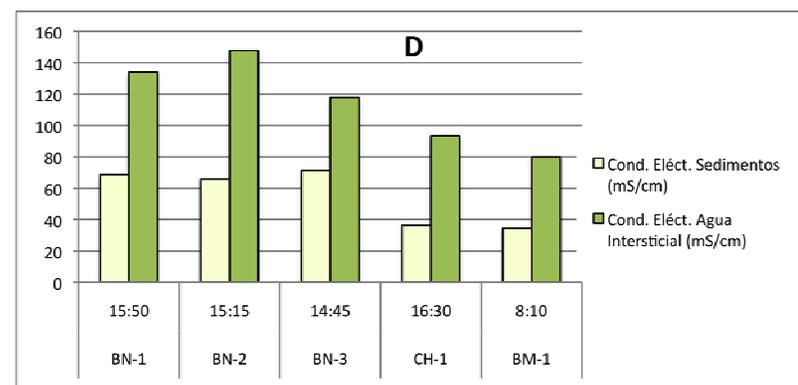
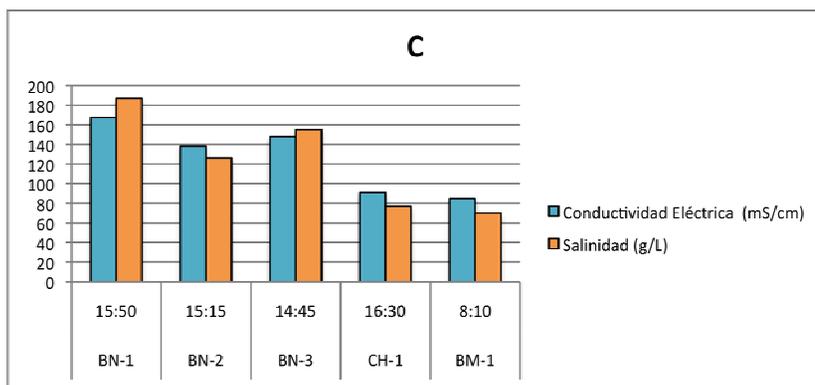
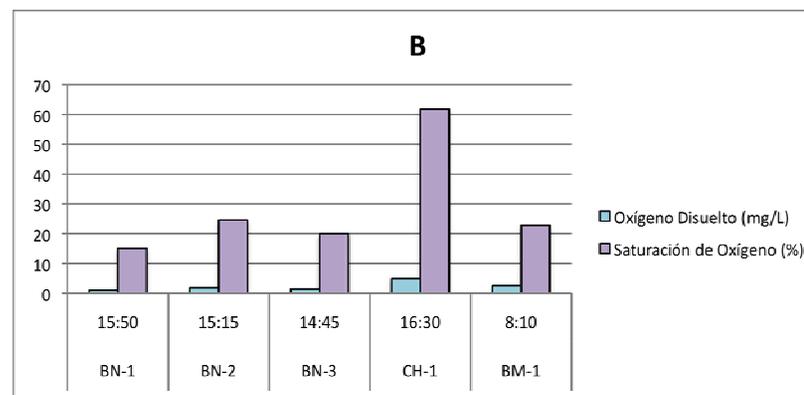
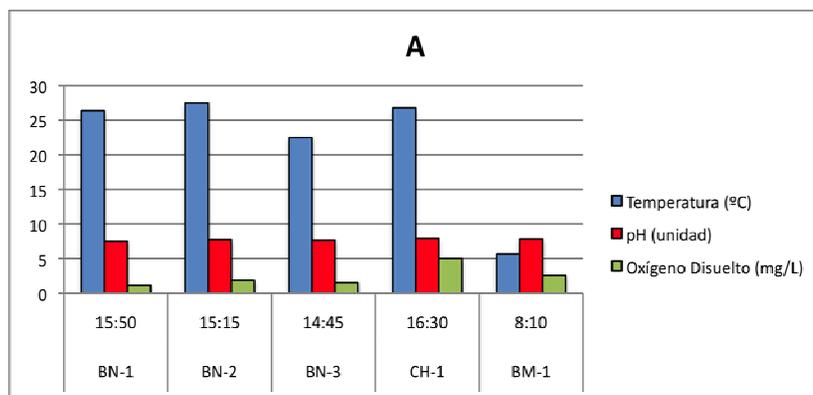


Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en el eje conformado entre el canal afluente a la Laguna Barros Negros (BN-1) y dos puntos adicionales a la entrada y centro de la misma laguna (BN-2 y BN-3, respectivamente), muestra algunos patrones interesantes de destacar (Figuras 3.4-10 A; B; C y D). Así, el Oxígeno Disuelto fue superior en el punto de entrada de la laguna (BN-2) respecto de los otros dos puntos (BN-1 y BN-3). Por otra parte en esta misma estación (BN-2), se aprecia una disminución de la conductividad y salinidad de la columna de agua, mientras que por el contrario se observa un incremento de la misma variable en los sedimentos.

Respecto de las lagunas Chaxas y Burro Muerto, éstas mostraron algunas diferencias con respecto de la laguna Barros Negros. Así, la laguna Chaxas se caracterizó por presentar niveles más altos de Oxígeno Disuelto, junto a un alto porcentaje de saturación de oxígeno (Figura 3.4-10 B). Esto último indicaría que existe un aporte significativo Oxígeno debido a la fotosíntesis en sus aguas. Por otra parte, todos los valores de conductividad medidos (columna de agua, sedimentos y agua intersticial), muestran que el Sistema Barros Negros presenta un carácter mucho más salino que los dos sistemas restantes, lo que da cuenta del proceso evaporativo que sucede a medida que el agua avanza hacia Barros Negros. (Figura 3.4-10 C y D).

FIGURA 3.4-10
VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU.
SECTOR SÓNCOR-SISTEMA SÓNCOR-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2009.



a.3 Sector: Aguas de Quelana

La Tabla 3.4-7 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a abril de 2009, en las estaciones de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana. En ella, se entregan los valores de Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica del Agua y Salinidad.

TABLA 3.4-7
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU
SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA	HORA (hr:mm)	T° (°C)	PH (unidad)	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)	SALINIDAD (g/L)
Q-0	17:10	20,2	6,76	0,99	11,3	> 197	329
Q-1	12:20	20,8	7,81	2,18	27,0	136,8	125
Q-2	15:20	26,4	8,69	4,72	62,0	30,6	35
Q-3	14:15	20,4	7,76	3,54	42,6	20,4	23
Q-4	14:45	23,0	8,53	4,14	51,6	39,7	38
Q-5	13:50	27,4	8,37	4,19	59,1	27,5	20
Q-6	13:40	22,3	8,80	8,33	112,4	23,3	11,6
Q-7	11:00	17,0	7,75	2,48	28,7	3,90	0,7
Q-8	10:15	11,3	8,06	1,98	22,4	59,6	43
Q-9	9:40	6,9	8,09	4,49	43,4	12,8	9,8

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sistema Aguas de Quelana, en la campaña de abril de 2009, se presentan en la Tabla 3.4-7. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 6,9°C y 27,4°C (Anexo VII) en las estaciones Q-9 y Q-5, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 19,6 °C +/- 6,4°C (Anexo VII).

En cuanto a la variación Interanual en la Figura 3.4-11 A, se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2009 fue ligeramente menor que la registrada en los períodos 2008 y 2006, aunque mayor respecto del periodo 2007. Así, esta variable mostró una importante fluctuación interanual, lo que queda reflejado en el resultado del análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, que arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de los distintos períodos (Anexo VII). En cuanto al rango de variación de los percentiles 25 % y 75%, los resultados del año 2009 muestra una mayor variabilidad en el percentil 25%, donde además se agrupan la mayor parte de los datos (Figura 3.4-11 A).

pH (Unidades de pH):

La tabla 3.4-7, contiene los valores de pH de la columna de agua en la campaña de abril de 2009, en el Sistema Aguas de Quelana. En términos generales, se presentan valores ligeramente alcalinos para la columna de agua, variando entre 6,8 y 8,8 unidades de pH, en las estaciones Q-0 y Q-6, respectivamente (Anexo VII). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,1 +/- 0,6 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3.4-11-B. En ésta se observa que el valor de la mediana de la campaña 2009, fue muy conservativo comparado con las campañas previas (2006 al 2008). Asimismo, el rango de dispersión de valores entre los percentiles 25% y 75%, fue muy parecido al de la campaña 2008 y sólo ligeramente mayor a los de las campañas 2006 y 2007. Sin embargo, se presentó una alta variabilidad respecto de las campañas previas entre los valores pertenecientes al percentil 75% (3.4-11-B). El análisis de comparación de medianas (Anexo VII), muestra que el pH no varió significativamente entre las campañas de monitoreo del periodo 2006-2009.

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sector Aguas de Quelana, se presentan en la Tabla 3.4-7. En ésta se observa que dicho parámetro mostró un amplio rango de variación entre las estaciones del mismo Sector. Así, mientras que en la estación Q-0, el valor apenas alcanzan 1 mg/L de Oxígeno, en la estación Q-6 fue de 8,3 mg/L. Respecto del valor promedio, éste fue de 3,7 +/- 2,04 mg/L de Oxígeno (Anexo VII).

En relación con el comportamiento de este parámetro comparado con los periodos previos a la presente campaña, la Figura 3.4-12-A, muestra que los valores fueron notoriamente más bajos que los registrados en las campañas 2006 al 2008. Por otra parte, la mayor parte de los valores se agrupó en el percentil 25%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII). En este caso particular, los valores más bajos registrados en la presente campaña, explicarían las diferencias observadas.

Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3.4-1), éstos presentaron un amplio rango de valores, superando en algunos casos el 100% de la saturación (Q-6). Las diferencias registradas en esta variable, se ven fuertemente asociadas a la presencia de vegetación acuática. Es así como un porcentaje de cobertura de macrófitos cercano al 50% en la estación Q-6, daría cuenta de un alto porcentaje de saturación de oxígeno en el lugar.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de Conductividad Eléctrica de la columna de agua, para los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana, se muestran en la Tabla 3.4-7. Se destaca el amplio rango de distribución de los valores para esta variable, que osciló entre 3,9 mS/cm (Q-7) y >197,0 mS/cm (Q-0), lo que estaría asociado a la gran diversidad de hábitats presentes entre sus estaciones de monitoreo. El valor promedio para este parámetro fue de 55,2 +/- 62,4 mS/cm

(Anexo VII). Este elevado valor de desviación estándar da cuenta, nuevamente, de la diversidad química de las aguas del Sistema.

Respecto de las campañas previas al año 2009, el valor de la mediana de Conductividad del agua se mostró conservativo (Figura 3.4-12-B). Sin embargo, la mayor parte de los valores de Conductividad Eléctrica, se presentó asociado al percentil 75%, mostrándose una menor dispersión de los datos en este percentil, comparativamente con las campañas anteriores. El análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de Conductividad, entre los periodos 2006 y 2009, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII).

Salinidad (g/L):

Los valores de salinidad de las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, correspondientes a la campaña de abril del 2009, se presentan en la Tabla 3.4-7. Al igual que lo registrado con los valores de Conductividad Eléctrica del agua, para esta variable, el rango de valores fluctuó ampliamente, entre 0,7g/L y 329 g/L, en las estaciones Q-7 y Q-0, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue 63,5 +/- 99,6 g/L (Anexo VII).

Respecto de la variación interanual (figura 3.4-12-C), se observa que el valor de la mediana de la campaña 2009, fue semejante a lo registrado en monitoreos previos, sin que hubiese diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Anexo VII). Sin embargo, se aprecia que el rango de dispersión de valores entre los percentiles 25% y 75%, fue mayor que lo observado en monitoreos previos (Figura 3.4-12C).

FIGURA 3.4-11
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA
SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

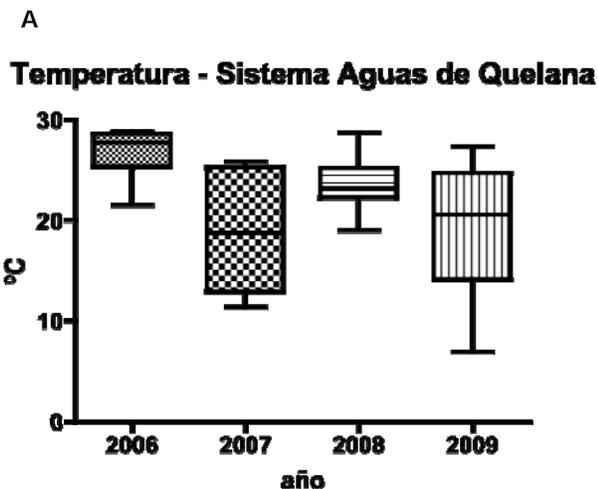


FIGURA 3.4-11
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA
SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

B

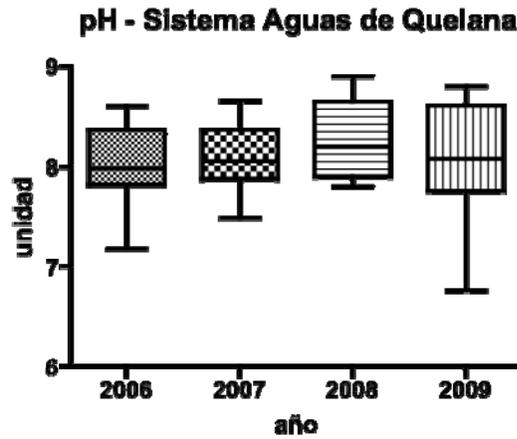


FIGURA 3.4-12
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD
ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA
SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

A

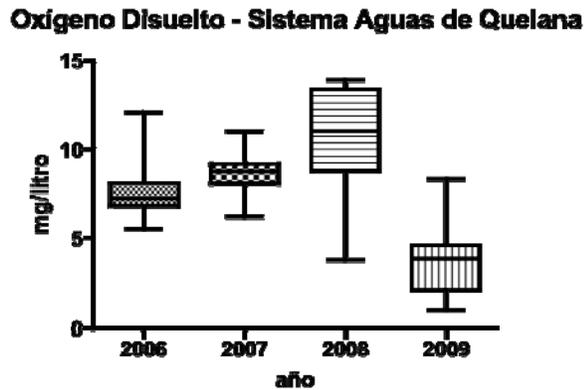
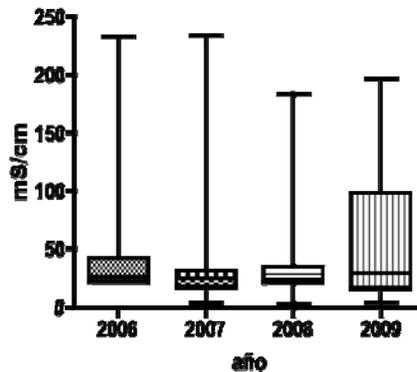


FIGURA 3.4-12
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTOS, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA
SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

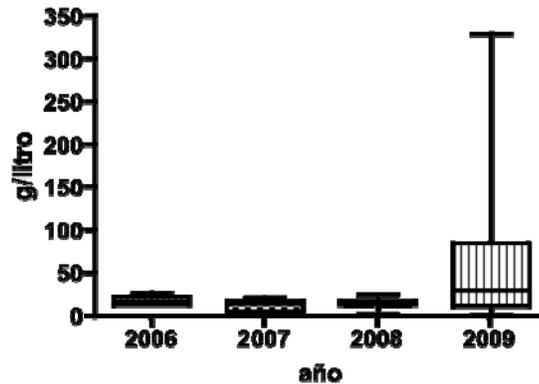
B

Conductividad Eléct. del agua - Sistema Aguas de Quelana



C

Salinidad - Sistema Aguas de Quelana



Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

La Tabla 3.4-8, contiene los datos de Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial de los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

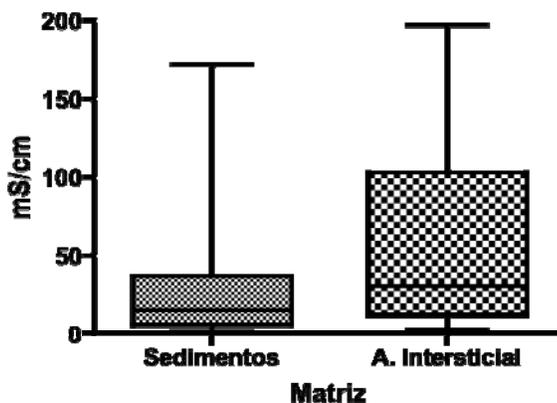
TABLA 3.4-8
CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
Q-0	42,3	22,1	>197	22
Q-1	172	22,4	159,8	12
Q-2	31,6	20,4	30,3	19,9
Q-3	14,4	20,3	23,8	16,2
Q-4	26,4	20,4	30,7	12,7
Q-5	11,2	20,2	30,4	16,7
Q-6	7,86	20,4	12,7	10,6
Q-7	1,5	20,4	2,6	12,1
Q-8	16,1	20,2	46,8	8,4
Q-9	3,8	20,1	11,6	2,2

El análisis de esta misma variable en ambas matrices, sedimentos y agua intersticial, (Figura 3.4-13), se observa que el agua intersticial presenta valores algo superiores respecto de los sedimentos. Así el valor máximo se midió en el agua intersticial de la estación Q-0 (>197 mS/cm). En el caso de este ecosistema los valores de Conductividad Eléctrica del agua intersticial y de la columna de agua, fueron muy semejantes entre ellos, siendo siempre superiores a la conductividad de los sedimentos, para un mismo punto de monitoreo.

FIGURA 3.4-13
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

Conductividad Eléctrica - Sistema Aguas de Quelana



Clorofila "a" del Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 3.4-9, contiene los datos de Clorofila a del Fitoplancton y del Fitobentos en los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, en la presente campaña (año 2009).

**TABLA 3.4-9
CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y FITOBENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA. CAMPAÑA DE ABRIL 2009**

Variable	Punto de Monitoreo									
	Q-0	Q-1	Q-2	Q-3	Q-4	Q-5	Q-6	Q-7	Q-8	Q-9
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	1,4	0,0	1,4	2,1	30,4	24,2	65,2	29,4	6,4	37,0
Clorofila "a" Fitobentos ($\mu\text{g/L}$)	15,1	9,6	20,1	4,1	2,1	1,0	11,0	2,5	1,7	13,3

Como se aprecia en la Tabla los valores de Clorofila a en la columna de agua (fitoplancton), presentaron un amplio rango de valores: 0 $\mu\text{g/L}$ a 65,2 $\mu\text{g/L}$, en las estaciones Q-1 y Q-6, respectivamente. También se aprecia que en el tramo comprendido entre las estaciones Q-4 y Q-7, se presentó un incremento de esta variable respecto de los otros puntos de monitoreo del mismo sistema.

Por su parte, la Clorofila a analizada en el Fitobentos, mostró un rango más estrecho de oscilación de sus valores, para esta variable, los valores oscilaron entre 1 $\mu\text{g/L}$ en la estación Q-5 y 20,1 $\mu\text{g/L}$, en la estación Q-2.

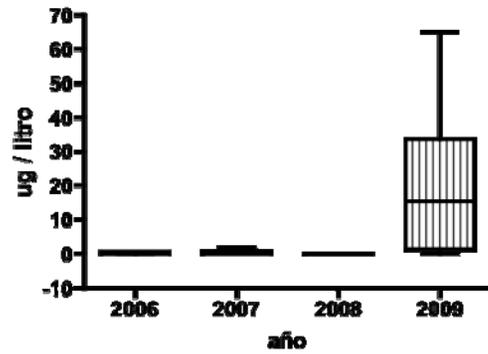
Respecto del comportamiento de los valores de Clorofila a en la presente campaña, en comparación con las campañas previas (Figura 3.4-14 A), se observa que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue notablemente superior al registrado anteriormente. Esta diferencia queda de manifiesto tras el análisis de varianza, que arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los distintos años (Anexo VII). Otra diferencia tiene relación con la dispersión de los datos, los cuales se agrupan de manera, relativamente equitativa entre los percentiles 25% y 75% (Figura 3.4-14 A).

En el caso de la Clorofila a en el Fitobentos (Figura 3.4-14 B), los valores analizados en la campaña del año 2009, se muestran conservativos respecto de la campaña 2008. Sin embargo, la ausencia de datos en la campaña 2007 y los bajos valores de la campaña 2006, influyen en las diferencias estadísticamente significativas observadas entre las medianas de esta variable, en las distintas campañas (Anexo VII).

FIGURA 3.4-14
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL FITOBENTOS. SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

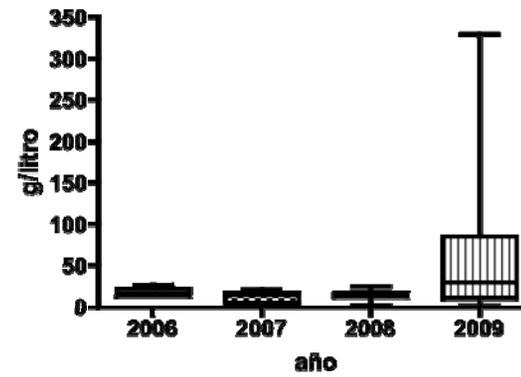
A

Clorofila Fitoplancton - Sistema Aguas de Quelana



B

Salinidad - Sistema Aguas de Quelana



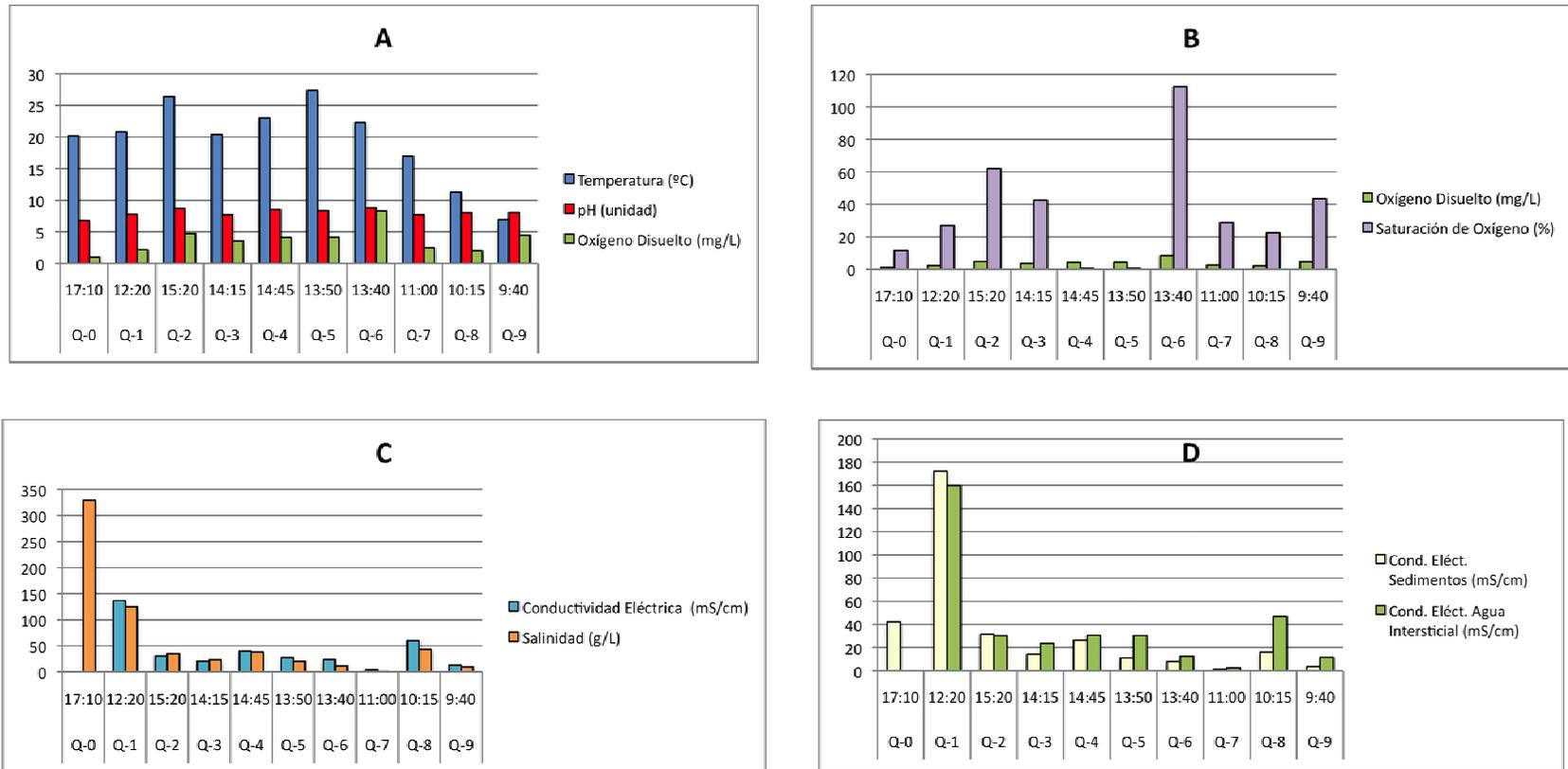
Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en todo el ecosistema Aguas de Quelana, da cuenta de una gran heterogeneidad de hábitats, entre los que se cuentan lagunas salinas, zonas de surgencia de agua dulce, zonas de canal, zonas con alta cobertura vegetal.

Las Figuras 3.4-15 (A-D), muestran el comportamiento espacial de los principales parámetros físico-químicos. En el caso del Oxígeno Disuelto y el Porcentaje de saturación de Oxígeno del agua (Figura 3.4-15 A y B), se aprecia una importante variabilidad espacial, caracterizada por un incremento importante de ambas variables en la estación Q-6 y otros aumentos de menor importancia Q-2 y Q-9. Respecto de la estación Q-6, el incremento observado estaría relacionado con la presencia de una importante cobertura de macrófitos y desarrollo del fitoplancton. Ambos componentes biológicos aportarían a la saturación de las aguas con oxígeno, por medio de la fotosíntesis. Respecto de las estaciones Q-2, este incremento de oxígeno estaría relacionado con el incremento de la actividad fotosintética en el fitobentos (Tabla 3.4-9), mientras que en la caso de la estación Q-9, el fitoplancton daría cuenta del incremento en esta variable.

En relación con la Conductividad Eléctrica del Agua y la Salinidad, la figura 3.4-15 C, muestra que los valores más altos de estas variables, se presentan en las lagunas (Q-0 a Q-2), mientras que en los sectores de surgencia de agua, (Q-6 y Q-7), estos parámetros disminuyen. La Conductividad Eléctrica en los Sedimentos y en el Agua Intersticial, mostró un patrón parecido a esta variable medida en el agua. Sin embargo, el valor máximo en ambas matrices, no se presentó en la estación Q-0, sino en la estación Q-1.

FIGURA 3.4-15
VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU.
SECTOR AGUAS DE QUELANA-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2009.



a.4 Sector Peine

La Tabla 3.4-10 presenta los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo de abril de 2009, en las estaciones del Sistema Peine. En ella, se entregan los valores de Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Específica y Salinidad.

TABLA 3.4-10
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DETERMINADOS IN SITU
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA	HORA (hr:mm)	T° (°C)	PH (unidad)	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)	SALINIDAD (g/L)
PE-1	11:20	17,4	8,12	3,45	39,0	44,4	42
PE-2	12:00	11,8	8,16	3,65	36,9	46,7	42
PE-3	12:45	12,7	8,16	3,21	34,8	42,3	37
SA-1	14:10	20,0	8,16	3,01	38,8	38,1	39
SA-2	13:20	21,8	8,26	4,10	51,2	34,3	27

Temperatura (°C):

Los valores de la Temperatura de la columna de agua del Sistema Peine, en la presente campaña, se muestran en la Tabla 3.4-10. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 11,8 °C y 21,8 °C, en las estaciones PE-2 y SA-2, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio para esta variable fue de 16,7 °C +/- 4,4°C (Anexo VII).

En cuanto a la variación entre las distintas campañas de monitoreo, realizadas hasta la fecha (Figura 3.4-16 A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2009 fue mayor que la registrada en el período previo (2008), aunque muy semejante a lo registrado en el 2006 e inferior a los valores de la campaña 2007. Esta notoria fluctuación interanual, quedó reflejada en el resultado del análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, que arroja diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas de los distintos períodos (Anexo VII). En cuanto al rango de variación de los percentiles 25% y 75%, los datos de temperatura del año 2009 se agruparon principalmente en el percentil 25% (Figura 3.4-16 A).

pH (Unidades de pH):

Los valores de pH de la columna de agua de la campaña abril de 2009, en las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se presentan en la Tabla 3.4-10. En términos generales, se presentan valores muy homogéneos entre las estaciones de monitoreo de carácter ligeramente alcalino, variando entre 8,1 y 8,3 unidades de pH, en las estaciones PE-1 y SA-2, respectivamente (Tabla 3.4-10). Por otra parte, el valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,2 +/- 0,05 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3.4-16-B. En ésta se observa que, el valor de la mediana de la campaña 2009, fue muy conservativo comparado con las campañas previas (2006 al 2008). Sin embargo, se destaca el hecho que el rango de dispersión de valores entre los percentiles 25% y 75%, fue muy estrecho comparado con las

campañas previas, lo que demuestra la gran homogeneidad de los valores en la presente campaña. El análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis demuestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los distintos años de monitoreo (Anexo VII).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sistema Peine, se presentan en la Tabla 3.4-10. En esta se observa que dicho parámetro mostró valores muy conservativos entre las distintas estaciones de monitoreo. Así, el rango máximo de valores para este parámetro fluctuó sólo entre 3 mg/L de Oxígeno, en la estación SA-1 y 4,1 mg/L en la estación SA-2. El valor promedio para esta variable fue de 3,5 +/- 0,42 mg/L de oxígeno (Anexo VII).

En relación con el comportamiento interanual de esta variable, la Figura 3.4-17-A, muestra que los valores de la mediana han ido decayendo progresivamente entre los años 2006 y 2009. Además, como ha sido mencionado más arriba, en la actual campaña se registró un estrecho margen de variación de los valores de Oxígeno Disuelto, comparativamente, con lo registrado en el período 2008 (Figura 3.4-17-A).

El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas entre los distintos monitoreos realizados a la fecha (Anexo VII).

Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3.4-10), éstos fueron en su mayoría bajos (entre 30 % y 50 % de saturación), lo que indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema están disminuidos.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de Conductividad Eléctrica de la columna de agua, para las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se muestran en la Tabla 3.4-10. Para esta variable los valores fluctuaron entre 34,3 mS/cm (SA-2) y 46,7 mS/cm (PE-2). Por otra parte, el valor promedio para este parámetro fue de 41,2 +/- 5,0 mS/cm (Anexo VII). En términos generales, se puede decir que las lagunas Saladita (SA-1) y Salada (SA-2), mostraron una conductividad menor que los puntos localizados en la Laguna Interna (PE-1 a PE-3).

Respecto de las campañas previas al año 2009, el valor de la mediana de Conductividad del agua se mostró conservativo (Figura 3.4-17-B). Sin embargo, sobresale el hecho que, en la presente campaña, los valores de Conductividad Eléctrica, mostraron un estrecho rango de variación entre los percentiles 25% y 75% (Figura 3.4-17-B). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de conductividad, entre los períodos 2006 y 2009, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII).

Salinidad (g/L):

Los valores de Salinidad de las estaciones del Sector Peine, correspondientes a la campaña de abril del 2009, se presentan en la Tabla 3.4-10. Al igual que lo registrado con los valores de Conductividad Eléctrica del agua, para esta variable, Los valores medidos en el la Laguna Interna (PE-1 a PE-3), fueron superiores a los de las otras estaciones de monitoreo. Para todo el sistema lacustre los valores fluctuaron entre 27 g/L (SA-2) y 42 g/L (PE-1 y PE-2). En cuanto al valor promedio de esta variable, éste fue 37,4 +/- 6,2 g/L (Anexo VII).

Respecto de la variación interanual (Figura 3.4-17-C), se observa que el valor de la mediana de la campaña 2009, fue conservativo en comparación con las campañas de monitoreos previas, encontrándose la mayor diferencia entre los años 2008 y 2009. El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Anexo VII). En la actual campaña, la mayor parte de los valores de salinidad se encontraron en el percentil 25%, como lo muestra la gráfica (Figura 3.4-17-C).

FIGURA 3.4-16
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA.
PERIODO 2006-2009

A

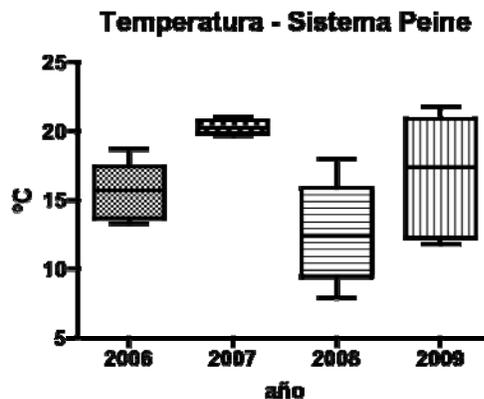


FIGURA 3.4-16
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS TEMPERATURA Y PH EN COLUMNA DE AGUA
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA.
PERIODO 2006-2009

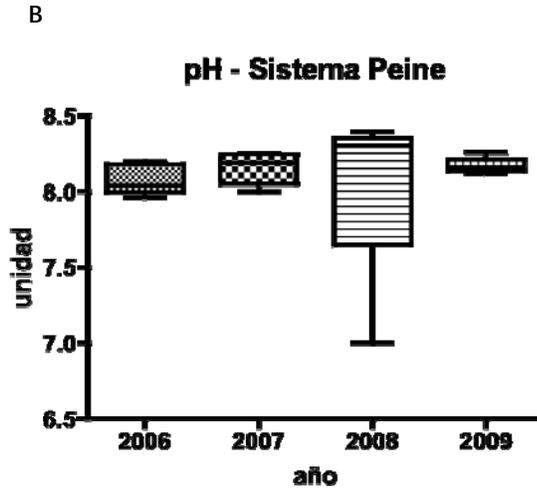


FIGURA 3.4-17
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTUO, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD
ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-
SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

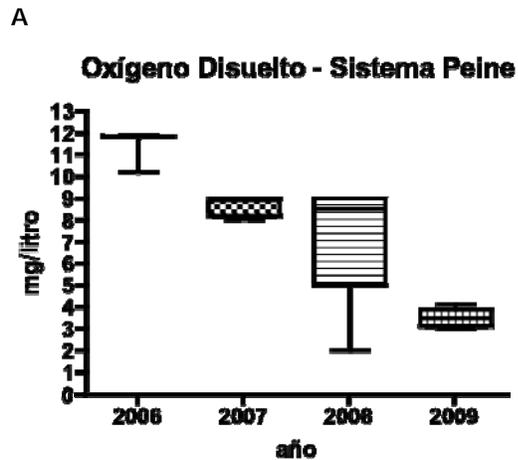
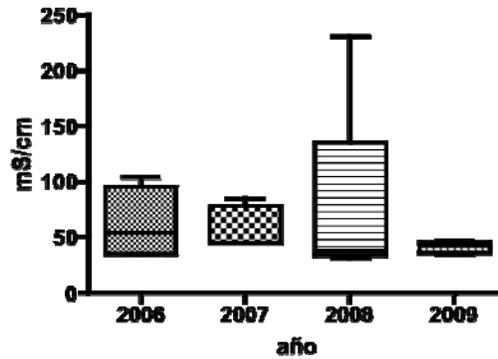


FIGURA 3.4-17
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS OXÍGENO DISUELTOS, SALINIDAD Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COLUMNA DE AGUA SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009

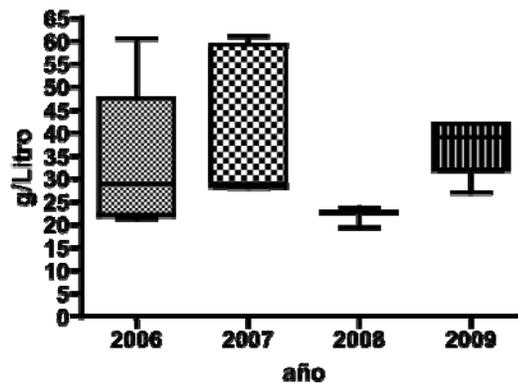
B

Conductividad Eléct. del agua - Sistema Peine



C

Salinidad - Sistema Peine



Conductividad de los Sedimentos y el Agua Intersticial (mS/cm):

La Tabla 3.4-11, contiene los datos de Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial de los puntos analizados en el Sistema Peine, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

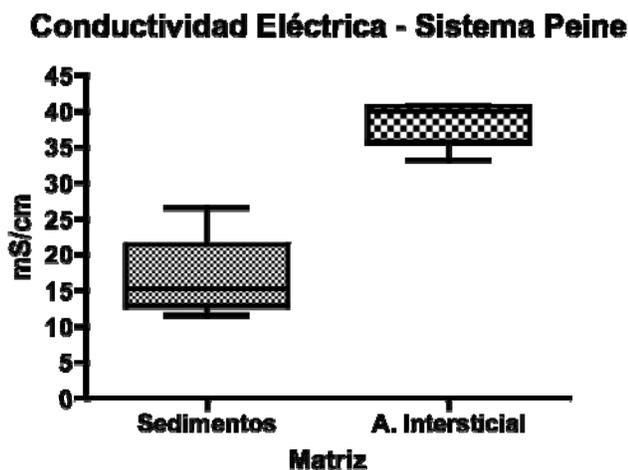
TABLA 3.4-11
CONDUCTIVIDAD DEL AGUA INTERSTICIAL Y LOS SEDIMENTOS
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2009

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
PE-1	26,6	20,2	40,8	16
PE-2	15,2	22,4	40,6	15
PE-3	14,1	20,6	39,9	15
SA-1	16,1	20,6	38,2	15
SA-2	11,6	20,6	33,2	19

El análisis en ambas matrices, sedimentos y agua intersticial, (Figura 3.4-18), muestra que, al igual que en otros sistemas analizados, los valores de Conductividad Eléctrica del agua intersticial fueron superiores, respecto de aquellos medidos en los sedimentos.

Respecto del rango de valores, el valor máximo se midió en el agua intersticial de la estación PE-1 (40,8 mS/cm). Cabe destacar, que en este sistema en particular, los valores de Conductividad de la columna de agua (Tabla 3.4-10) y del agua intersticial, se movieron dentro de un mismo rango; mientras que, claramente, los valores de Conductividad medidos en los sedimentos fueron menores, para un mismo punto de monitoreo.

FIGURA 3.4-18
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SEDIMENTOS Y EL AGUA INTERSTICIAL. SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA) - SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009



Clorofila "a" del Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$):

La Tabla 3.4-12, contiene los datos de Clorofila a del Fitoplancton y del Fitobentos en los puntos analizados en el Sistema Peine, en la presente campaña (año 2009).

**TABLA 3.4-12
CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y FITOBENTOS
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). CAMPAÑA DE ABRIL 2009**

Variable	Punto de Monitoreo				
	PE-1	PE-2	PE-3	SA-1	SA-2
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	0,0	0,0	28,5	0,7	0,0
Clorofila "a" Fitobentos ($\mu\text{g/L}$)	15,5	1,7	1,7	2,0	0,5

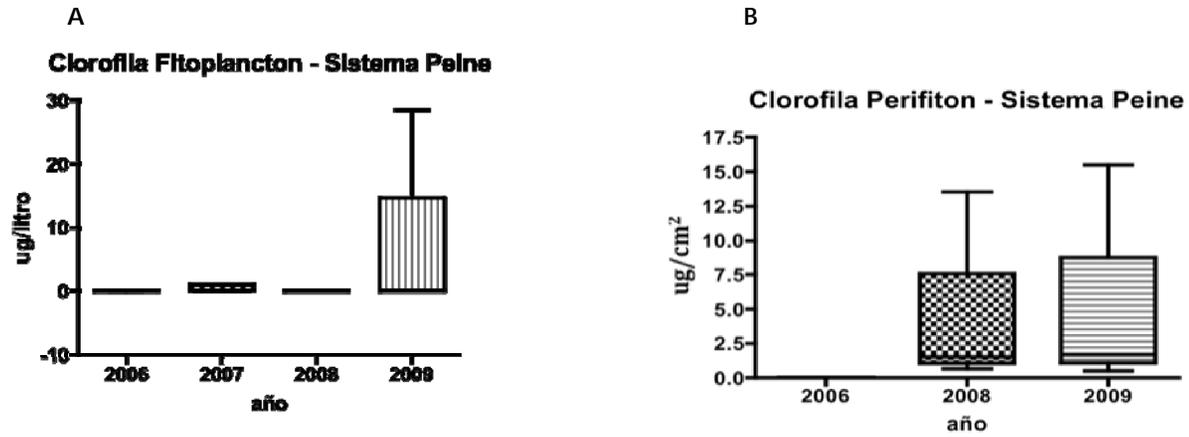
Como se aprecia en la Tabla 3.4-12, los valores de Clorofila a del fitoplancton fueron, en su mayoría, notoriamente bajos, cercanos o iguales a cero. Sólo la estación PE-3, muestra la presencia de una comunidad fitoplanctónica significativa. El rango de fluctuación de esta variable fue de 0 $\mu\text{g/L}$ a 28,5 $\mu\text{g/L}$ y su valor promedio de 5,84 +/- 12,7 $\mu\text{g/L}$ (Anexo VII).

Por su parte, la Clorofila a analizada en el Fitobentos, mostró siempre valores por sobre los 0 $\mu\text{g/L}$. Para esta variable, los valores oscilaron entre 0,5 $\mu\text{g/L}$ en la estación SA-2 y 15,5 $\mu\text{g/L}$, en la estación PE-1.

Respecto del comportamiento de los valores de Clorofila a en la presente campaña, se observa que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue semejante al registrado en campañas previas (Figura 3.4-19 A). Sin embargo sobresale el hecho que la mayoría de los datos se agruparon el percentil 75%. El análisis de varianza realizado a través del test Kruskal-Wallis mostró que para esta variable no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Anexo VII).

En el caso de la Clorofila a en el Fitobentos (Figura 3.4-19 B), los valores analizados en la campaña del año 2009, se muestran conservativos respecto de la campaña 2008. Sin embargo, la ausencia de datos en la campaña 2007 y los bajos valores de la campaña 2006, influyen en las diferencias estadísticamente significativas observadas entre las medianas de esta variable, en las distintas campañas (Anexo VII).

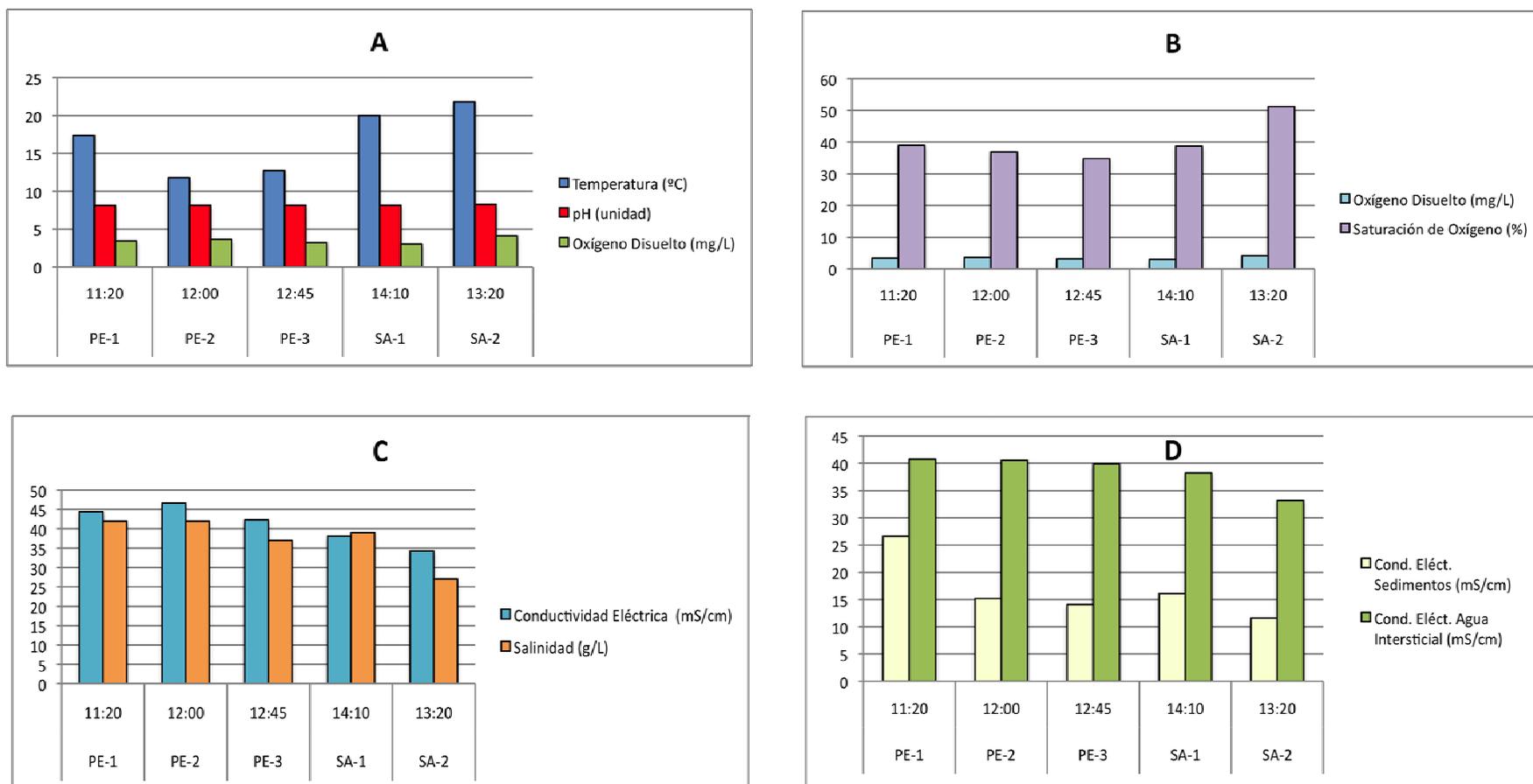
FIGURA 3.4-19
VARIACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS CLOROFILA A DEL FITOPLANCTON Y DEL FITOBENTOS.
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. PERIODO 2006-2009



Análisis Espacial:

El comportamiento de las variables en el Sistema Peine da cuenta de diferencias entre las tres lagunas pertenecientes a éste. Así, la Figura 3.4-20 muestra que en el caso de la salinidad y Conductividad Eléctrica medidas en la columna de agua, en el agua intersticial y en los sedimentos de la Laguna Interna (PE-1 a PE-3), los valores fueron superiores a los registrados en las lagunas Salada y Saladita. Contrariamente, los valores de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación de Oxígeno fueron mayores en las estaciones SA-1 y SA-2, respecto de la Laguna Interna. El proceso evaporativo particular al que están sujetas las lagunas del Sistema Peine, en el cual las sales tienden a concentrarse a lo largo del eje Salada - Saladita - Interna; explicaría el comportamiento anterior, así como, ponderaría el efecto de la biota restringida por la distribución de la salinidad en el eje mencionado.

FIGURA 3.4-20
VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, DETERMINADOS IN SITU.
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA)-SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA 2009.



3.4.2 Medio Biótico

a. Fitobentos

Diversidad General del Área

Las Figuras 3.4-21 A; B; C y D, muestran el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable microalgas bentónicas en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama: Puillar, Sóncor (Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Aguas de Quelana y Peine.

Respecto de la Abundancia Total de microalgas bentónicas, los valores fueron bastante heterogéneos entre las estaciones de cada sector. En relación a esto, cabe destacar las diferencias encontradas entre las estaciones del Sistema Peine. Sólo en la estación SA-1 la Abundancia supera en cerca de un 400% a la Abundancia promedio del sector completo. Asimismo, en el caso del Sistema Sóncor, la estación CH-1 mostró valores por sobre el 350% respecto del promedio de todas las estaciones de monitoreo. Con respecto al Sistema Aguas de Quelana, se produce un incremento gradual de la Abundancia desde la estación Q-0 a la Q-6, donde se registró el valor máximo, mientras que desde esta estación en adelante (Q-6 a Q-9), los valores van decreciendo.

La variación observada en cada sector tendría directa relación con las características de los hábitats. De tal modo que, en hábitats muy extremos, donde la salinidad fue muy elevada o muy baja, las poblaciones se vieron disminuidas, mientras que, fueron las zonas de transición de la salinidad, las que presentaron las abundancias mayores.

En relación con la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-21 B, muestra que los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Peine. Particularmente la estación SA-1, localizada en la Laguna Saladita, mostró la riqueza más alta con 65 taxa diferentes de diatomeas. Por el contrario la estación de monitoreo más pobre se presentó en el sector del Sistema Aguas de Quelana (Q-0). Este punto caracterizado por una baja diversidad de microalgas, coincide con uno de los sitios de mayor salinidad analizados entre todas las estaciones monitoreadas (Tabla 3.4-7: Salinidad = 329 g/L). Nuevamente, la salinidad parece ser un factor limitante para el desarrollo de las especies y el desarrollo de su biomasa.

Para las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes, en sectores específicos. Sector Sóncor / Laguna Puillar: *Anomoeoneis sphaerophora* var. *costata*, *Amphora veneta*; *Craticula* sp.; *Denticula*, *D. kuetzingii* y *D. subtilis*. Por otra parte, en el Sector Sóncor / Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, los taxa que mayormente aportaron a la Abundancia Total del sector fueron: *Amphora veneta*; *A. carvajaliana*; *Mastogloia smithii*, *M. braunii* y *Nitzschia valdestraiata*. En el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de sólo dos especies en una única estación. Es el caso de *Denticula subtilis* y *D. valida* en la estación Q-0, donde cada una contribuyó al 50% de la Abundancia Total. Sin embargo se debe destacar que el N° de Células/ cm³ asociado a ambos taxa, fue bajo. También en el Sector de Aguas de Quelana sobresale el aporte que la especie *Nitzschia accedens* var. *chilensis*, hizo a la Abundancia Total, en la estación Q-4, cerca del 67%. Finalmente en el Sector de Peine, los

siguientes taxa fueron aquellos que hicieron un mayor aporte a la Abundancia Total del sistema: *Surirella wetzelii*, *Denticula valida*; *D. subtilis* y *Achnanthes speciosa*. Cabe destacar sin embargo, que en este Sector, las Abundancias Relativas de los taxa encontrados en cada estación de monitoreo, nunca representaron más del 15% de la Abundancia Total.

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figuras 3.4-21 C y D, representan el comportamiento del Índice de Shannon-Wiener (H) y el Índice de Evenness (W), respectivamente. En relación con el comportamiento general de ambas variables, se aprecia que hubo bastante homogeneidad entre los sectores monitoreados y entre las estaciones de cada sector, de tal manera que el H promedio fue de 2,6+/-0,8. Sin embargo, cabe destacar algunos datos anómalos, como los registrados en el caso del I. de Shannon-Wiener, en las estaciones Q-0 y Q-2 del Sector Aguas de Quelana. Estos bajos valores del índice coinciden con una baja riqueza de especies. Considerando entonces, el peso de la variable Riqueza en el cálculo del índice, este hecho explicaría la baja diversidad registrada en ambos puntos de monitoreo. Por otra parte, respecto del I. de Evenness, los valores registrados en la estación Q-0 y BN-2, tuvieron directa consecuencia con la presencia de especies dominantes, es decir, que aportaron con un porcentaje significativo a la abundancia total y también por la presencia de especies raras es decir cuyo aporte no fue significativo en el contexto general.

En relación con los sitios de mayor biodiversidad sobresalen los valores del I. De Shannon-Wiener en la estación SA-2 del Sector Peine (Laguna Salada). Este fue el más alto entre todos los sectores y estaciones monitoreadas. Asimismo, la estación BM-1 del Sistema Sóncor (Laguna Burro Muerto), arrojó un valor de diversidad alto.

FIGURA 3.4-21
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS

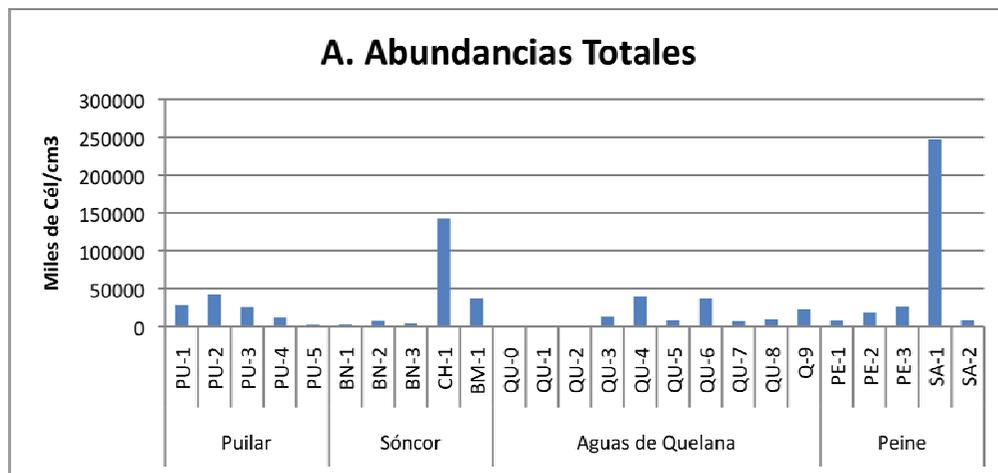
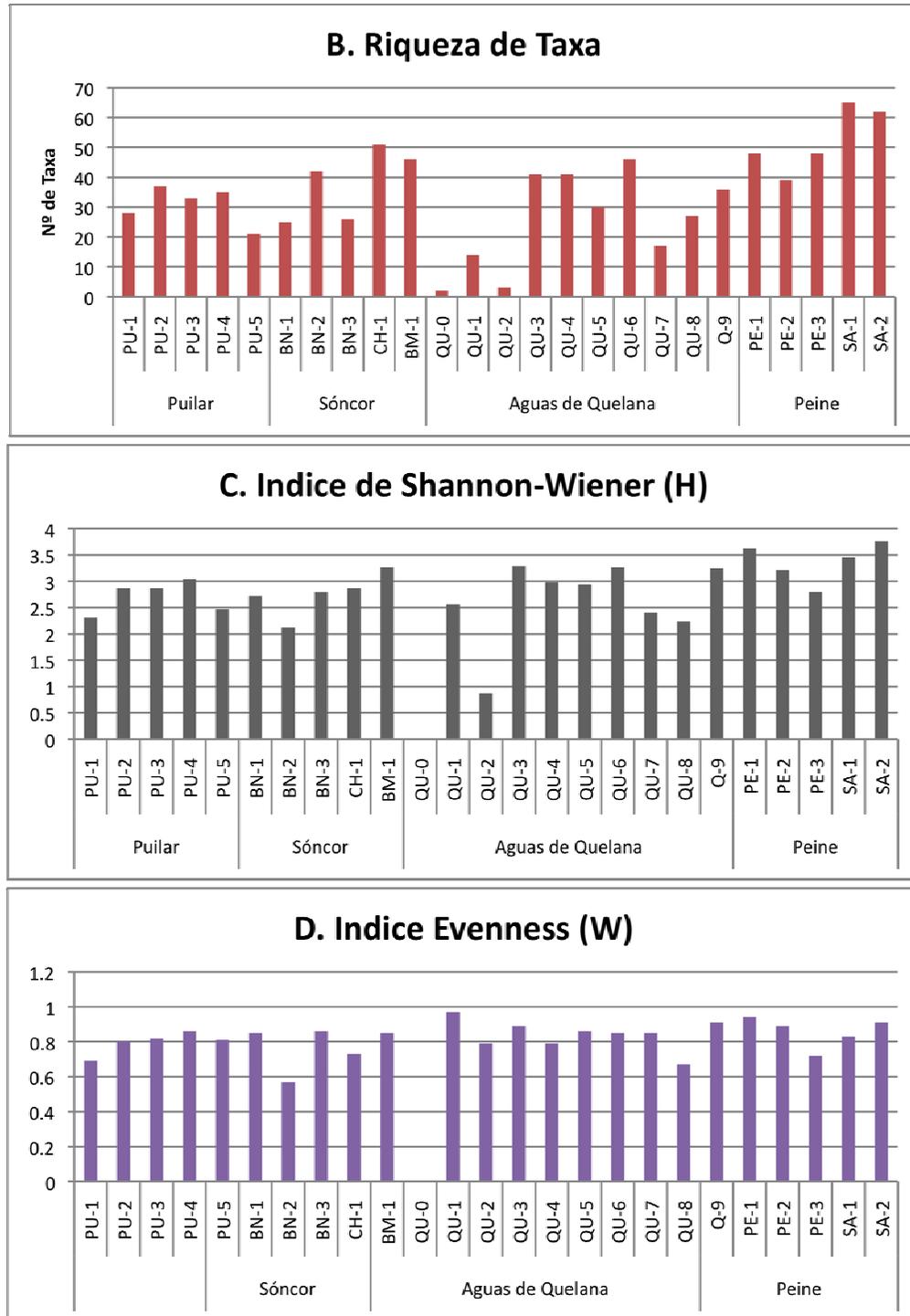


FIGURA 3.4-21
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS EN LOS 4 SECTORES
MONITOREADOS



a.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar**Diversidad General del Área de Estudio**

Se determinó un total de 66 taxa de diatomeas bentónicas entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa de diatomeas se registró en la estación PU-2, en esta misma estación se registró, también, la abundancia poblacional máxima (~ 42.000 cél/cm³). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, estos correspondieron a *Denticula subtilis*, *D. valida* y *Mastogloia smithii*. Los taxa con mayor abundancia correspondieron a *Craticula sp* y *Anomoeoneis sphaerophora var costata*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-13, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-22, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación PU-2 y fue de 36 taxa, mientras que el mínimo se determinó en la estación PU-5 y fue de 21 taxa. Así el valor promedio de distribución de la riqueza de taxa fue de 30 +/- 6 taxa por estación (Anexo VIII).

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3.4-13, se muestran los valores de abundancia total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-22, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, estos se presentaron en las estaciones PU-2 el máximo y PU-5 el mínimo, correspondiendo así con los valores extremos para la riqueza de especies. En tanto el valor promedio para todo el sector fue de 22.251 +/- 15.459 Cél/cm³.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de las Poblaciones Fitobentónicas del Sistema Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que la estación con mayor diversidad fue PU-4 (H: 3,04), correspondiente a un sector del canal del Sistema Puilar. Asimismo, en esta estación se estimó el Índice de Equidad más alto de entre todas las estaciones del sistema, el que alcanzó un valor de 0,86. Respecto de los valores más bajos para ambos índices estos se determinaron en la estación PU-1. Dicho valor en esta estación puede ser adjudicado al efecto que tiene la dominancia de sólo dos especies de diatomeas *Anomoeoneis sphaerophora var. costata* y *Amphora veneta*.

**TABLA 3.4-13
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE
DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009**

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Achnanthesa tacamae</i>	114,3	0,4	1371,4	3,2	1142,9	4,4				
<i>Achnanthes minutissimum</i>	114,3	0,4			342,9	1,3				
<i>Achnanthes speciosa</i>	914,3	3,2	228,6	0,5	800,0	3,1				
<i>Achnanthes submarina</i>			457,1	1,1	114,3	0,4				
<i>Achnanthes thermalis</i>					571,4	2,2				
<i>Achnantheidium minutissima</i>									28,6	1,2
<i>Achnantheidium minutissimum</i>									228,6	9,8
<i>Amphora spp</i>					342,9	1,3			28,6	1,2
<i>Amphora acutiuscula</i>			685,7	1,6	571,4	2,2				
<i>Amphora atacamana</i>	228,6	0,8					114,3	0,9	28,6	1,2
<i>Amphora boliviana</i>							114,3	0,9		
<i>Amphora carvajaliana</i>			914,3	2,2	2057,1	7,9	342,9	2,8		
<i>Amphora coffeaeformis</i>	342,9	1,2	457,1	1,1	342,9	1,3	114,3	0,9		
<i>Amphora coffeaeliana</i>			685,7	1,6					114,3	4,9
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>	228,6	0,8	685,7	1,6			457,1	3,8		
<i>Amphora lineolata</i>							114,3	0,9	85,7	3,7
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	114,3	0,4	3200,0	7,6			114,3	0,9	28,6	1,2
<i>Amphora subresta</i>										
<i>Amphora veneta</i>	8000,0	28,1	228,6	0,5	114,3	0,4	114,3	0,9		
<i>Anomoeoneis costata</i>							114,3	0,9		
<i>Anomoeoneis sphaerophora var costata</i>	8114,3	28,5	3771,4	8,9	342,9	1,3				
<i>Brachysira pusilla</i>										
<i>Cocconeis placentula var euglypta</i>	228,6	0,8	114,3	0,3					28,6	1,2
<i>Craticula sp.</i>	1371,4	4,8	10057,1	23,8	4685,7	18,1				
<i>Craticula buderi sp1</i>	114,3	0,4	228,6	0,5	228,6	0,9	457,1	3,8		
<i>Craticula buderi sp2</i>							114,3	0,9		
<i>Craticula grunow</i>	114,3	0,4	228,6	0,5						
<i>Cymbellia pusilla</i>	114,3	0,4	228,6	0,5			114,3	0,9		

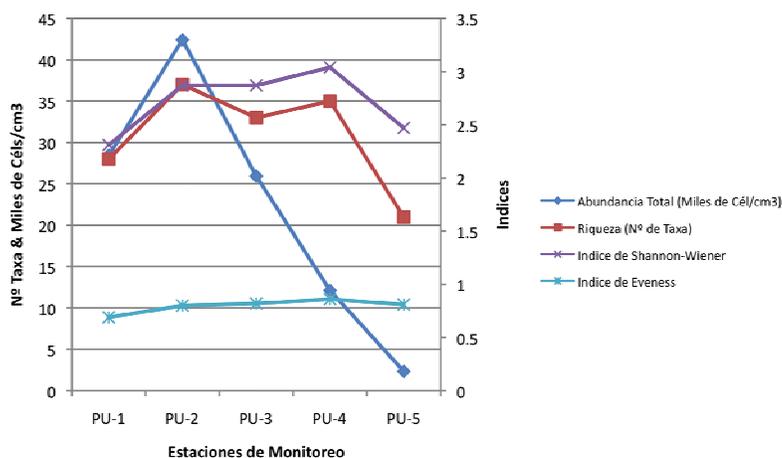
**TABLA 3.4-13
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE
DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009**

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Denticula elegans</i>	342,9	1,2	114,3	0,3	114,3	0,4			57,1	2,4
<i>Denticula kuetzingii</i>	800,0	2,8	2628,6	6,2			1257,1	10,4	400,0	17,1
<i>Denticula subtilis</i>	114,3	0,4	228,6	0,5	342,9	1,3	1714,3	14,2	657,1	28,0
<i>Denticula thermalis</i>							228,6	1,9	57,1	2,4
<i>Denticula valida</i>	457,1	1,6	2171,4	5,1	2628,6	10,1	114,3	0,9	85,7	3,7
<i>Diploneis minuta</i>	457,1	1,6	571,4	1,4			685,7	5,7	57,1	2,4
<i>Fallacia diploneoides</i>							114,3	0,9		
<i>Fragilaria pinnata</i>			114,3	0,3			114,3	0,9		
<i>Mastogloia atacamae</i>			228,6	0,5						
<i>mastogloia atacamana</i>			114,3	0,3	342,9	1,3				
<i>Mastogloia braunii</i>	228,6	0,8	114,3	0,4	114,3	0,4	685,7	5,7		
<i>Mastogloia elliptica</i>							228,6	1,9	28,6	1,2
<i>Mastogloia smithii</i>	685,7	2,4	1028,6	2,4	114,3	0,4	1600,0	13,2	85,7	3,7
<i>Navicula bory</i>			342,9	0,8						
<i>Navicula cryptotenella</i>	114,3	0,4	685,7	1,6	114,3	0,4			28,6	1,2
<i>Navicula ovalis</i>			228,6	0,5						
<i>Navicula radiosa</i>					114,3	0,4	1028,6	8,5		
<i>Navicula salinicola</i>	800,0	2,8	1371,4	3,2	914,3	3,5	457,1	3,8		
<i>Navicula veneta sp1</i>	800,0	2,8	571,4	1,4	114,3	0,4	228,6	1,9		
<i>Navicula veneta sp2</i>							114,3	0,9		
<i>Nitzschia accedens var chilensis</i>							114,3	0,9		
<i>Nitzschia bacillum</i>					114,3	0,4				
<i>Nitzschia chilensis</i>							114,3	0,9		
<i>Nitzschia hassal cf fonticola</i>			2742,9	6,5	1600,0	6,2				
<i>Nitzschia inconspicua</i>	114,3	0,4	2057,1	4,9	1371,4	5,3	114,3	0,9		
<i>Nitzschia latens</i>					228,6	0,9	114,3	0,9		
<i>Nitzschia ovalis</i>	114,3	0,4	2857,1	6,8					28,6	1,2
<i>Nitzschia valdescostata</i>							114,3	0,9		
<i>Nitzschia valdestriata sp1</i>	2057,1	7,2			2400,0	9,3	228,6	1,9	114,3	4,9
<i>Nitzschia valdestriata sp2</i>									28,6	1,2

TABLA 3.4-13
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE
DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Cél/cm ³	%								
<i>Planothidium chilensis</i>	1257,1	4,4	342,9	0,8						
<i>Planothidium delicatulum</i>					1028,6	4,0	114,3	0,9		
<i>Planothidium lanceolatum</i>					114,3	0,4				
<i>Rhopalodia constricta</i>										
<i>Sellaphora laevisima</i>					342,9	1,3	228,6	1,9		
Abundancia Total (Valvas/ml)	28.457,1	100,0	42.400,0	100,4	25.942,9	100,0	12.114,3	100,0	2.342,9	100,0
Riqueza (N° de taxa)	28,0		37,0		33,0		35,0		21,0	21,0

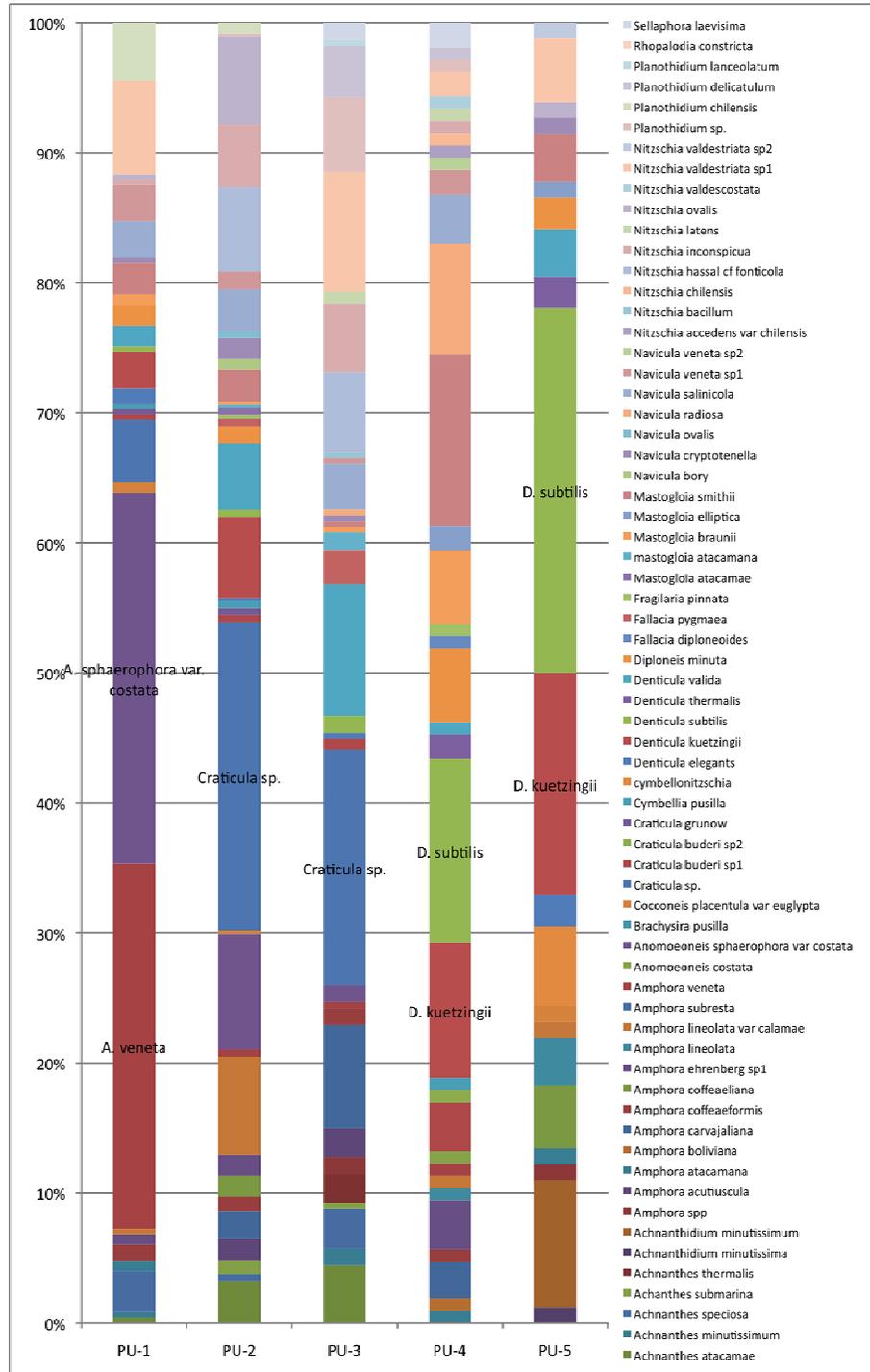
FIGURA 3.4-22
PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-23, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del Sistema Puillar. En la Figura se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Así, se observa que en la estación PU-1 las especies *Anomoeoneis sphaerophora* var. *costata* y *Amphora veneta*, representan cerca del 60% de la Abundancia de toda la población de fitobentos presente en la muestra. En el caso de las estaciones PU-2 y PU-3, un sólo taxa, *Craticula* sp. domina con cerca de 20% de la Abundancia Relativa. Finalmente, en las estaciones PU-4 y PU-5, dos especies del género *Denticula*, *D. kuetzingii* y *D. subtilis*, predominan sobre el resto de taxa con una Abundancia Promedio por estación de 21% y 14%, respectivamente.

FIGURA 3.4-23
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PUILAR. ABRIL 2009⁷



⁷ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

a.2 Sector Sóncor: Sóncor (Lagunas Barros Negros; Chaxa y Burro Muerto)

Diversidad General del Área de Estudio

El número de taxa determinado por laguna analizada fue de 26 para Barros Negros; 51 para Chaxa y 46 taxa para Burro Muerto; para el conjunto de estaciones de monitoreo se registró un total de 79 taxa. El número mayor de taxa de diatomeas se registró en la estación CH-1 (Anexo VIII). Sin embargo fue en la estación BM-1, correspondiente a Burro Muerto donde la Riqueza fue mayor, respecto del resto de las estaciones de monitoreo. Diferentes taxa estuvieron representados en todas las estaciones de muestreo (*Amphora acutiuscula*; *A. carvajaliana*; *A. coffeaeformis*; *A. lineolata* var. *Calamae*; *Denticula valida*; *Mastogloia smithii*; *M. Braunii*; *Navicula radiosa* y *Nitzschia ovalis*). Sin embargo, de todas ellas, la más importante en cuanto a su aporte a la Abundancia Total fue el taxa *A. carvajaliana*.

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En las Tablas 3.4-14 A; B y C, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, representado por sus Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. Además, la Figura 3.4-24, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación CH-1 (Laguna Chaxas), con un total de 52 especies diferentes, mientras que el valor más bajo de Riqueza se presentó en la estación BN-1 (Canal Barros Negros). Respecto del valor promedio de distribución de la Riqueza de Taxa este fue de 38 +/- 12 taxa por estación (Anexo VIII).

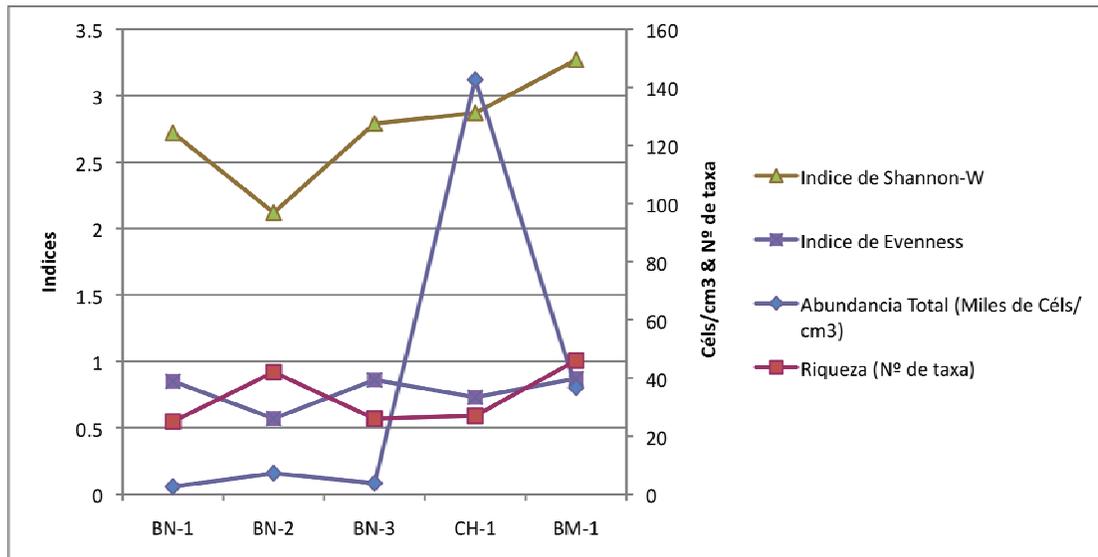
Abundancia Total (Cél/cm³)

En las Tablas 3.4-14 A; B y C, se presentan los valores de Abundancia Total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, para sus diferentes lagunas (L. Barros Negros; L. Chaxas y L. Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 3.4-24, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado. El rango de fluctuación de esta variable para los sistemas señalados fue de 3.771 Cél/cm³ y 142.629 Cél/cm³, en las estaciones CH-1 y BN-3, respectivamente. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 38.577 +/- 59.834 Cél/cm³.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de las Poblaciones de diatomeas bentónicas de las distintas lagunas que conforman el Sistema Sóncor (Figura 3.4-24), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que la estación con mayor diversidad fue BM-1 (H: 3,27), correspondiente a un sector de la Laguna Burro Muerto. Por otra parte, el Índice de equidad más alto medido en todo el sector, correspondió a la estación de monitoreo BN-3 (W: 0,86), que correspondió a la Laguna de Barros Negros. Respecto del Índice de Equidad, cabe destacar que pese a que la Laguna Chaxas presentó una alta riqueza y abundancia total de diatomeas bentónicas, en el contexto global del ecosistema, esta misma estación presenta una baja equidad, lo que significa que los taxa presentes no estuvieron representados equitativamente.

FIGURA 3.4-24
PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS
SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-25 A, B y C, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Así, se observa que para la laguna Barros Negros aquellos taxa que cumplen esta condición fueron: *Amphora veneta* (Estaciones: BN-1 y BN-2); *A. carvajaliana* (Estaciones: BN-2 y BN-3); *Mastogloia smithii* (Estaciones: BN-1 y BN-3) y *M. braunii* (Estaciones: BN-2 y BN-3). En la Laguna Chaxas (Estación CH-1), las especies que mayormente aportaron con sus Abundancias Relativas fueron: *A. carvajaliana* y *Nitzschia valdestraiata*, las que en total representaron cerca de un 44% de la abundancia total de la muestra. Finalmente, en la

Laguna Burro Muerto, la especie más abundante fue *N. valdestrata*, con un aporte del 12,5% a la Abundancia Total.

TABLA 3.4-14-A
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR SONCOR LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2009

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Achnanthes atacamane</i>			28,57	0,40		
<i>Achnanthes speciosa</i>	114,29	4,40	114,29	1,59	257,14	6,82
<i>Achnanthes submarina</i>			171,43	2,38		
<i>Amphora sp.</i>			171,43	2,38		
<i>Amphora acutiuscula</i>	85,71	3,30	114,29	1,59	28,57	0,76
<i>Amphora atacamae</i>			85,71	1,19		
<i>Amphora atacamana</i>			171,43	2,38	314,29	8,33
<i>Amphora carvajaliana</i>	85,71	3,30	828,57	11,51	514,29	13,64
<i>Amphora chaber sp1</i>					28,57	0,76
<i>Amphora coffeaeformis</i>	28,57	1,10	485,71	6,75	342,86	9,09
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	85,71	3,30	85,71	1,19	171,43	4,55
<i>Amphora subrobusta</i>	114,29	4,40	28,57	0,40		
<i>Amphora veneta</i>	600,00	23,08	714,29	9,92	200,00	5,30
<i>Anomeoneis sphaerophora var angusta</i>			114,29	1,59	28,57	0,76
<i>Brachysira aponina</i>			28,57	0,40		
<i>Brachysira atacamae</i>	28,57	1,10	114,29	1,59	28,57	0,76
<i>Coconeis placentula var lineata</i>	28,57	1,10	57,14	0,79		
<i>Cymbella pusilla</i>				0,00	28,57	0,76
<i>Cymbellonitzschia sp1</i>	28,57	1,10	142,86	1,98	85,71	2,27
<i>Denticula elegans</i>	57,14	2,20				
<i>Denticula kuetzingii</i>			28,57	0,40		
<i>Denticula subtilis</i>			142,86	1,98		
<i>Denticula valida</i>	200,00	7,69	142,86	1,98	114,29	3,03
<i>Diploneis smithii</i>	28,57	1,10	28,57	0,40		
<i>Fallacia diploneoides</i>					142,86	3,79
<i>Fallacia pygmaea</i>					57,14	1,52
<i>Fragilaria brevistriata</i>			28,57	0,40		
<i>Fragilaria pinnata</i>			371,43	5,16	28,57	0,76
<i>Mastogloia atacamae</i>	28,57	1,10	57,14	0,79		

TABLA 3.4-14-A
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR SONCOR LAGUNA BARROS NEGROS. ABRIL 2009

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Mastogloia braunii</i>	142,86	5,49	742,86	10,32	514,29	13,64
<i>Mastogloia elliptica</i>	28,57	1,10	57,14	0,79		
<i>Mastogloia smithii</i>	342,86	13,19	914,29	12,70	400,00	10,61
<i>Navicula atacamana</i>	28,57	1,10	85,71	1,19		
<i>Navicula bory</i>					28,57	0,76
<i>Navicula carvajaliana var carvajaliana</i>			28,57	0,4		
<i>Navicula cryptotenella</i>	57,14	2,2	28,57	0,4		
<i>Navicula radiosa</i>	57,14	2,2	200	2,78	57,14	1,52
<i>Navicula salinicola</i>			228,57	3,17	57,14	1,52
<i>Navicula veneta</i>					57,14	1,52
<i>Nitzschia bacillum</i>	142,86	5,49			57,14	1,52
<i>Nitzschia compressa</i>	28,57	1,1	85,71	1,19		
<i>Nitzschia chilensis</i>			28,57	0,4		
<i>Nitzschia epithemoides var epithemoides</i>	28,57	1,1	57,14	0,79		
<i>Nitzschia ovalis</i>	200	7,69	257,14	3,57	171,43	4,55
<i>Nitzschia pusilla</i>			57,14	0,79	28,57	0,76
<i>Planothidium lanceolatum</i>			28,57	0,4	28,57	0,76
<i>Rhopaladia constricta</i>			57,14	0,79		
<i>Stauroneis atacamae</i>			28,57	0,4		
<i>Surirella chilensis</i>			28,57	0,4		
Abundancia Total (Valvas/ml)	2600	100	7200	100	3771,43	100
Riqueza (N° de taxa)	25		42		26	

TABLA 3.4-14-B
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL
SECTOR SONCOR LAGUNA CHAXAS. ABRIL 2009

TAXA	CH-1	
	Cél/cm ³	%
<i>Amphora sp.</i>	914,3	0,6
<i>Amphora acutiuscula</i>	2971,4	2,1
<i>Amphora atacamae</i>	914,3	0,6
<i>Amphora atacamana</i>	1600,0	1,1
<i>Amphora boliviana</i>	228,6	0,2
<i>Amphora carvajaliana</i>	44571,4	31,3
<i>Amphora coffeaeformis</i>	2285,7	1,6
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>	228,6	0,2
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	228,6	0,2
<i>Anomeoneis sphaerophora f costata</i>	1828,6	1,3
<i>Anomeoneis sphaerophora var angusta</i>	1371,4	1,0
<i>Cocconeis placentula var euglypta</i>	457,1	0,3
<i>Craticula buden</i>	1828,6	1,3
<i>Craticula grunowii sp1</i>	914,3	0,6
<i>Craticula halophila</i>	2971,4	2,1
<i>Denticula subtilis</i>	914,3	0,6
<i>Denticula valida</i>	1371,4	1,0
<i>Entomoneis paludosa</i>	228,6	0,2
<i>Fallacia diploneoides</i>	1142,9	0,8
<i>Fallacia pygmaea</i>	914,3	0,6
<i>Mastogloia braunii</i>	3428,6	2,4
<i>Mastogloia elliptica</i>	914,3	0,6
<i>Mastogloia smithii</i>	4571,4	3,2
<i>Navicula carvajaliana</i>	457,1	0,3
<i>Navicula cryptonella</i>	914,3	0,6
<i>Navicula radiosa</i>	914,3	0,6
<i>Navicula salinicola</i>	1600,0	1,1
<i>Navicula salinicola y boliviana</i>	228,6	0,2
<i>Navicula tripunctata</i>	457,1	0,3
<i>Navicula veneta</i>	1142,9	0,8

TABLA 3.4-14-B
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL
SECTOR SONCOR LAGUNA CHAXAS. ABRIL 2009

TAXA	CH-1	
	Cél/cm ³	%
<i>Nitzschia angustata</i>	17600,0	12,3
<i>Nitzschia bacillum</i>	7314,3	5,1
<i>Nitzschia chilensis</i>	1371,4	1,0
<i>Nitzschia compressa</i>	228,6	0,2
<i>Nitzschia grunowii</i>	1600,0	1,1
<i>Nitzschia hungarica</i>	3657,1	2,6
<i>Nitzschia inconspicua</i>	914,3	0,6
<i>Nitzschia lacunarum</i>	1371,4	1,0
<i>Nitzschia latens</i>	1371,4	1,0
<i>Nitzschia liebertruthii</i>	2514,3	1,8
<i>Nitzschia ovalis</i>	914,3	0,6
<i>Nitzschia pusilla</i>	2514,3	1,8
<i>Nitzschia valdescostata</i>	2742,9	1,9
<i>Nitzschia valdestrata</i>	12114,3	8,5
<i>Planothidium chilensis</i>	685,7	0,5
<i>Planothidium delicatulum</i>	457,1	0,3
<i>Planothidium lanceolatum</i>	1600,0	1,1
<i>Sellaphora leevisima</i>	457,1	0,3
<i>Stauroneis aff atacamae</i>	228,6	0,2
<i>Surirella sella</i>	228,6	0,2
<i>Surirella wetzelli</i>	228,6	0,2
Abundancia Total (Valvas/ml)	142.628,6	100,0
Riqueza (N° de taxa)	51,0	

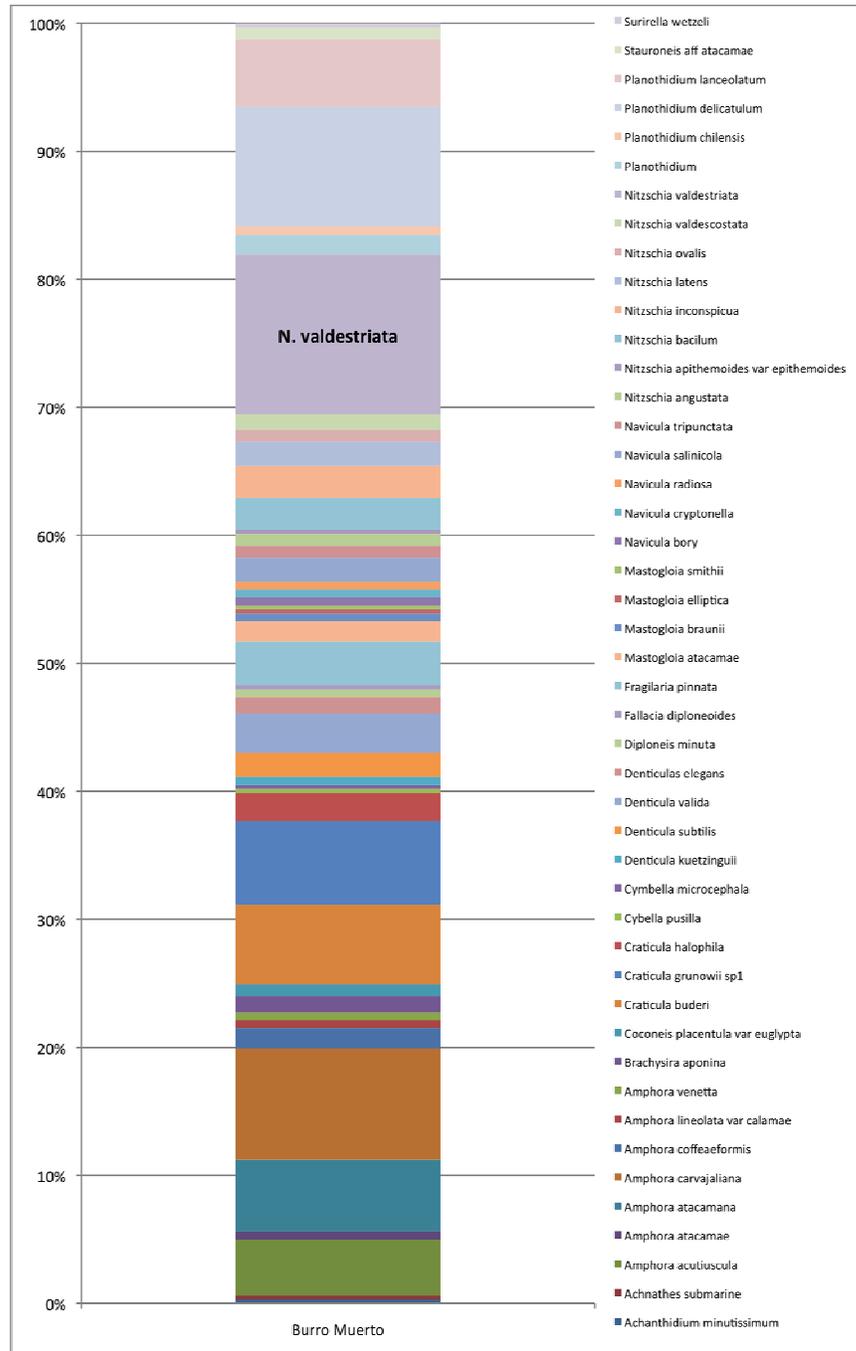
TABLA 3.4-14-C
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
DEL SECTOR SONCOR-BURRO MUERTO. ABRIL 2009

TAXA	BM-1	
	Cél/cm ³	%
<i>Acanthidium minutissimum</i>	114,3	0,3
<i>Achnathes submarine</i>	114,3	0,3
<i>Amphora acutiuscula</i>	1600,0	4,4
<i>Amphora atacamae</i>	228,6	0,6
<i>Amphora atacamana</i>	2057,1	5,6
<i>Amphora carvajaliana</i>	3200,0	8,7
<i>Amphora coffeaeformis</i>	571,4	1,6
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	228,6	0,6
<i>Amphora venetta</i>	228,6	0,6
<i>Brachysira aponina</i>	457,1	1,2
<i>Coconeis placentula var euglypta</i>	342,9	0,9
<i>Craticula buderi</i>	2285,7	6,2
<i>Craticula grunowii sp1</i>	2400,0	6,5
<i>Craticula halophila</i>	800,0	2,2
<i>Cybella pusilla</i>	114,3	0,3
<i>Cymbella microcephala</i>	114,3	0,3
<i>Denticula kuetzingii</i>	228,6	0,6
<i>Denticula subtilis</i>	685,7	1,9
<i>Denticula valida</i>	1142,9	3,1
<i>Denticulas elegans</i>	457,1	1,2
<i>Diploneis minuta</i>	228,6	0,6
<i>Fallacia diploneoides</i>	114,3	0,3
<i>Fragilaria pinnata</i>	1257,1	3,4
<i>Mastogloia atacamae</i>	571,4	1,6
<i>Mastogloia braunii</i>	228,6	0,6
<i>Mastogloia elliptica</i>	114,3	0,3
<i>Mastogloia smithii</i>	114,3	0,3
<i>Navicula bory</i>	228,6	0,6
<i>Navicula cryptonella</i>	228,6	0,6
<i>Navicula radiosa</i>	228,6	0,6

TABLA 3.4-14-C
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
DEL SECTOR SONCOR-BURRO MUERTO. ABRIL 2009

TAXA	BM-1	
	Cél/cm ³	%
<i>Navicula salinicola</i>	685,7	1,9
<i>Navicula tripunctata</i>	342,9	0,9
<i>Nitzschia angustata</i>	342,9	0,9
<i>Nitzschia apithemoides var epithemoides</i>	114,3	0,3
<i>Nitzschia bacillum</i>	914,3	2,5
<i>Nitzschia inconspicua</i>	914,3	2,5
<i>Nitzschia latens</i>	685,7	1,9
<i>Nitzschia ovalis</i>	342,9	0,9
<i>Nitzschia valdescostata</i>	457,1	1,2
<i>Nitzschia valdestrata</i>	4571,4	12,5
<i>Planothidium</i>	571,4	1,6
<i>Planothidium chilensis</i>	228,6	0,6
<i>Planothidium delicatulum</i>	3428,6	9,3
<i>Planothidium lanceolatum</i>	1942,9	5,3
<i>Stauroneis aff atacamae</i>	342,9	0,9
<i>Surirella wetzeli</i>	114,3	0,3
Abundancia Total (Valvas/ml)	36.685,7	100,0
Riqueza (N° de taxa)	46,0	

FIGURA 3.4-25-C
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR SONCOR, BURRO MUERTO.
ABRIL 2009⁸.



⁸ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

a.3 Sector Aguas de Quelana
Diversidad General del Área de Estudio

Considerando todos los puntos de monitoreo del Sector Aguas de Quelana se determinó un total de 82 taxa de diatomeas bentónicas. El número mayor de taxa de diatomeas se registró en la estación Q-6 correspondiente a un sector con gran desarrollo de vegetación acuática y surgencia de aguas subterráneas, mientras que en la estación Q-0 sólo se determinó la presencia de 2 taxa. Asimismo, la abundancia de diatomeas bentónicas fluctuó en un amplio rango de valores, siendo determinante el tipo de hábitat que representara a cada estación de monitoreo. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, la presencia de *Denticula valida*, se determinó en todas las estaciones de monitoreo. Otros taxa altamente representados fueron: *Amphora atacamana*; *Denticula subtilis*; *Mastogloia smithii* y *Nitzschia latens*. Respecto de los taxa con mayor Abundancia Relativa, *Amphora lineolata* var. *calamae*, presentó la mayor abundancia de entre todas las especies determinadas. En términos generales y como se puede apreciar en la Figura 3.4-24, que resume los principales parámetros comunitarios. En el Sistema Aguas de Quelana se determinó una gran heterogeneidad entre sus comunidades del fitobentos, encontrándose las mayores, diversidades, abundancias y riquezas de especies en el tramo comprendido entre las estaciones Q-3 y Q-6. Éstos podrían considerarse entonces como sitios de resguardo de la biodiversidad del sector.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-15, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-26, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango en que fluctuaron de valores de Riqueza de Taxa, el valor mínimo se determinó en la estación Q-0 con sólo 2 taxa, mientras que el máximo se presentó en la estación Q-6 con 46 taxa distintos. En cuanto al valor promedio de distribución de la Riqueza, éste fue de 26 +/- 16 taxa por estación (Anexo VIII). El alto valor de la desviación estándar da cuenta de la variabilidad entre las estaciones, que ya ha sido mencionada.

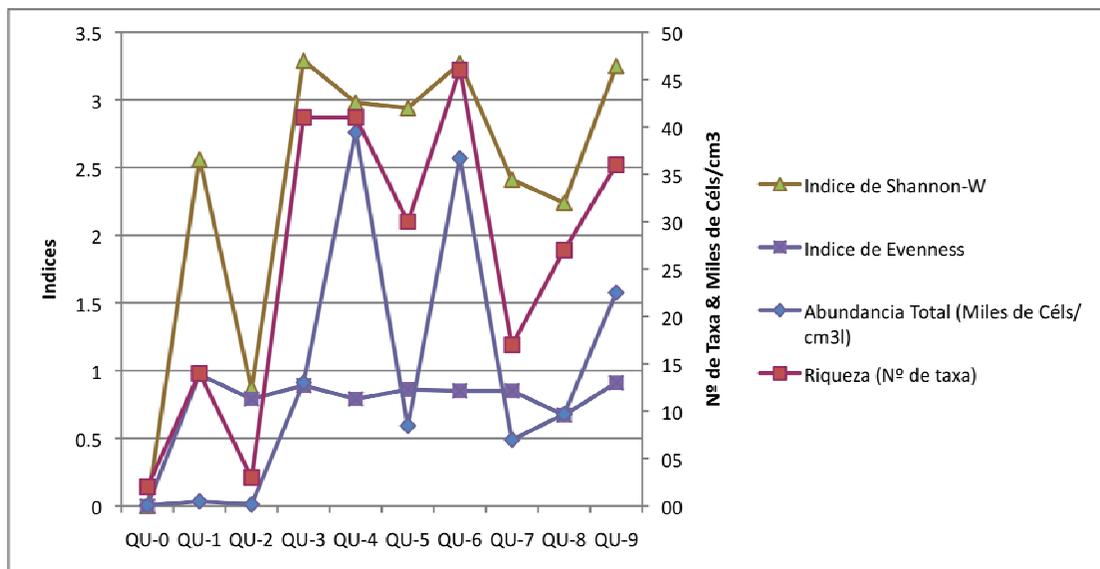
Abundancia Total (Cél/cm³)

La Tabla 3.4-15, contiene los valores de Abundancia Total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-26, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, éstos se presentaron en las estaciones Q-0 el mínimo y Q-4 el máximo, con 57 cél/cm³ y 39429 cél/cm³, respectivamente. En tanto que el valor promedio para todo el sector fue de 13.748,6 +/- 14.533,7 cél/cm³ (Tabla 3.4-15).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Evenness (W):

Respecto de la Biodiversidad presente en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el valor más alto del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener fue de 3,29, en la estación Q-3, que corresponde a un sector de aguas corrientes, de sustrato predominantemente limoso, donde la salinidad tiene un valor moderado respecto del contexto general de estaciones de monitoreo. Por otra parte, el valor mínimo de diversidad se determinó en la estación Q-2. Dicho valor se vio fuertemente influenciado por el predominio casi absoluto de un solo taxa (*Nitzschia accedens var. chilensis*), la que representó cerca del 67% de la Abundancia Total. Dado este predominio en abundancia de pocos taxa, la estación Q-8 mostró el Índice de Equidad más bajo de todo el Sistema Aguas de Quelana, cuyo valor fue de 0,68. La comunidad que presentó una mayor equidad en cuanto a la distribución de la abundancia entre sus taxa fue la determinada en la estación Q-1, con un valor de 0,97.

FIGURA 3.4-26
PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-27, muestra la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. En éstas se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa.

Todas las estaciones, con excepción de la estación Q-6, muestran el predominio de un promedio de dos taxa, los cuales contribuyen al menos con el 20% de la Abundancia Total. Esta situación permite diferenciar claramente entre las comunidades. Así, la estación Q-0, dos especies del género *Denticula* (*D. valida* y *D. subtilis*), son los únicos representantes en la comunidad que, sin embargo, presentó una escasa Abundancia Total con sólo 57,1 cél/cm³ (Tabla 3.4-15). Por otra parte, se observa un notorio predominio de la especie *Nitzschia accedens* var. chilensis en la estación Q-2. Esta sola especie representó cerca del 70% de la Abundancia Total. Esta condición debe ser tomada en cuenta en los subsiguientes monitoreos, puesto que puede que las condiciones en dicha estación, determinen un habitat menos propicio, que en el resto de los puntos de monitoreo, para el desarrollo de las microalgas bentónicas.

En el caso de la estación Q-6, la abundancia relativa de las especies fue el resultado del aporte de varias de éstas, es por esta razón que sus índice de diversidad se presentaron altos.

Considerando el total de datos de Abundancia Relativa la especie *Nitzschia accedens* var. chilensis, aportó en mayor porcentaje a la Abundancia Total del sistema, pese a que escasamente fue determinada en 2 estaciones (Q-2 y Q-5).

TABLA 3.4-15: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Achanthidium minutissimum</i>							342,9	2,6	114,3	0,3			114,3	0,3	914,3	13,1				
<i>Achnanthes atacamae</i>			28,6	5,9																
<i>Achnanthes speciosa</i>							457,1	3,5									28,6	0,3		
<i>Achnanthes submarina</i>							114,3	0,9					114,3	0,3						
<i>Amphora acutiuscula</i>			28,6	5,9			228,6	1,8			342,9	4,1	1600,0	4,4					228,6	1,0
<i>Amphora atacamae</i>			28,6	5,9					2857,1	7,2	114,3	1,4	228,6	0,6			57,1	0,6	1714,3	7,6
<i>Amphora atacamana</i>			28,6	5,9					2171,4	5,5	114,3	1,4	2057,1	5,6	114,3	1,6	171,4	1,8	914,3	4,1
<i>Amphora boliviana</i>			57,1	11,8					2171,4	5,5	114,3	1,4							228,6	1,0
<i>Amphora boliviana cf elongata</i>			28,6	5,9					1485,7	3,8	114,3	1,4								
<i>Amphora carvajaliana</i>							114,3	0,9	800,0	2,0	114,3	1,4	3200,0	8,7						
<i>Amphora coffeaeformis</i>							114,3	0,9	3314,3	8,4	114,3	1,4	571,4	1,6			57,1	0,6	571,4	2,5
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>									3085,7	7,8	114,3	1,4								
<i>Anomoeones sphaerophora costata</i>							114,3	0,9			114,3	1,4								
<i>Amphora lineolata var calamae</i>									9142,9	23,2	342,9	4,1	228,6	0,6			85,7	0,9	2514,3	11,2
<i>Amphora salinicola f elongata</i>																			457,1	2,0

**TABLA 3.4-15: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009**

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Amphora subrobusta</i>									228,6	0,6	114,3	1,4					28,6	0,3	228,6	1,0
<i>Amphora venetta</i>													228,6	0,6					228,6	1,0
<i>Brachyra atacamae</i>																	142,9	1,5		
<i>Brachysira aponina</i>													457,1	1,2			485,7	5,0	342,9	1,5
<i>Campylodiscus bicostatus</i>							114,3	0,9												
<i>Coconeis placentula var euglypta</i>							114,3	0,9	228,6	0,6			342,9	0,9					228,6	1,0
<i>Cocconeis esculentum var lineata</i>							2171,4	16,7												
<i>Craticula buderi</i>							114,3	0,9					2285,7	6,2						
<i>Craticula grunowii sp1</i>							228,6	1,8					2400,0	6,5						
<i>Craticula halophila</i>			28,6	5,9									800,0	2,2			85,7	0,9		
<i>Cymtella pusilla</i>							114,3	0,9	114,3	0,3			114,3	0,3						
<i>Cymbella microcephala</i>													114,3	0,3						
<i>Cymbellonitzschia hustedt sp1</i>									571,4	1,4									228,6	1,0
<i>Denticula sp.</i>									114,3	0,3										
<i>Denticula elegans</i>							114,3	0,9	114,3	0,3			457,1	1,2	114,3	1,6	2000,0	20,6	1142,9	5,1
<i>Denticula kuetzinguii</i>									571,4	1,4			228,6	0,6	114,3	1,6	1600,0	16,5		
<i>Denticula subtilis</i>	28,6	50,0	85,7	17,6					571,4	1,4			685,7	1,9	228,6	3,3	257,1	2,7	685,7	3,0
<i>Denticula thermalis</i>							114,3	0,9				228,6	2,7		114,3	1,6	1314,3	13,6	228,6	1,0

TABLA 3.4-15: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Denticula valida</i>	28,6	50,0			28,6	16,7	114,3	0,9	800,0	2,0	571,4	6,8	1142,9	3,1	1485,7	21,3	2342,9	24,2	1942,9	8,6
<i>Diatoma moniliformis</i>							685,7	5,3												
<i>Diploneis minuta</i>													228,6	0,6			28,6	0,3	571,4	2,5
<i>Diploneis smithii</i> var <i>dilatata</i>											114,3	1,4							228,6	1,0
<i>Entomoneis paludosa</i>							457,1	3,5	800,0	2,0	342,9	4,1					114,3	1,2	914,3	4,1
<i>Fallacia diploneoides</i>													114,3	0,3						
<i>Fallacia pygmae</i>							228,6	1,8	457,1	1,2	228,6	2,7							342,9	1,5
<i>Fragilaria brevistriata</i>							114,3	0,9											342,9	1,5
<i>Fragilaria pinnata</i>			28,6	5,9			114,3	0,9	114,3	0,3			1257,1	3,4						
<i>Mastogloia atacamae</i>									1257,1	3,2	228,6	2,7	571,4	1,6			85,7	0,9		
<i>Mastogloia braunii</i>			28,6	5,9					457,1	1,2	114,3	1,4	228,6	0,6			28,6	0,3	457,1	2,0
<i>Mastogloia elliptica</i>							228,6	1,8	114,3	0,3	228,6	2,7	114,3	0,3	114,3	1,6			342,9	1,5
<i>Mastogloia smithii</i>			28,6	5,9			114,3	0,9	1600,0	4,1	571,4	6,8	114,3	0,3			57,1	0,6	914,3	4,1
<i>Navicula bory</i>													228,6	0,6						
<i>Navicula cryptonella</i>									228,6	0,6	114,3	1,4	228,6	0,6	228,6	3,3	57,1	0,6		
<i>Navicula jamalinensis</i>																			114,3	0,5
<i>Navicula kuripanensis</i>																			114,3	0,5
<i>Navicula radiosa</i>													228,6	0,6			28,6	0,3	1828,6	8,1
<i>Navicula salinicola</i>							114,3	0,9					685,7	1,9	457,1	6,6	28,6	0,3	457,1	2,0
<i>Navicula tripunctata</i>									228,6	0,6			342,9	0,9					571,4	2,5

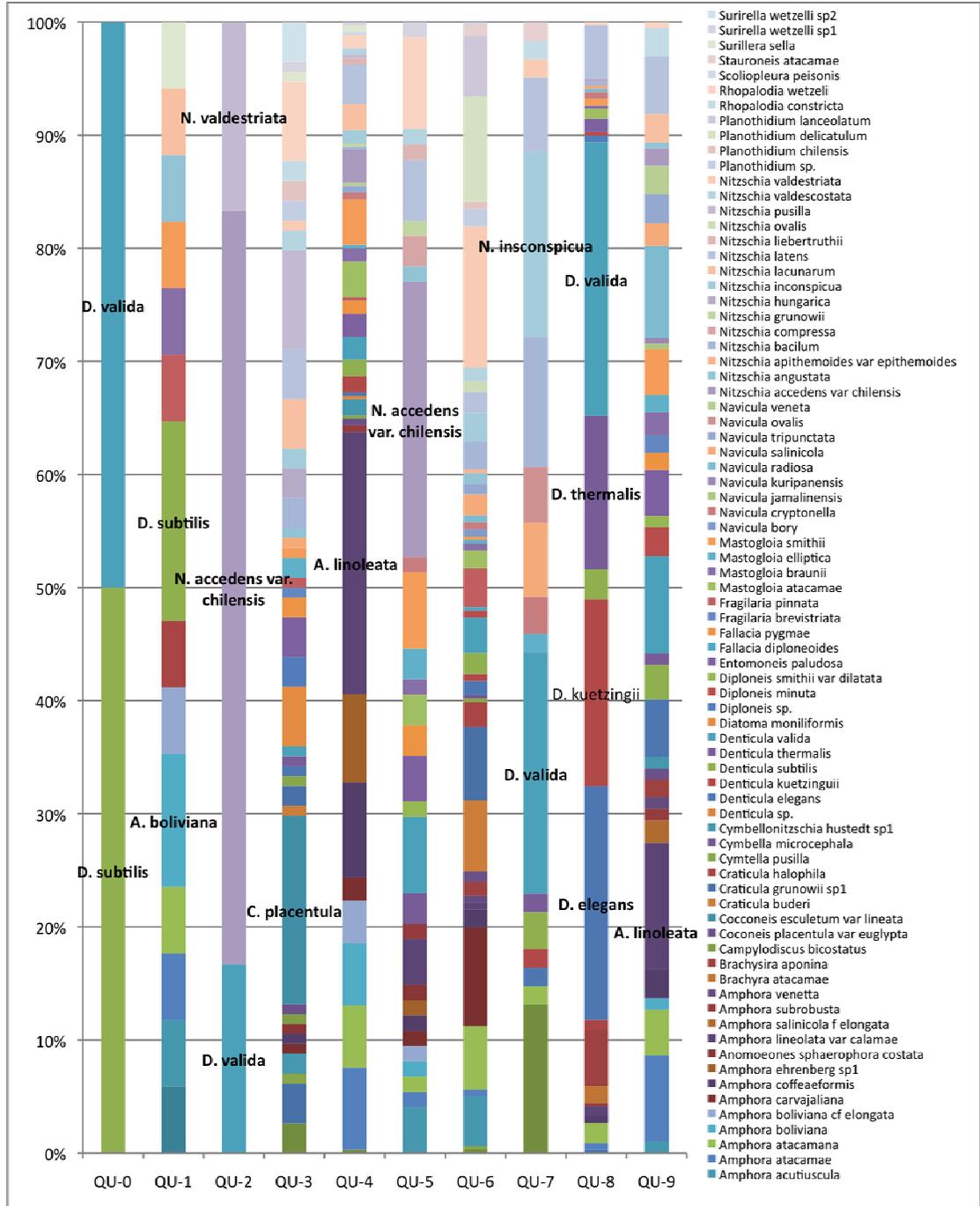
TABLA 3.4-15: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9		
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	
<i>Navicula ovalis</i>														342,9	4,9						
<i>Nitzschia accedens</i> <i>var chilensis</i>					114,3	66,7			1142,9	2,9	2057,1	24,3							342,9	1,5	
<i>Nitzschia angustata</i>			28,6	5,9			114,3	0,9			114,3	1,4	342,9	0,9					114,3	0,5	
<i>Nitzschia</i> <i>apithemoides var</i> <i>epithemoides</i>													114,3	0,3							
<i>Nitzschia bacillum</i>							342,9	2,6	114,3	0,3			914,3	2,5	800,0	11,5	28,6	0,3			
<i>Nitzschia compressa</i>											228,6	2,7									
<i>Nitzschia grunowii</i>									114,3	0,3	114,3	1,4									
<i>Nitzschia hungarica</i>							342,9	2,6									28,6	0,3			
<i>Nitzschia inconspicua</i>							228,6	1,8	457,1	1,2			914,3	2,5	1142,9	16,4					
<i>Nitzschia lacunarum</i>			28,6	5,9			571,4	4,4	914,3	2,3										571,4	2,5
<i>Nitzschia latens</i>							571,4	4,4	1371,4	3,5	457,1	5,4	685,7	1,9	457,1	6,6	457,1	4,7	1142,9	5,1	
<i>Nitzschia liebertruthii</i>									228,6	0,6	114,3	1,4									
<i>Nitzschia ovalis</i>													342,9	0,9							
<i>Nitzschia pusilla</i>					28,6	16,7	1142,9	8,8	114,3	0,3											
<i>Nitzschia</i> <i>valdescostata</i>							228,6	1,8	228,6	0,6	114,3	1,4	457,1	1,2							
<i>Nitzschia valdestriata</i>							114,3	0,9					4571,4	12,5	114,3	1,6					
<i>Planothidium sp.</i>							228,6	1,8					571,4	1,6							
<i>Planothidium chilensis</i>							228,6	1,8					228,6	0,6							

**TABLA 3.4-15: COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS
SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009**

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Cél/cm ³	%																		
<i>Planothidium delicatulum</i>													3428,6	9,3						
<i>Rhopalodia constricta</i>							228,6	1,8							114,3	1,6			571,4	2,5
<i>Rhopalodia wetzeli</i>							914,3	7,0	457,1	1,2	685,7	8,1					28,6	0,3	114,3	0,5
<i>Scolioleura peisonis</i>											114,3	0,3								
<i>Surillera sella</i>			28,6	5,9			114,3	0,9	228,6	0,6										
<i>Surirella wetzelli sp1</i>							114,3	0,9	114,3	0,3	114,3	1,4	114,3	0,3						
<i>Surirella wetzelli sp2</i>							457,1	3,5												
Abundancia Total (Céls/cm³)	57,1	100,0	485,7	100,0	171,4	100,0	13.028,6	100,0	39.428,6	100,0	8.457,1	100,0	36.685,7	100,0	6.971,4	100,0	9.685,7	100,0	22.514,3	100,0
Riqueza (N° de taxa)	2,0		14,0		3,0		41,0		41,0		30,0		46,0		17,0		27,0		36,0	

FIGURA 3.4-27
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR AGUAS DE QUELANA, ABRIL 2009⁹.



⁹ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

a.4 Sector Peine
Diversidad General del Área de Estudio

Considerando todos los puntos de monitoreo del Sistema Peine y en sus tres lagunas constituyentes: Laguna Interna (PE-1, PE-2 y PE-3); Laguna Salada (SA-2) y Laguna Saladita (SA-1), se determinó un total de 91 taxa de diatomeas bentónicas. El número mayor de taxa de diatomeas se registró en la estación SA-1 (Laguna Saladita). Esta laguna también mostró uno de los índice de diversidad más altos del Sector y el Índice de Equidad mayor para todo el Sector. En relación con los taxa con mayor rango de distribución espacial, diferentes taxa estuvieron presente en las 5 estaciones de monitoreo: *Amphora acutiuscula*; *atacamana*; *carvajaliana*; *coffeaeformis*; *lineolata* var *calamae*; *Denticula kuetzinguii*; *subtilis*; *thermalis*; *Fragilaria brevistriata*; *Mastogloia Braunii*; *Smithii*; *Nitzschia hungarita* y *valdestriata*. Comparativamente, las diferentes estaciones del Sistema Peine, arrojaron algunas particularidades. Así, la estación SA-1 (Laguna Saladita), mostró una alta Riqueza de Taxa, no sólo respecto de las otras estaciones del Sector Peine sino también de todas las estaciones analizadas en los diferentes sectores del Salar de Atacama (Sóncor, Puilar, Quelana y Peine). En el caso de la Riqueza de Taxa de la estación SA-2, esta también fue alta comparativamente con el resto de estaciones monitoreadas en el Salar. Respecto de las abundancias de microalagas bentónicas, nuevamente la Laguna Saladita arrojó los valores más altos de entre las estaciones del mismo Sistema.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

Los valores de Riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Peine se presentan en la Tabla 3.4-16. Por otra parte, la Figura 3.4-28, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitobentos en todo el Sector monitoreado. Los valores extremos de esta variable en las distintas estaciones de monitoreo, se presentan en la Tabla Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII). Aquí, se aprecia que la riqueza más alta entre todas las estaciones se presentó en la Laguna Saladita con 65 taxa descrito, seguido de la Laguna Salada con 62 taxa descritos. Las estaciones localizadas en la Laguna Interna (Est. PE-1, PE-2 y PE-3) mostraron todas, valores de riqueza inferiores a los antes descritos (Anexo VIII). En relación con valor promedio de Riqueza de Taxa éste fue de 52 +/- 11 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm³)

La Tabla 3.4-16, contiene los valores de Abundancia Total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Peine, mientras que la Figura 3.4-28, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Fitobentos en todo el sector monitoreado. Respecto de los valores extremos para esta variable, éstos se presentaron en las estaciones PE-1 con 7.657 Cél/cm³ y 247.314 Cél/cm³, en la estación SA-1. El valor promedio de todo el sector fue 61.674 +/- 104.057 Cél/cm³ (Tabla 3.4-14).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Biodiversidad presente en las estaciones del Sistema Peine (Anexo VIII), el valor más alto del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener se presentó en la estación SA-2. Cabe destacar además que, este valor fue el más alto entre todos los puntos monitoreados en el Salar de Atacama (Sist. Puillar, Soncor; Aguas de Quelana y Peine), en la presente campaña. En tanto que el valor más bajo para el Sistema Peine se registró en la estación PE-3. Respecto del Índice de Equidad (Evenness), éste fluctuó entre 0,72 y 0,94, en las estaciones PE-3 y PE-1, respectivamente. Sólo las estaciones localizadas en la Laguna Interna, mostraron taxa con una dominancia significativa. Este es el caso de la diatomea *Surirella wetzellii*, en la estación PE-2 y de los taxa *Achnanthes speciosa*, *Denticula subtilis* y *D. valida* en la estación PE-3.

Abundancias Relativas (%):

Las Figuras 3.4-29 A y B, muestran la distribución de las Abundancias Relativas de las diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sistema Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita. En éstas se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa.

En el caso de las estaciones localizadas en la Laguna Interna (PE-1, PE-2 y PE-3), se presentaron algunos taxa notablemente dominantes sobre el resto de la comunidad de microalgas bentónicas. Es el caso de la estación PE-2, donde la especie *Surirella wetzellii*, representó el 50% de la Abundancia Total de la muestra. El resto de los taxa, contribuyeron todos con menos del 10% a la Abundancia Total, en dicha estación. En el caso de la estación PE-3, tres especies fueron las que tuvieron el mayor peso relativo en el contexto general: *Denticula valida*; *D. subtilis* y *Achnanthes speciosa*. Cada una de estas aportó con más del 10% a la Abundancia Total. Cabe destacar que, en el caso de la estación de monitoreo PE-1, la contribución de cada taxa a la abundancia relativa, fue mucho más equitativa y ninguna de las especies presentes superó el 105% de contribución. Esto queda reflejado en el alto índice de equidad que se presentó en esta estación de monitoreo (Anexo VIII).

Respecto de las estaciones localizadas en las lagunas Saladita (SA-1) y Salada (SA-2), sólo dos taxa aportaron con una Abundancia Relativa igual o superior al 10%: *Amphora sp.* y *A. atacamana*. La primera se presentó con dicha abundancia relativa en la estación SA-1 y la segunda en la estación SA-2. El resto de los taxa tuvo una contribución de discreta a baja a la Abundancia Total.

TABLA 3.4-16
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2009.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Achnantheidium minutissima</i>					57	0,2	914	0,4		
<i>Achnanthes atacamae</i>							914	0,4		
<i>Achnanthes speciosa</i>							457	0,2		
<i>Achnanthes submarina</i>	286	3,7	800	4,4	4914	18,6	3657	1,5	114	1,3
<i>Achnanthes thermalis</i>	57	0,7							143	1,6
<i>Amphora sp</i>					286	1,1	33371	13,5	86	1,0
<i>Amphora acutiuscula</i>	114	1,5	114	0,6	114	0,4	17371	7,0	743	8,5
<i>Amphora atacamae</i>					171	0,6	13714	5,5	257	2,9
<i>Amphora atacamana</i>	400	5,2	457	2,5	229	0,9	22400	9,1	543	6,2
<i>Amphora boliviana</i>							9143	3,7	286	3,3
<i>Amphora boliviana cf elongata</i>									171	2,0
<i>Amphora carvajaliana</i>	171	2,2	114	0,6	286	1,1	6857	2,8	314	3,6
<i>Amphora coffeaeformis</i>	229	3,0	57	0,3	286	1,1	12800	5,2	400	4,6
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>	57	0,7	229	1,3			914	0,4	314	3,6
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	400	5,2	343	1,9	1257	4,8	18286	7,4	486	5,5
<i>Amphora salinicola f elongata</i>										
<i>Amphora subrobusta</i>			57	0,3	743	2,8	457	0,2	57	0,7
<i>Amphora venetta</i>	286	3,7	400	2,2			914	0,4	29	0,3
<i>Anomeoneis sphaerophora cf costata</i>							457	0,2	29	0,3
<i>Anomeoneis sphaerophora var angusta</i>	114	1,5					1371	0,6	57	0,7
<i>Brachyira atacamae</i>	57	0,7			57	0,2	1371	0,6		
<i>Brachysira aponina</i>			171	0,9			3200	1,3	114	1,3
<i>Brachysira sponium</i>	57	0,7								
<i>Coconeis placentula var euglypta</i>							3657	1,5	114	1,3
<i>Craticula buderi</i>			114	0,6	57	0,2	2743	1,1	229	2,6
<i>Craticula buderi sp2</i>										
<i>Craticula grunowii</i>							1829	0,7		
<i>Craticula halophila</i>	57	0,7								
<i>Cymtella pusilla</i>					114	0,4	1371	0,6	86	1,0
<i>Cymbella microcephala</i>					57	0,2	457	0,2	57	0,7
<i>Cymbellonitzschia sp1</i>	57	0,7								
<i>Cymbellonitzschia hustedt sp1</i>							1371	0,6	57	0,7

TABLA 3.4-16
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2009.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%	Cél/cm ³	%
<i>Denticula kuetzinguii</i>	286	3,7	343	1,9	1314	5,0	4114	1,7	114	1,3
<i>Denticula subtilis</i>	686	9,0	1314	7,2	5429	20,5	5486	2,2	200	2,3
<i>Denticula thermalis</i>	57	0,7	286	1,6	400	1,5	457	0,2	57	0,7
<i>Denticula valida</i>	114	1,5			4000	15,1	4114	1,7	229	2,6
<i>Diploneis minuta</i>	57	0,7					4571	1,8	114	1,3
<i>Diploneis smithii var chilensis</i>	57	0,7			171	0,6			57	0,7
<i>Diploneis smithii var dilatata</i>							457	0,2	86	1,0
<i>Entomoneis paludosa</i>			57	0,3	171	0,6	457	0,2	86	1,0
<i>Fallacia diploneoides</i>							914	0,4		
<i>Fallacia pygmaea</i>	114	1,5			57	0,2	1829	0,7		
<i>Fragilaria sp1</i>									29	0,3
<i>Fragilaria brevistriata</i>	114	1,5	229	1,3	114	0,4	1371	0,6	29	0,3
<i>Fragilaria construens cf subsalina</i>	114	1,5							57	0,7
<i>Fragilaria lyngbya sp1</i>							457	0,2		
<i>Fragilaria pinnata</i>	229	3,0			114	0,4	914	0,4		
<i>Mastogloia atacamae</i>			114	0,6	114	0,4	5029	2,0	57	0,7
<i>Mastogloia atacamana</i>										
<i>Mastogloia braunii</i>	171	2,2	114	0,6	229	0,9	4114	1,7	200	2,3
<i>Mastogloia elliptica</i>							2286	0,9	86	1,0
<i>Mastogloia smithii</i>	343	4,5	343	1,9	286	1,1	9600	3,9	257	2,9
<i>Microcostatus andinus</i>			57	0,3			914	0,4		
<i>Navicula sp</i>			57	0,3						
<i>Navicula atacamana</i>			114	0,6			3657	1,5	200	2,3
<i>Navicula boliviana</i>	171	2,2	57	0,3			914	0,4	171	2,0
<i>Navicula bory</i>							457	0,2	114	1,3
<i>Navicula cincta</i>	57	0,7	114	0,6	57	0,2				
<i>Navicula cryptonella</i>	57	0,7					2743	1,1	86	1,0
<i>Navicula radiosa</i>	171	2,2	229	1,3	114	0,4	914	0,4		0,0
<i>Navicula salinicola</i>					57	0,2	4114	1,7	57	0,7
<i>Navicula salinicola var boliviana</i>	286	3,7	114	0,6						
<i>Navicula tripunctata</i>	171	2,2			57	0,2	1371	0,6		
<i>Navicula veneta</i>	57	0,7			57	0,2	914	0,4	29	0,3
<i>Nitzschia accedens var chilensis</i>	57	0,7	57	0,3	57	0,2				

TABLA 3.4-16
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DE DIATOMEAS BENTÓNICAS DEL SECTOR DE PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2009.

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Cél/cm ³	%								
<i>Nitzschia angustata</i>			457	2,5	171	0,6	914	0,4	57	0,7
<i>Nitzschia bacillum</i>	114	1,5			57	0,2	5029	2,0	143	1,6
<i>Nitzschia compressa</i>	286	3,7			57	0,2				
<i>Nitzschia chilensis</i>			171	0,9						
<i>Nitzschia epithemoides</i>	171	2,2			914	3,5			29	0,3
<i>Nitzschia grunowii sp1</i>	57	0,7								
<i>Nitzschia grunowii</i>	57	0,7					914	0,4	57	0,7
<i>Nitzschia hassall aff. fonticola Grunow</i>									86	1,0
<i>Nitzschia hungarica</i>	114	1,5	114	0,6	171	0,6	3200	1,3	57	0,7
<i>Nitzschia inconspicua</i>	286	3,7	514	2,8	229	0,9			114	1,3
<i>Nitzschia lacunarum</i>					286	1,1	3200	1,3	371	4,2
<i>Nitzschia latens</i>			686	3,8	171	0,6	914	0,4	229	2,6
<i>Nitzschia liebertruthii</i>										0,0
<i>Nitzschia ovalis</i>			171	0,9	57	0,2	3200	1,3	143	1,6
<i>Nitzschia valdescostata</i>	114	1,5	114	0,6					29	0,3
<i>Nitzschia valdestriata</i>	57	0,7	114	0,6	57	0,2	2286	0,9	29	0,3
<i>Planothidium chilensis</i>									29	0,3
<i>Planothidium delicatulum</i>					57	0,2			57	0,7
<i>Planothidium lanceolatum</i>	229	3,0	57	0,3	1429	5,4			57	0,7
<i>Proschkinia bulnheimii</i>							457	0,2		
<i>Rhopalodia constricta</i>							457	0,2	29	0,3
<i>Rhopalodia wetzeli</i>	114	1,5	114	0,6			457	0,2	29	0,3
<i>Scoliopleura peisonis</i>							457	0,2		
<i>Sellaphora laevisima</i>					57	0,2				
<i>Stauroneis cf atacamae</i>					114	0,4	914	0,4		
<i>Surirella laevisima</i>	114	1,5								
<i>Surillera sella</i>	57	0,7	9086	50,0						
<i>Surirella wetzelli sp1</i>							457	0,2		
Abundancia Total (Céls/cm³)	7.657	100	18.171	100	26.457	100	247.314	100	8.771	100
Riqueza (N° de taxa)	48		39		48		65		62	

FIGURA 3.4-28
PARÁMETROS COMUNITARIOS EVALUADOS EN EL SECTOR DE PEINE ABRIL 2009

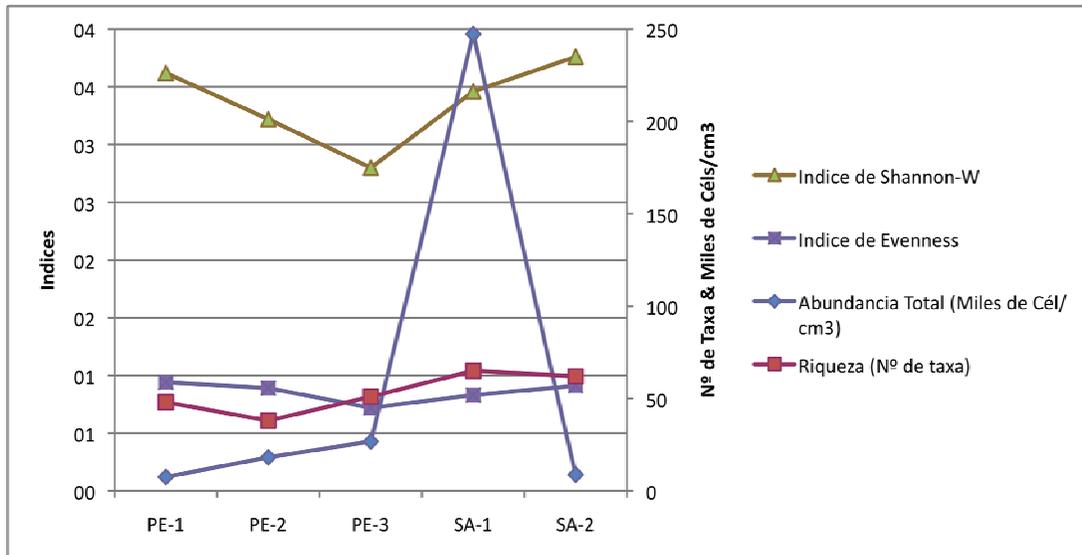
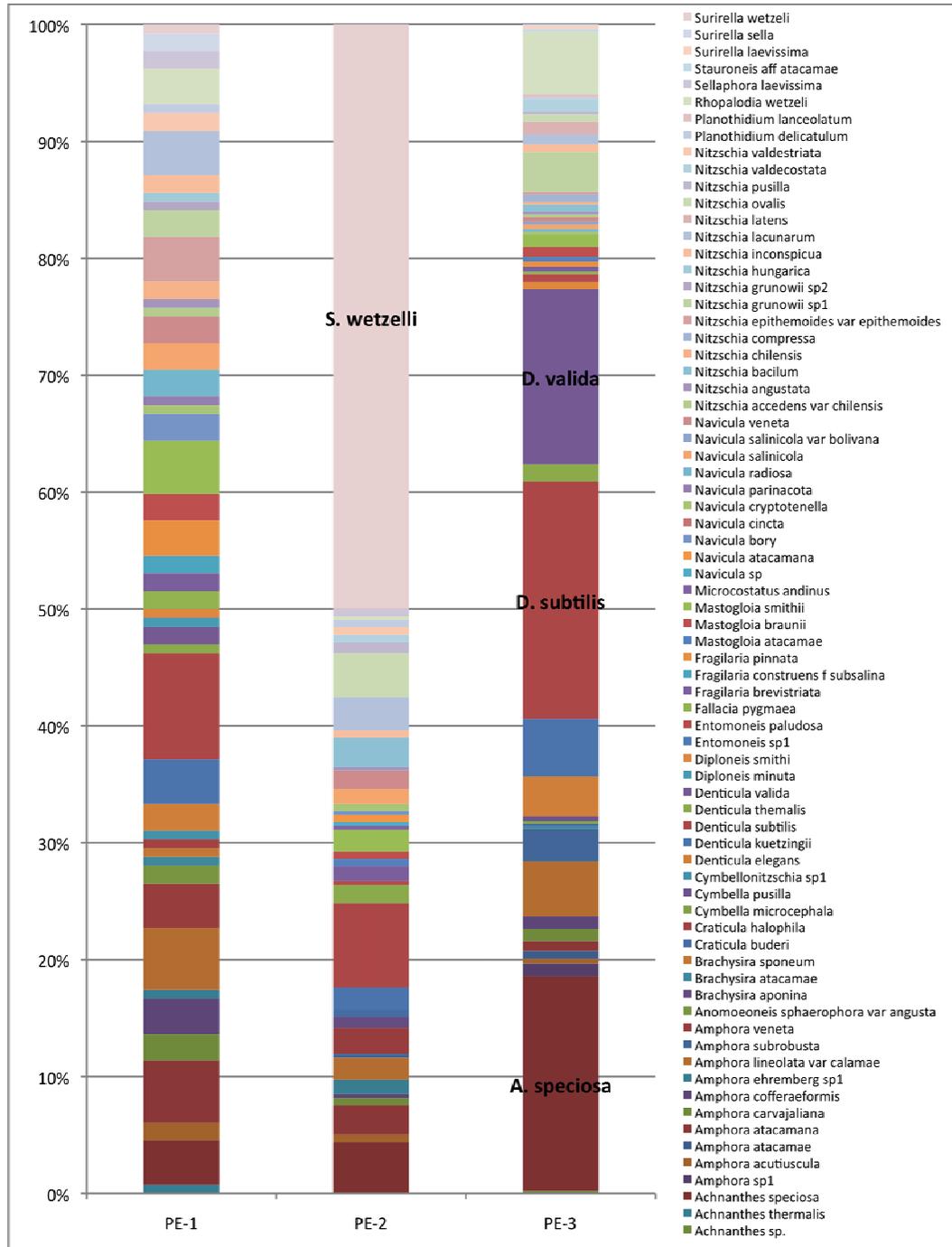
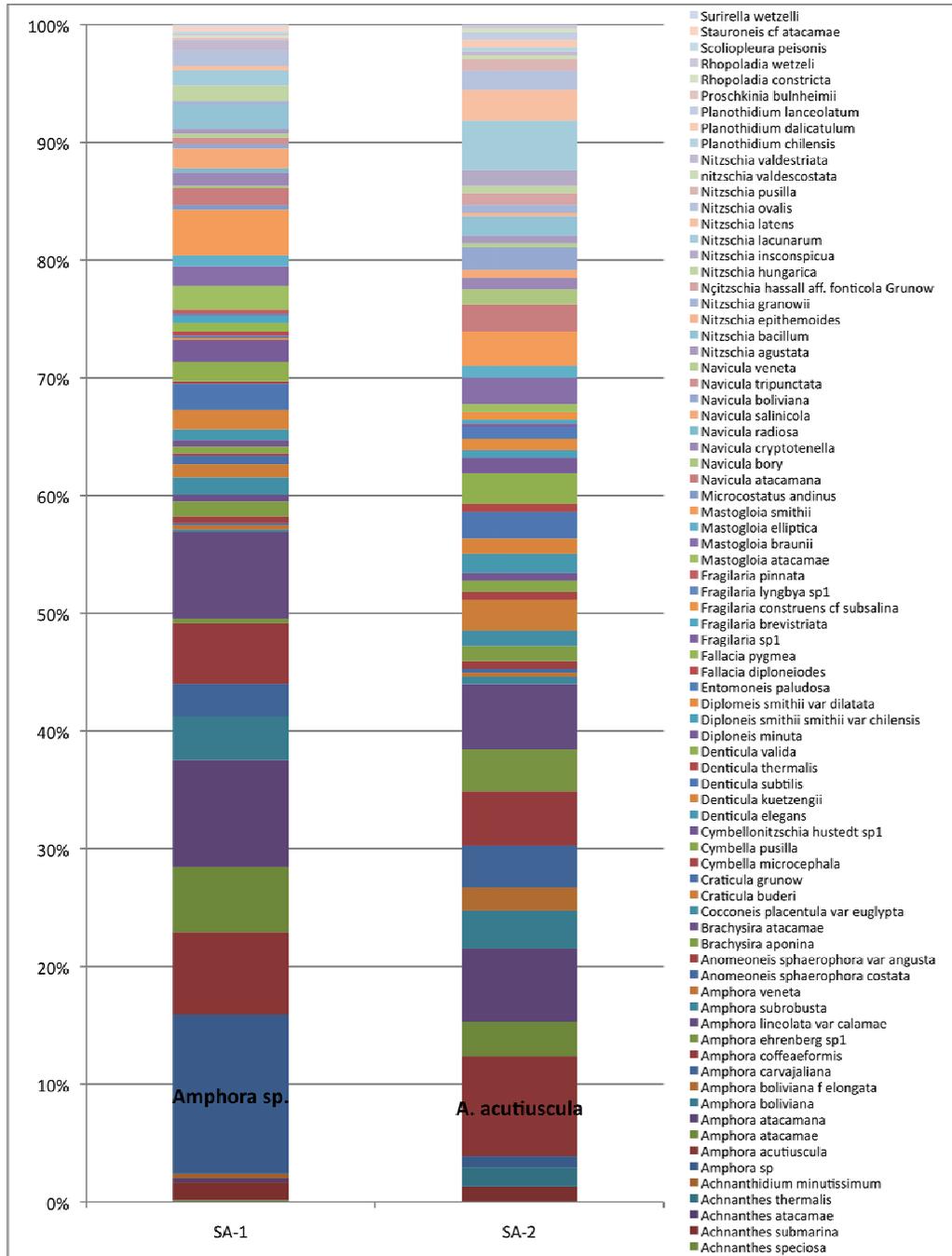


FIGURA 3.4-29 -A
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PEINE
LAGUNA INTERNA (PE). ABRIL 2009¹⁰.



¹⁰ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

FIGURA 3.4-29 -B
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE DIATOMEAS FITOBENTÓNICAS. SECTOR PEINE
LAGUNAS SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2009.¹¹



¹¹ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

b. *Análisis de los datos históricos de fitobentos*

b.1 Sector Sóncor: Laguna Puillar

La Figura 3.4-30, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Fitobentos en el Sector Sóncor, Laguna de Puillar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-30, no se registraron diferencias mayores entre los valores de medianas de abundancia del Fitobentos en los distintos años de monitoreo. Sin embargo cabe destacar el hecho que, la dispersión de los valores en el percentil 75%, arrojó diferencias más notables, entre las distintas campañas. Así, los altos valores de abundancia del fitobentos, alcanzados en la campaña del año 2006, fueron acompañados por una desviación estándar también alta en este percentil. Los valores de abundancia del fitobentos en el año 2009, sus valores extremos y su rango de fluctación respecto del valor central, mostraron un comportamiento conservativo, en relación con las campañas previas.

En lo referente al análisis estadístico (Anexo VIII), éste no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de Abundancia del Fitobentos de las distintas campañas de monitoreo.

Respecto de la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-31, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Riqueza del Fitobentos en el Sector Sóncor, Laguna Puillar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Respecto de los valores registrados en la campaña 2009, se observa que el valor de la mediana y el rango de valores de la Riqueza del Fitobentos, aumentaron notoriamente respecto de todas las campañas previas. Esta diferencia, podría ser adjudicada a un marcado patrón de variación interanual de la Riqueza del fitobentos.

Como se desprende del análisis gráfico, el análisis estadístico realizados para la comparación de medianas de la Riqueza de Especies del Fitobentos en el Sector de Puillar, también arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo.

b.2 Sector Sóncor: Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto.

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Fitobentos del Sector Sóncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-32, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, se observó que es en esta oportunidad, cuando se alcanzan los valores más altos de Abundancia de todo el periodo de

monitoreo (2006-2009). Sin embargo el valor de la mediana de la presente campaña es similar a la de los periodos previos. Por otra parte, no hay una diferencia notoria en el comportamiento del percentil 25%, respecto de los años anteriores.

El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII), muestran que sí hubo diferencias estadísticamente significativas de la Abundancia del Fitobentos entre las diferentes campañas de monitoreo.

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa, en este mismo Sector, la Figura 3.4.33, muestra que los valores de la actual campaña (2009), fueron muy superiores a los registrados en las campañas previas. Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron principalmente acumulados en el percentil 25%, además la desviación estándar en este percentil fue baja, es decir los valores fluctuaron poco, respecto del valor central. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo VIII). No obstante los altos valores registrados en el año 2009, cabe destacar que en el año 2006, la tendencia de los valores también afecta a la variabilidad interanual de los datos.

b.3 Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Fitobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-34, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biotas (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

El valor de la mediana de abundancia en el Fitobentos de la campaña 2009 fue ligeramente superior a lo registrado en las campañas 2006; 2007 y 2008. Respecto de los valores del percentil se destaca que en año 2009, el valor del percentil 75% fue muy superior al del percentil 25%, situación similar a lo registrado en la campaña 2006, pero distinto de lo observado en las campañas 2007 y 2008 (Figura 3.4-34). A pesar de las diferencias observadas, el análisis de varianza realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis muestra que no hubo diferencias significativas para la Abundancia del Fitobentos respecto de los años previos.

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Fitobentos, en el sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 3.4-35. En esta figura se aprecia un notorio incremento del valor de la mediana, en la presente campaña, respecto de los años previos. Además, en el presente año se alcanzaron los valores más altos de Riqueza de todo el periodo del monitoreo (2006-2009).

Respecto de la dispersión de los datos en la actual campaña, se aprecia que la mayoría de los datos estuvo agrupada en el percentil 25%, encontrándose una baja desviación estándar entre los valores de los percentiles 25% y 75%. Por su parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo VIII).

b.4 Sector Peine:

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Fitobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-36, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados muestran que los valores de Abundancia del Fitobentos, registrados en la presente campaña, fueron notoriamente más altos que los de los monitoreos previos. Asimismo, el valor máximo y la dispersión de los datos fue superior. Esta condición se determinó en todas las lagunas analizadas, pero particularmente en la estación SA-1, donde la abundancia de las microalgas bentónicas de la muestra 2009, fue notoriamente más alta que la de los años anteriores. Asimismo, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que entre las campañas sí hubo diferencias estadísticamente significativas.

Del mismo modo que en los sectores anteriormente analizados, los resultados del análisis comparativo de la Riqueza de Taxa, en el Sector Peine, arrojó diferencias estadísticamente significativas, respecto de las campañas previas (Anexo VIII). El principal factor es el incremento de los valores de la mediana en la actual campaña, escapándose de la tendencia anterior. Pese a esto, cabe destacar que el efecto principal y que influye en el valor de la mediana de la presente campaña (Figura 3.4-37), fueron los altos valores de Riqueza determinados en la estación SA-1. En este punto de la Laguna Saladita, los valores de riqueza triplican a los registrados en monitoreos previos, en el mismo punto.

FIGURA 3.4-30
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOBENTOS
SECTOR PUILAR.

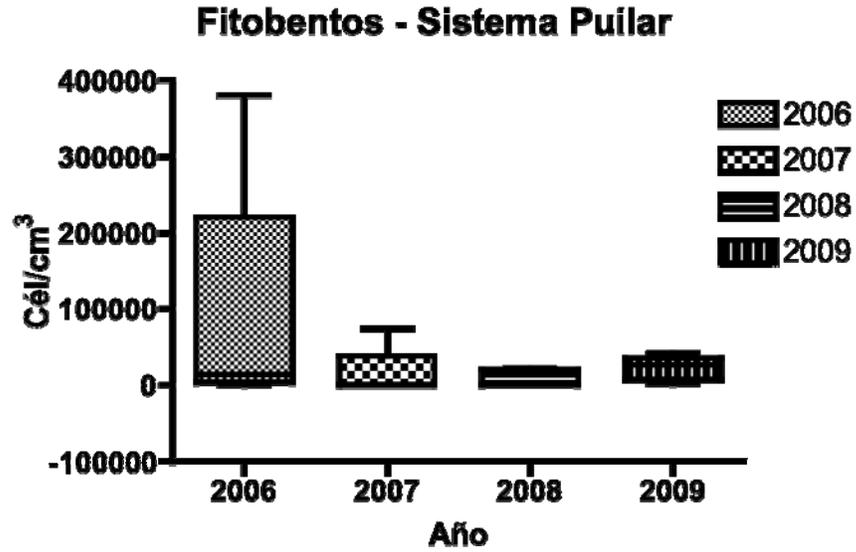


FIGURA 3.4-31
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOBENTOS SECTOR PUILAR.

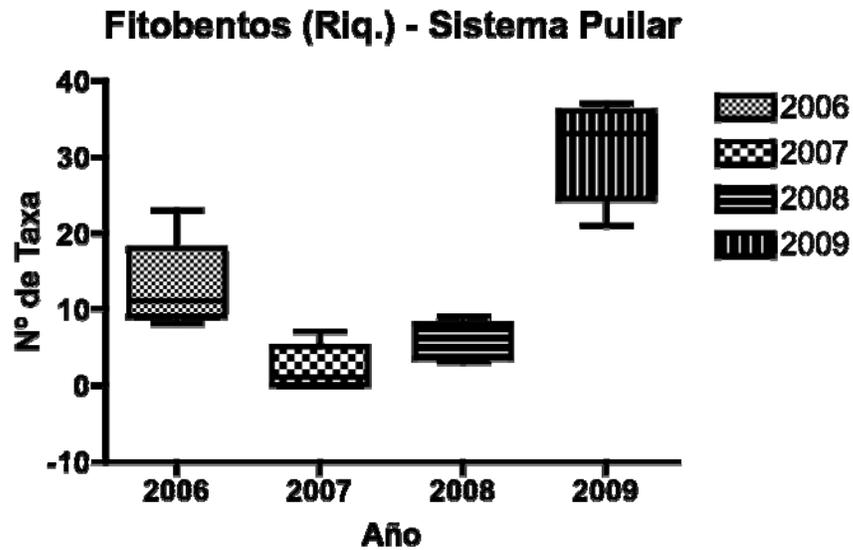


FIGURA 3.4-32
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOBENTOS
SECTOR SÓNCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO).

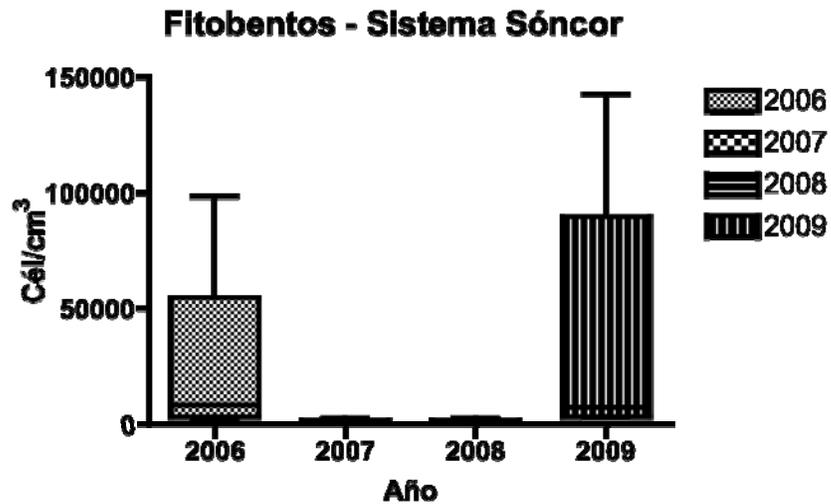


FIGURA 3.4-33
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOBENTOS
SECTOR SÓNCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO)

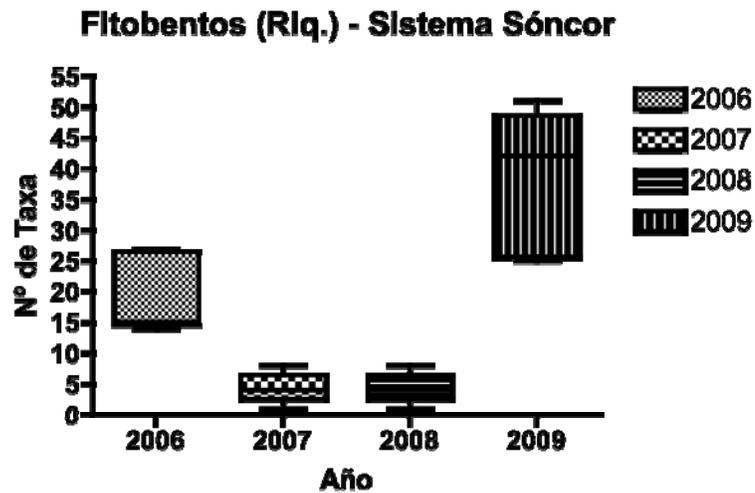


FIGURA 3.4-34
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOBENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA

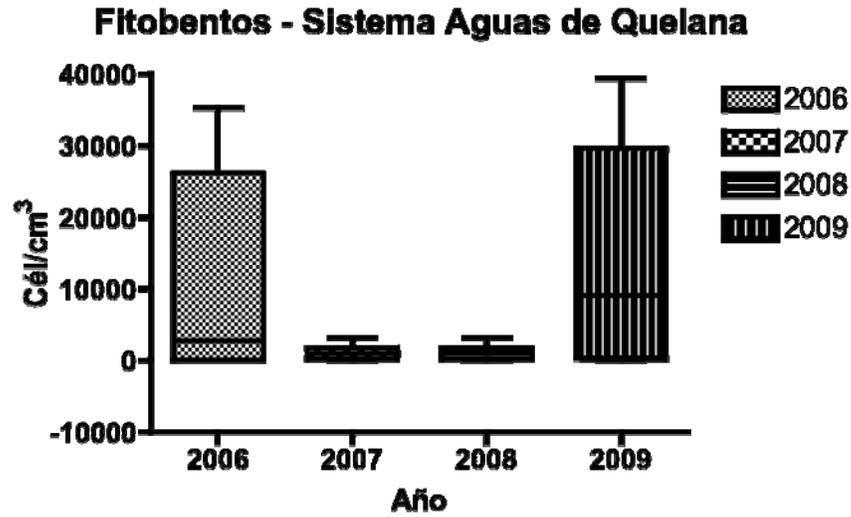


FIGURA 3.4-35
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOBENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA

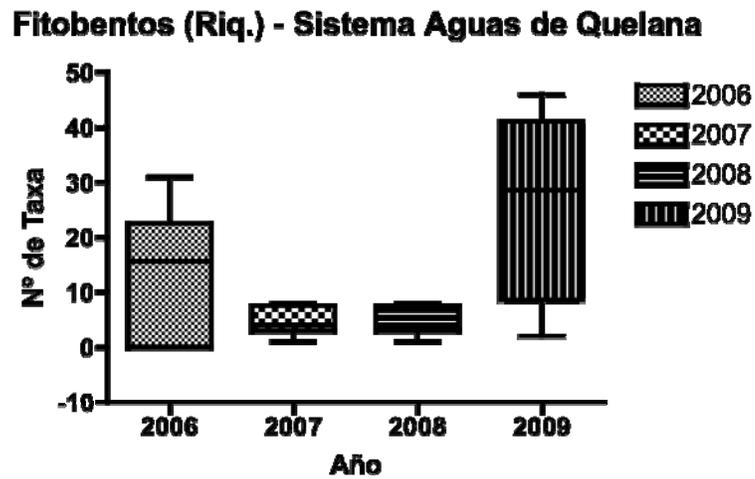


FIGURA 3.4-36
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOBENTOS
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADITA Y SALADA)

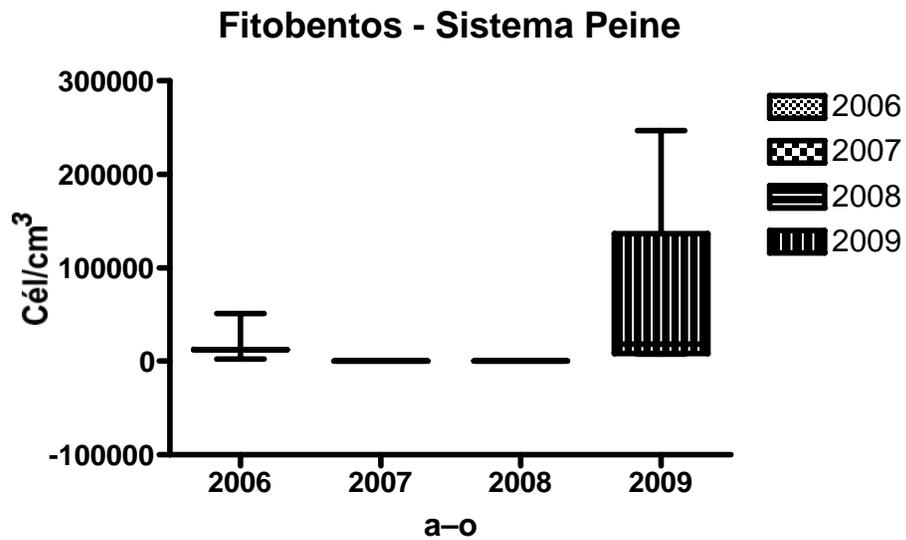
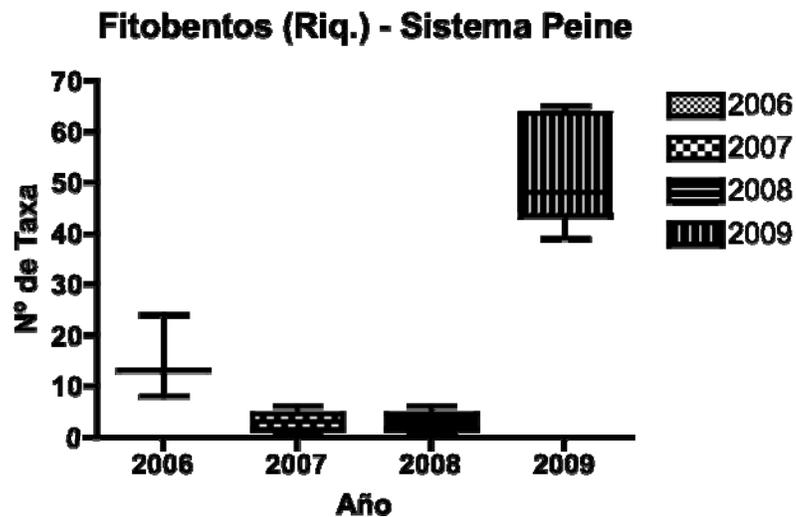


FIGURA 3.4-37
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOBENTOS
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADITA Y SALADA)



c. Fitoplancton

Diversidad General del Área

Las Figuras 3.4-38 A; B; C y D, muestran el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para las variables microalgas del fitoplancton en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puillar, Sóncor; Aguas de Quelana y Peine).

En relación con la Abundancia Total del Fitoplancton, se observó una alta variabilidad entre los sectores analizados. Por ejemplo, se aprecia que los valores en el Sector Sóncor (Laguna Puillar) fueron, notablemente más bajos que el resto de los sitios monitoreados. Respecto de la variación intrasectorial, se observaron amplios rangos de valores de abundancia del fitoplancton en todos los sectores analizados. El rango más alto fue el registrado entre las estaciones del Sistema Peine. Por otra parte, en el Sistema Aguas de Quelana, la Abundancia del Fitoplancton mostró un comportamiento gaussiano de incremento de la biomasa en las estaciones de monitoreo localizadas en el tramo medio del sistema lacustre, mientras que se observa una reducción hacia los puntos más extremos de este mismo sistema. Los valores extremos de esta variable fueron 0 Cél/L (estaciones PU-3, PU-5 y BN-1) y 3.875.000 Cél/L (estación PE-3).

En lo referente a la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-37- B, muestra que los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. Particularmente, en los puntos Q-3 y Q-4, correspondientes al tramo medio del sistema lacustre. La variabilidad para los valores de riqueza de taxa, también fue alto intrasectorialmente. El rango de variación más grande se registró entre las estaciones del Sistema Sóncor (Laguna Barros Negros y Laguna Puillar), donde hubo estaciones en las que sus muestras no arrojaron registros de ejemplares del fitoplancton (PU-3; PU-4 y BN-1). De igual forma que ocurriera con la abundancia, la salinidad parece ser un factor limitante para el desarrollo de las especies, ya que aquellos puntos en los que hubo escaso o nulo desarrollo del fitoplancton se corresponden con puntos de alta salinidad.

Respecto de las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes, en sectores específicos. Sector Sóncor / Laguna Puillar: *Surirella wetzeli* y *Mastogloia braunii*. Por otra parte, en el Sector Sóncor / Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, los taxa que mayormente aportaron a la Abundancia Total del sector fueron: *Mastogloia braunii* y *Stauroneis aff. atacamae*. En el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de las especies *Chroococcus minutus* y *Coelosphaerium* sp. en la estación. Sin embargo se debe destacar que el N° de Cél/L asociado a ambos taxa, fue bajo. Finalmente, en el Sector Peine, los taxa que mayormente contribuyeron a la Abundancia total del fitoplancton fueron *Rhopalodia constricta* y *Oscillatoria agardhii*.

Por otra parte, cabe destacar aquellos taxa más frecuentes en todos los sectores analizados. En el Sector Sóncor / Laguna Puillar los taxa que presentaron una mayor distribución espacial fueron una cianobacteria del género *Anabaena* y la clorofícea *Chlorella vulgaris*. En el sector Sóncor, esta vez en el sistema lagunar comprendido por las lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto, las especies más ampliamente distribuidas fueron *C. vulgaris* y otra clorofícea

Chamaesiphon subg. Goolecuskia. En cuanto al Sector Aguas de Quelana las especies más frecuentes fueron dos diatomeas *Rhopalodia constricta* y *Surirella sella*. Contrariamente a lo registrado en el resto de los sectores analizados, en el Sector Peine las especies más ampliamente distribuidas coinciden con aquellos taxa más abundantes, es decir *Rhopalodia constricta* y *Oscillatoria agardhii*. En términos generales, se observa que aquellos taxa correspondientes a las clases Cyanophyceae y Chlorophyceae presentaron abundancias relativas superiores a aquellos pertenecientes al grupo Bacillariophyceae, cuando éstas compartieron un mismo nicho ecológico. Sin embargo, el número de taxa representados en este último grupo, fue más elevado.

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figuras 3.4-38 C y D, representan el comportamiento de los índices de Shannon-Wiener (H) y de Evenness (W), respectivamente. El comportamiento general de ambas variables, indica que los valores más altos corresponden a aquellos registrados en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, cuyo promedio fue superior al resto de sectores (1,879 +/- 0,73). En relación con las diversidades más bajas éstas se estimaron en las estaciones en las que no se determinó la presencia de microalgas fitoplanctónicas o esta fue de, escasamente, 1 taxa (Sectores, Puillar, Sóncor y Peine). Por su parte la equidad, mostró sus valores más bajo (cero), en estas mismas estaciones. Al igual que con otros componentes de la Biota el valor más alto de Diversidad (H), se obtuvo en aquellas estaciones también fue alta (Q-3, Q-4, CH-1 y SA-2), dado que esta última variable tiene un gran peso en el cálculo de este índice. Cabe destacar sin embargo que los altos valores de H, no siempre coincidieron con valores altos de equidad (W). Es el caso de las estaciones CH-1 y Q-6, las que presentaron altos índices de diversidad pero con un reparto poco equitativo de las abundancias entre dichos taxa.

FIGURA 3.4-38
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS

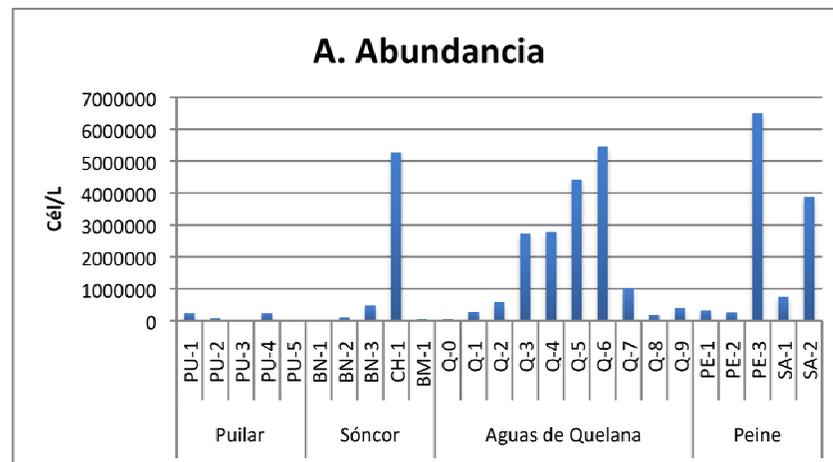
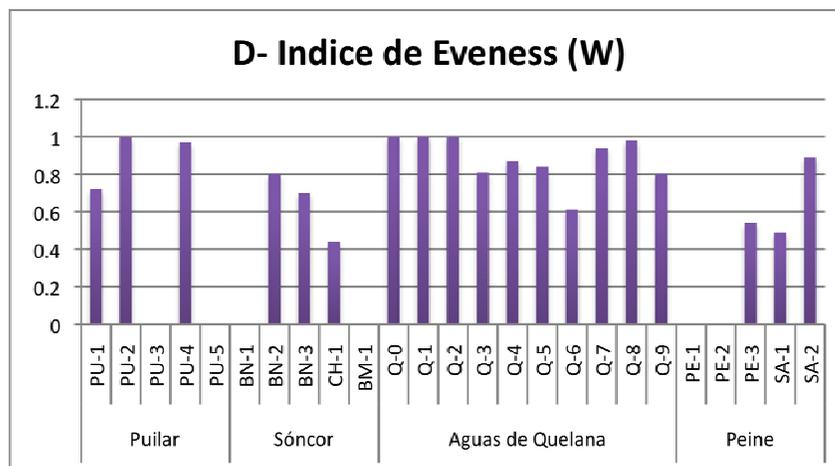
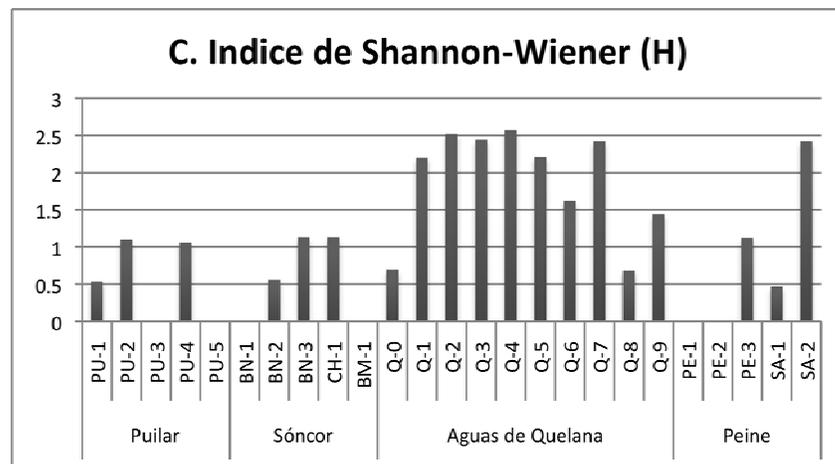
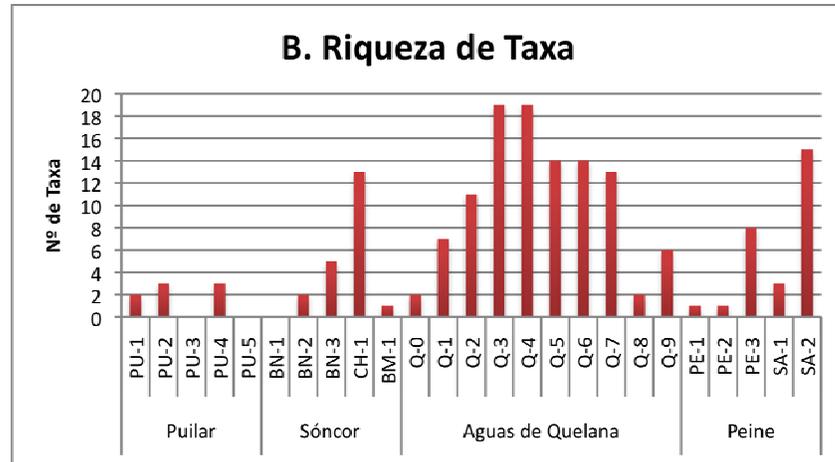


FIGURA 3.4-38
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EN LOS 4
SECTORES MONITOREADOS



c.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio:

Se determinó un total de 7 taxa de microalgas fitoplanctónicas entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII). La Riqueza máxima se registró en las estaciones PU-2 y PU-4, en esta última estación se registró también la abundancia máxima del sector. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, estos correspondieron a *Surirella sella*, *S. wetzeli*, *Chlorella vulgaris* y *C. fusca*. Respecto de los taxa más abundantes, las especies *Rhopalodia constricta* y *Mastogloia braunii* fueron las más abundantes por sector.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-17, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Adicionalmente, la Figura 3.4-39, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos en todo el sector de la Laguna Puilar. En cuanto al rango de fluctuación de los valores, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en las estaciones PU-2 y PU-4, con escasos 3 taxa representados. También cabe destacar que en algunas estaciones no se determinó la presencia de microalgas fitoplanctónicas este fue el caso de los puntos PU-3 y PU-5. Respecto del valor promedio de este parámetro en todo el sector esta fue bajo, comparado con los otros sectores analizados (2 +/- 2 taxa por estación). Respecto de diferencias encontradas entre las diferentes clases de microalgas representadas, claramente, el grupo Bacillariophyceae (Diatomeas), aportó con un número substancialmente mayor de taxa a la Riqueza Total (Tabla 3.4-17).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3.4-17, se muestran los valores de abundancia total de las Microalgas Fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-39, muestra los resultados de la distribución de las abundancias totales del fitoplancton en el sector. En relación con el rango de valores para esta variable, éste fluctuó entre 0 Cél/L en las estaciones PU-3 y PU-5, y 2.250.000 Cél/L en las estaciones PU-1 y PU-4, respectivamente. En tanto, el valor promedio para todo el sector fue de 105.000 +/- 113.743 Cél/L (Anexo VIII). En relación con los aportes por clase de microalgas, las diatomeas (Clase Bacillariophyceae) y las cianobacterias (Clase Cyanophyceae), fueron dominantes en el Sector (Tabla 3.4-17).

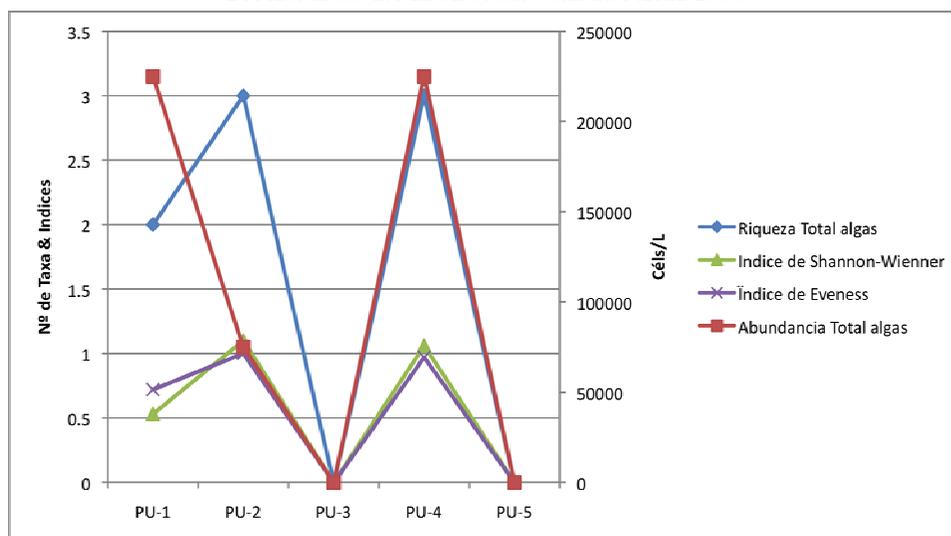
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Debido a la baja Riqueza de Taxa determinada entre las estaciones del Sistema Puilar, los valores de Diversidad, medidos a través del índice de Shannon-Wiener, fueron, en general, bajos. Respecto de la Diversidad de las comunidades fitoplanctónicas del Sistema Puilar, la estación con mayor diversidad fue PU-2 (H: 1,1). En relación con el Índice de Equidad más alto determinado correspondió a la estación PU-2, que a su vez mostró el valor máximo de Riqueza, taxa que contribuyeron muy equitativamente con la abundancia total del sector (Tabla 3.4-17).

TABLA 3.4-17
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON
DEL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Mastogloia braunii</i>			25000	33						
<i>Mastogloia smithii</i>			25000	33						
<i>Rhopalodia constricta</i>							50000	22		
<i>Surirella sella</i>			25000	33						
<i>Surirella wetzeli</i>							75000	33		
CYANOPHYCEAE										
<i>Chamaesiphon subg. Goolecuskia</i>	50000	22								
CHLOROPHYCEAE										
<i>Chlorella vulgaris</i>	175000	78					100000	44		
Total Abundancia Cél/L	225000	100	75000	100	0	0	225000	100	0	0
Riqueza de Taxa	2	2	3	3	0	0	3	3	0	0

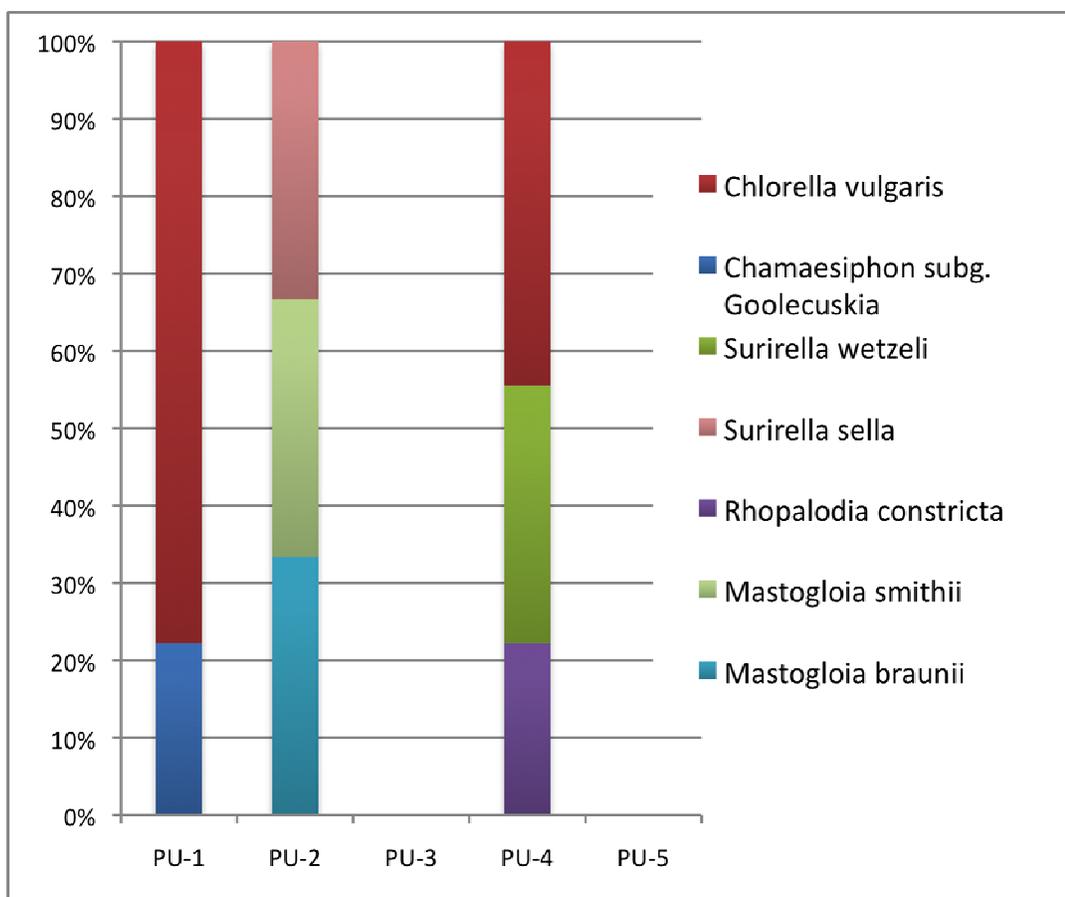
FIGURA 3.4-39
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON
EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-40, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Puilar. Cabe destacar el hecho que se presentaron muy pocas taxa en todo el sistema y que cada uno de ellos aportó a la abundancia total con más del 10% de abundancia relativa. En el caso de taxa *C. vulgaris*, en la estación PU-1, este sólo taxa aportó con el 80% de la abundancia total. Sin embargo es necesario hacer notar que las abundancias en Cél/L de los taxa representados fueron bajos (Tabla 3.4-17).

FIGURA 3.4-40
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS.
SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



c.2 Sector Sóncor: Sóncor (Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto)

Diversidad General del Área de Estudio

En las lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto se determinó un total de 18 taxa de microalgas fitoplanctónicas (Anexo VIII). Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae; Cyanophyceae y Chlorophyceae. Particularmente alta fue la riqueza y la abundancia del fitoplancton en la estación localizada en la Laguna Chaxas (CH-1), mientras que hubo estaciones de monitoreo en las que no se registraron ejemplares fitoplanctónicos o donde su abundancia fue muy baja (Laguna Barros Negros). En términos de distribución espacial los taxa más frecuentes entre las estaciones de monitoreo fueron *Anabaena sp.* y *Chlorella vulgaris*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-18, se muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor (Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto). Adicionalmente, la Figura 3.4-41, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado. En relación con el rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación CH-1 (Laguna Chaxas), con un total de 13 especies diferentes, mientras que el valor más bajo de Riqueza se presentó en la estación BN-1 (Canal Barros Negros). En esta última estación no se determinó la presencia de ejemplares del fitoplancton. Respecto del valor promedio de distribución de la Riqueza de Taxa este fue de 4 +/- 5 taxa por estación. En términos de la contribución por clases taxonómica a la Riqueza Total, el grupo Bacillariophyceae, contribuyó con más del 70% de los taxa.

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3.4-18, contiene los valores de Abundancia Total del Fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, para sus diferentes lagunas (L. Barros Negros; L. Chaxas y C. Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 3.4-41, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitoplancton en todo el sector monitoreado. El rango de fluctuación de esta variable para los sistemas señalados fue de 0 Cél/L en la Estación BN-1 y 5.275.000 Cél/L, en la estación CH-1. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 1.180.000 +/- 2.296.832 Cél/L (Anexo VIII).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

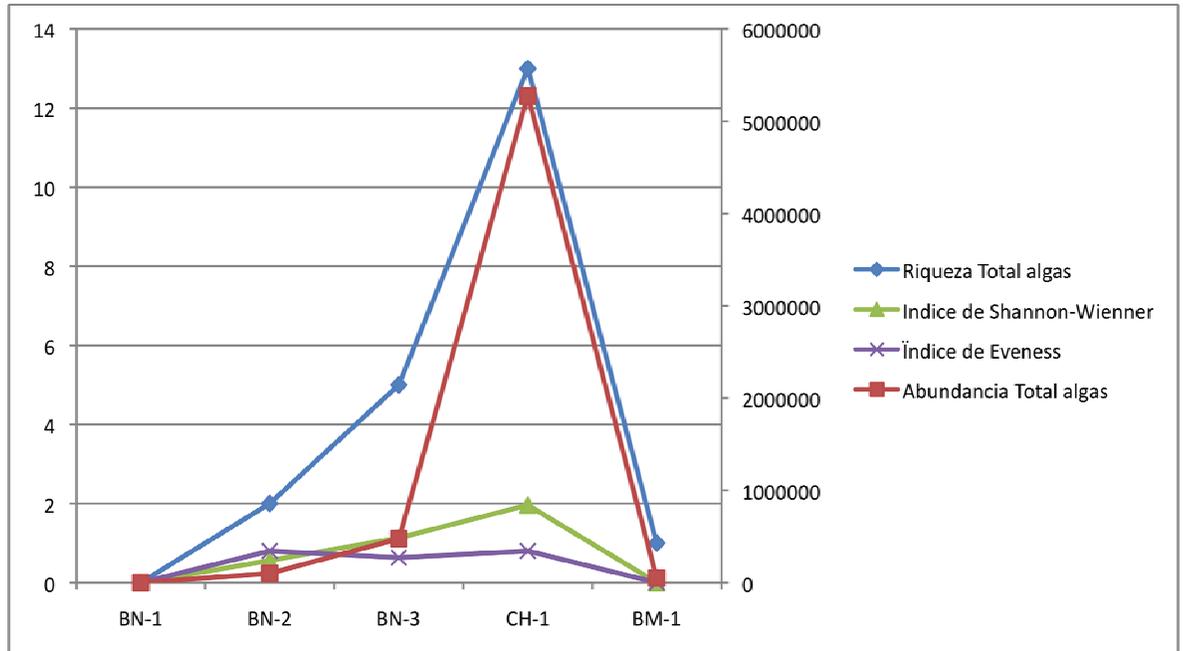
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades de microalgas fitoplanctónicas del Sistema Sóncor, analizados a través de sus Índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 3.4-41 y en la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII). Respecto de la Diversidad en términos generales, se observó que hubo grandes diferencias entre las estaciones de monitoreo, siendo la estación CH-1, el punto con más alta diversidad medido a través del Índice de Shannon-Wiener (H: 1,96). Sin embargo, cabe destacar que hubo estaciones donde este índice fue igual a cero, puesto que en ellas

no se registraron taxa (BN-1) o sólo se determinó un taxa de microalga (BM-1). Con respecto al Índice de equidad más alto medido en todo el sector, éste se determinó en las estaciones BN-2 y CH-1 (W: 0,8). Pese a que ambas lagunas mostraron el mismo valor de equidad, la Laguna de Chaxas, mostró una diversidad mucho mayor que el punto BN-2 de Barros Negros, por lo cual en el contexto general, la primera fue la estación con mayor Biodiversidad.

TABLA 3.4-18
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL
SECTOR SONCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO). ABRIL 2009

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.	Nº Cél/L	% A.R.
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Achnantes speciosa</i>							150000	3		
<i>Amphora coffeaeformis</i>							75000	1		
<i>Brachysira atacamae</i>							450000	9		
<i>Diploneis minuta</i>							100000	2		
<i>Mastogloia atacamae</i>							300000	6		
<i>Mastogloia braunii</i>							525000	10		
<i>Mastogloia smithii</i>							300000	6		
<i>Nitzschia chilensis</i>					25000	5				
<i>Pinnularia sp.</i>							400000	8		
<i>Planothidium delicatum</i>					25000	5				
<i>Planothidium Round & bukhtiyarona sp1</i>					25000	5				
<i>Proshkinia bulnheimii</i>							425000	8		
<i>Rhopalodia constricta</i>							100000	2		
<i>Stauroneis aff atacamae</i>							2300000	44		
<i>Surirella sella</i>			25000	25			50000	1		
CYANOPHYCEAE										
<i>Anabaena sp.</i>					125000	26	100000	2		
CHLOROPHYCEAE										
<i>Chlorella vulgaris</i>			75000	75					50000	100
<i>Chlorella fusca</i>					275000	58				
Total Abundancia	0	0	100000	100	475000	100	5275000	100	50000	100
Riqueza de Taxa	0	0	2	2	5	5	13	0	1	1

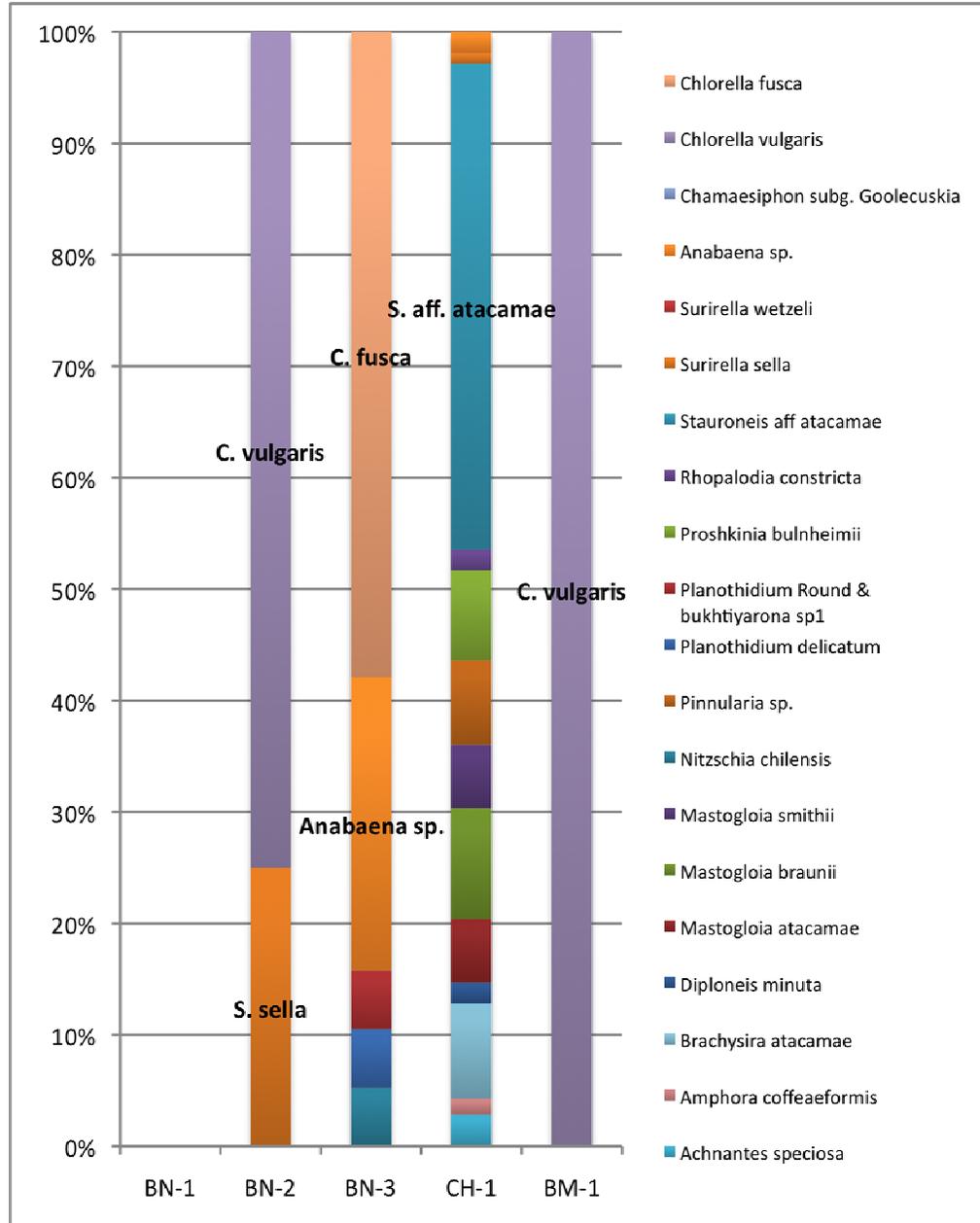
FIGURA 3.4-41
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR SÓNCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-42, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Así, se observa que para la laguna Barros Negros aquellos taxa que aportaron mayormente a la abundancia total del sistema fueron: *Surirela sella* y *Anabaena sp.* (Estación BN-2); *Chlorella vulgaris* y *C. fusca* (Estación BN-3). En cuanto a la Laguna Chaxas, como ya ha sido mencionado previamente, ésta presentó un número mayor de taxa con contribuciones variadas de abundancia relativa. Sin embargo, sobresale la contribución de *Stauroneis aff. atacamae*, con cerca del 40% de abundancia relativa en esta estación de monitoreo. En la estación BM-1, localizada en la Laguna de Burro Muerto, el taxa *C. vulgaris* representó el 100% de la abundancia de la muestra en esta estación.

FIGURA 3.4-42
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS
SECTOR SONCOR, LAGUNAS BARROS NEGROS; CHAXAS Y BURROS MUERTO. ABRIL 2009.¹²



¹² Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

c.3 Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio:

Para todo el Sector de Aguas de Quelana, se determinó un total de 64 taxa de microalgas fitoplanctónicas. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a *Surirella sella*, *S. wetzeli*, *Chlorella vulgaris* y *C. fusca*. Respecto de los taxa que presentaron mayores abundancias entre todas las estaciones de monitoreo éstos fueron *Chroococcus minutus* y *Coelosphaerium sp.* En términos de la representatividad de clases de microalgas, se determinaron taxa pertenecientes al grupo Bacillariophyceae; Chlorophyceae y Cyanophyceae, con una concentración de taxa en el primer grupo.

Los taxa con mayor distribución espacial entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana fueron: *Surirella sella* y *Rhopalodia constricta*, dos diatomeas que estuvieron presentes en 7 de las 10 estaciones monitoreadas.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-19, se presentan los valores de Riqueza de Microalgas Fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana. Adicionalmente, la Figura 3.4-43, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitoplancton en todo el sector. Los valores de Riqueza de Taxa determinados entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana fluctuaron entre 2 y 19 taxa (Estaciones Q-0; Q-8 y Q-3; Q-4, respectivamente). Cabe destacar, contrariamente a lo registrado en otros sectores monitoreados, que en este sector se registraron ejemplares del fitoplancton en todas las estaciones de monitoreo. En cuanto al valor promedio de taxa, éste fue de 11 +/- 6 taxa por estación. Respecto de diferencias encontradas entre las diferentes clases de microalgas representadas, claramente, el grupo Bacillariophyceae (Diatomeas), aportó con un número substancialmente mayor de taxa a la Riqueza Total (Tabla 3.4-19).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3.4-19, se muestran los valores de abundancia total de Fitoplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-43, muestra los resultados de la distribución de las abundancias totales del fitoplancton en las estaciones de monitoreo del sector. En relación con el rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 50.000 Cél/L en la estación Q-0 y 5.455.000 Cél/L, en la estación Q-6. Respecto del valor promedio en el sector éste fue de 1.947.775 +/- 1.947.775 Cél/L (Anexo VIII). Respecto de los aportes por clase de microalgas, tres taxa pertenecientes a tres clases taxonómicas microalgales aportaron mayormente a la abundancia en el sector, éstos fueron: La clorofícea *Coelosphaerium sp* (25% de aporte a la abundancia total); la cianofícea *Chroococcus minutus* (16% de aporte a la abundancia total) y la diatomea *Rhopalodia constricta* (9% de aporte a la abundancia total).

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Debido a la alta Riqueza de Taxa determinada entre las estaciones del Sector Aguas de Quelana, es que se presentaron los valores de diversidad del fitoplancton más altos de entre todos los sectores monitoreados. En cuanto al rango de valores para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (Anexo VIII), éste osciló entre 0,68 en la estación Q-8 y 2,57 en la estación Q-4. Como ha acontecido con otras variables bióticas, los valores más altos de diversidad en este sector se determinaron en el tramo medio del sistema lagunar, entre los puntos Q-2 y Q-7. Respecto de los valores de Equidad asociados a cada valor de diversidad, éstos se presentan junto al resto de parámetros comunitarios en la Figura 3.4-43. En la figura se aprecia que los valores fueron bastante homogéneos entre las estaciones monitoreadas. El valor más bajo, se presentó sin embargo en la estación Q-6. En esta estación se presentaron dos especies dominantes *Coelosphaerium sp* y *Chroococcus minutus*, desplazando al resto de taxa, los que presentaron aportes de abundancia poco significativos.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-44, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Como se aprecia en la figura, existieron muchos taxa que sobrepasaron el 10% de contribución a la abundancia total. Cabe destacar que las abundancias relativas de cada taxa, variaron de estación en estación de monitoreo. Sin embargo, se destacan algunas especies cuya contribución fue más importante. Es el caso de *Coelosphaerium sp*, un representante de la clase Chlorophyceae, cuyo abundancia fue muy significativa en las estaciones del tramo medio del Sistema lagunar Aguas de Quelana (Q-3 a Q-6).

TABLA 3.4-19
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Nº Cél/L	% A.R.																		
BACILLARIOPHYCEAE																				
<i>Achnantes atacamae</i>											25000	1								
<i>Achnanthes speciosa</i>							25000	1	25000	1										
<i>Achnantheidium minutissimum</i>							25000	1												
<i>Amoeoneis spahaerophora</i> <i>var. Angusta</i>					25000	4														
<i>Amphora acustiuscula</i>											25000	1								
<i>Amphora atacamae</i>											25000	1								
<i>Amphora atacamana</i>			25000	9					50000	2	50000	1								
<i>Amphora boliviana</i> f. <i>elongata</i>									25000	1										
<i>Amphora carvajaliana</i>											25000	1								
<i>Amphora coffeaeformis</i>			25000	9					25000	1										
<i>Amphora lineolata</i> avr. <i>Calamae</i>											25000	1								
<i>Amphora subrobusta</i>											25000	1								
<i>Amphora veneta</i>									25000	1										
<i>Campylodiscus bicostatus</i>					25000	4	50000	2					75000	1	75000	7				
<i>Chlamydomonas gracilis</i>														25000	2					
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>Euplyptica</i>							50000	2												

TABLA 3.4-19
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Nº Cél/L	% A.R.																		
<i>Craticula buderi</i>	25000	50					100000	4												
<i>Craticula halophita</i>			50000	18																
<i>Craticula grunow</i>							25000	1												
<i>Cyclotella ocellata</i>													25000	0					25000	6
<i>Denticula elegans</i>															25000	2				
<i>Denticula valida</i>							25000	1					25000	0						
<i>Diatoma maniliformis</i>									25000	1						50000	5			
<i>Diploenesis minuta</i>									25000	1										
<i>Diploenesis smithii</i> var. <i>Dilatata</i>							75000	3	50000	2	75000	2			125000	12			25000	6
<i>Entomoneis paludosa</i>					25000	4	200000	7	225000	8	25000	1								
<i>Fallacia pygmaea</i>			25000	9	25000	4														
<i>Gyrosigma</i> sp.									25000	1										
<i>Mastogloia atacamae</i>									25000	1					25000	2				
<i>Microstethus andinus</i>			25000	9									25000	0						
<i>Navicula bory</i>									75000	3										
<i>Navicula carvajiana</i> var. <i>Carvajiana</i>									50000	2										
<i>Navicula salinicola</i>															25000	2				
<i>Navicula veneta</i>							25000	1												
<i>Neophroclytium lunatum</i>													25000	0						
<i>Nitzschia angustata</i>							25000	1												

TABLA 3.4-19
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Nº Cél/L	% A.R.																		
<i>Nitzschia chilensis</i>					75000	13														
<i>Pinnularia maior</i>															125000	12				
<i>Phanotidium chilense</i>							25000	1	25000	1										
<i>Phanotidium round & bukhtiyarova sp1</i>															25000	2				
<i>Proschkinia bulheimii</i>									50000	2	25000	1			25000	2				
<i>Rhopalodia constricta</i>					75000	13	150000	6	250000	9	925000	21	100000	2	75000	7			25000	6
<i>Rhopalodia wetzeli</i>			25000	9	100000	17	250000	9	250000	9	200000	5								
<i>Rhaphidiopsis curvata</i>			100000	36	25000	4														
<i>Sellaphora laevisisima</i>	25000	50					50000	2												
<i>Scolioleura peisonis</i>													25000	0						
<i>Stauroneis off atacamae</i>					50000	9	50000	2												
<i>Surirella sella</i>					100000	17	50000	6	700000	25			125000	2	350000	34	75000	43	50000	13
<i>Surirella wetzeli</i>					25000	4	150000	1			100000	2	400000	7						
<i>Surirella smithii</i>																			75000	19
CYANOPHYCEAE																				
<i>Anabaena paulseniana</i>							25000	1												
<i>Chroococcus minutus</i>					25000	4	475000	17	25000	1	625000	14	1905000	35						
<i>Chroococcus pallidus</i>																				
<i>Chroococcus turgidus</i>											375000	8	550000	10						
<i>Slina major kuetzing</i>											25000	1								
<i>Oscillatoria ornata</i>			25000	9																

TABLA 3.4-19
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR DE AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009

TAXA	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9		
	N° Cél/L	% A.R.																			
<i>Volvox africanus</i>									25000	1											
<i>CHLOROPHYCEAE</i>																					
<i>Calothrix sp.</i>									25000	1	150000	3	25000	0							
<i>Chamaesiphon subg. Godlewskia</i>																			200000	50	
<i>Chlorella fusca</i>					50000	9					225000	5	100000	2	50000	5					
<i>Chlorella saccharophila</i>																					
<i>Chlorella vulgaris</i>											125000	3	25000	0			100000	57			
<i>Coelosphaerium sp.</i>							925000	34	100000	4	1500000	34	2100000	38	25000	2					
<i>Willea irregularis</i>							25000	1	400000	14											
Total Abundancia Cél/L	50000	100	275000	100	575000	100	2725000	100	2775000	100	4425000	100	5455000	100	1025000	100	175000	100	400000	100	
Riqueza de Taxa	2	2	7	7	11	11	20	20	19	19	14	14	14	14	13	13	2	2	6	6	

FIGURA 3.4-43
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2009

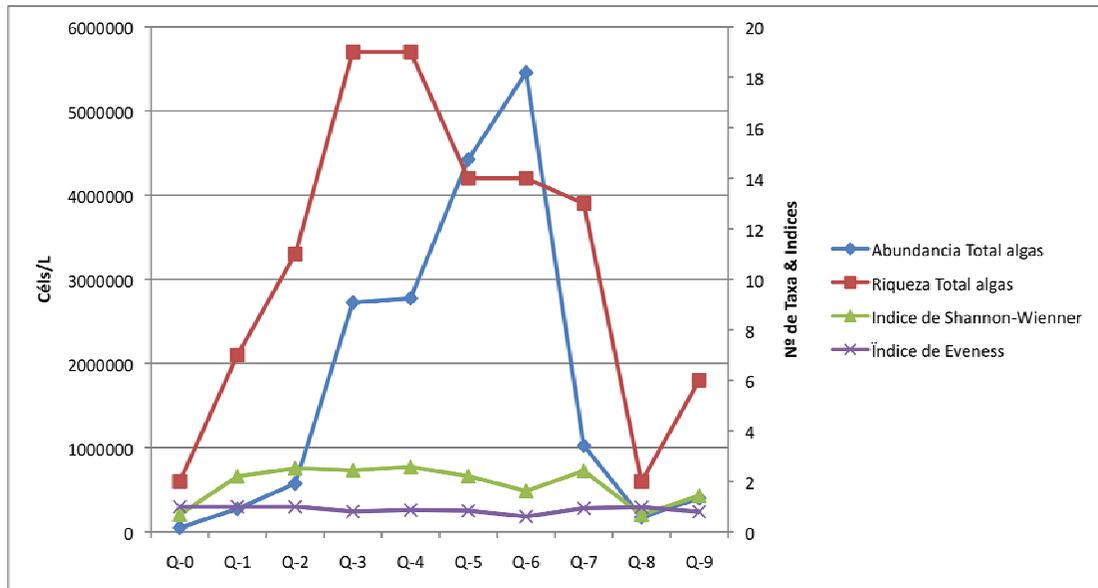
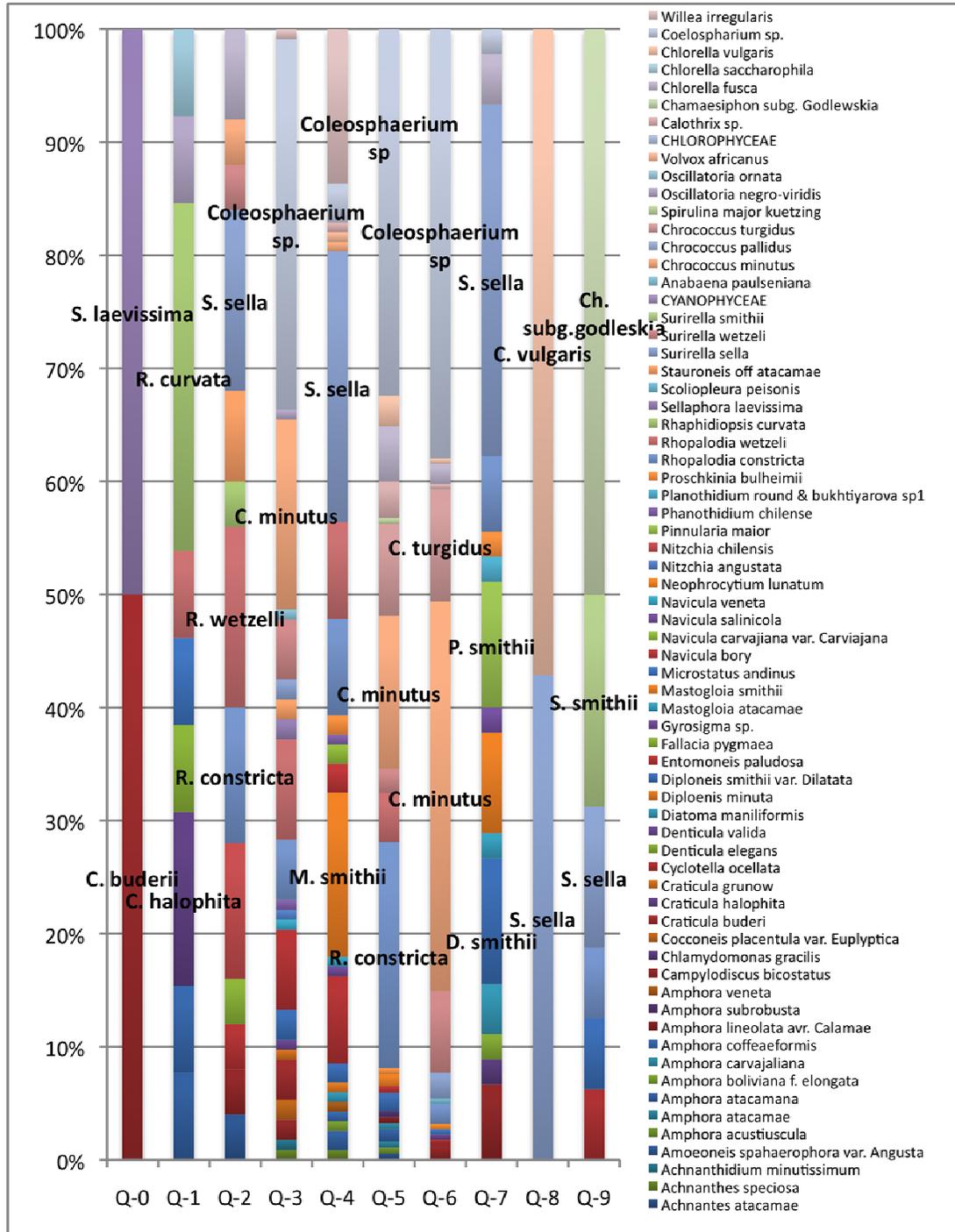


FIGURA 3.4-44
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS.
SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



c.4 Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita)
Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector Peine y sus lagunas constituyentes: Interna, Salada y Saladita, se determinó un total de 17 taxa de microalgas fitoplanctónicas. Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae; Cyanophyceae y Chlorophyceae. Particularmente alta fue la riqueza y abundancia del fitoplancton en la estación localizada en la Laguna Salada (SA-2), mientras que hubo estaciones de monitoreo en las que la diversidad de microalgas fue muy baja, con sólo un taxa representado (PE-1). En términos de distribución espacial los taxa más frecuentes entre las estaciones de monitoreo fueron la cianofícea *Oscillatoria agardhii* y la diatomea *Rhopalodia constricta*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-20, se muestran los valores de riqueza fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, en sus lagunas Interna; Salada y Saladita. Adicionalmente, la Figura 3.4-45, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación SA-2 (Laguna Salada), con un total de 15 taxa distintos. En esta estación estuvieron representados tres clases taxonómicas de microalgas (Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae). Por otra parte, el valor más bajo de Riqueza se presentó en las estaciones PE-1 y PE-2 (Laguna Interna), donde sólo se registró la presencia de una especie de Chlorophyceae *Chlorella fusca* y de una diatomea *Rhopalodia constricta*, respectivamente. Respecto del valor promedio de distribución de la Riqueza de Taxa este fue de 6 +/- 6 taxa por estación. En términos de la contribución por clases taxonómicas a la Riqueza Total, el grupo Bacillariophyceae, contribuyó con más del 70% de los taxa.

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3.4-20, presenta los valores de Abundancia Total del Fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, para sus diferentes lagunas (Interna, Salada y Saladita). Además en la Figura 3.4-45 se muestran los resultados de la distribución de la abundancia total del fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de fluctuación de esta variable para los sistemas señalados fue de 250.000 Cél/L en la Estación PE-2 y 2.500.000 Cél/L, en la estación PE-3. El valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas, fue de 2.340.000 +/- 2.766.688 Cél/L (Anexo VIII). La abundancia máxima por taxa entre las estaciones del Sector Peine correspondió a la especie *Rhopalodia constricta* PE-3 (Tabla 3.4-20).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

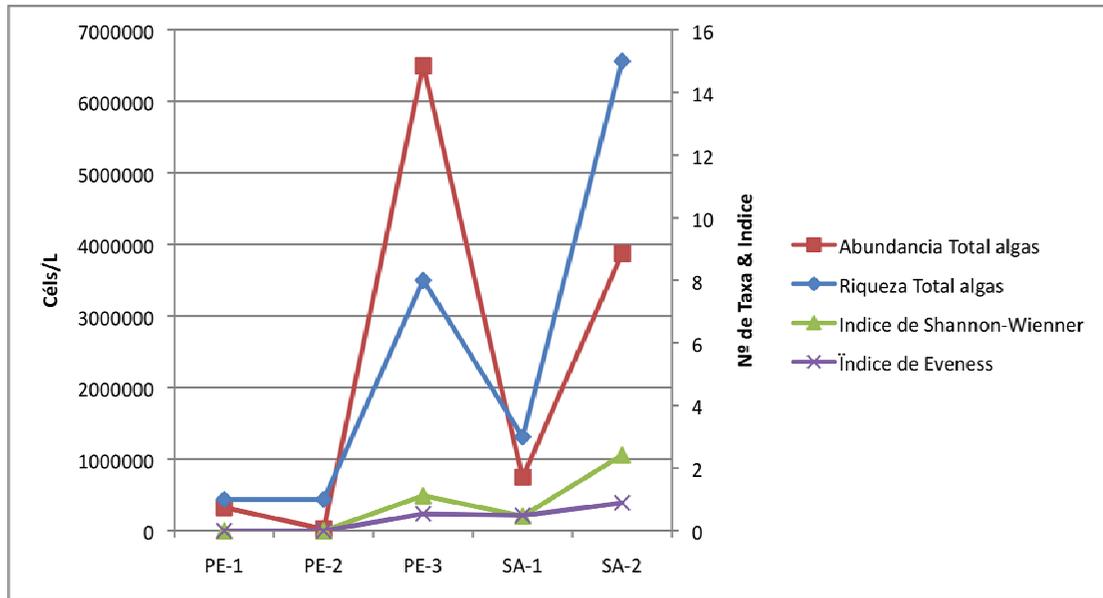
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades de microalgas fitoplanctónicas del Sistema Peine, analizados a través de sus Índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 3.4-45 y en la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII). Respecto de la Diversidad en términos generales, se observó que hubo grandes diferencias entre las estaciones de monitoreo, siendo la estación SA-2, el punto con

más alta diversidad medido a través del Índice de Shannon-Wiener (H: 1,96; Anexo VIII). Sin embargo, cabe destacar que hubo estaciones donde este índice fue igual a cero, puesto que en ellas sólo se determinó un taxa de microalga (PE-1 y PE-2). Con respecto al Índice de Equidad más alto medido en todo el sector, éste también se determinó en la estación SA-2 de la Laguna Salada (W: 0,89; Anexo VIII). Tanto el valor del índice de diversidad como el de Equidad demuestran que las comunidades fitoplanctónicas presentes en la Laguna Salada, parecen encontrar en ella un hábitat adecuado para su desarrollo. Su condición mesohalina parece favorecer el crecimiento de estas comunidades.

TABLA 3.4-20
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL FITOPLANCTON DEL SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA). ABRIL 2009

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	N° Cél/L	% A.R.								
BACYLLARIOPHYCEAE										
<i>Achnantes speciosa</i>					25000	0,4			550000	14,2
<i>Amphora atacamana</i>									175000	4,5
<i>Amphora veneta</i>					25000	0,4				
<i>Craticula buderi</i>					75000	1,2			250000	6,5
<i>Diploneis smithii</i>							25000	3,3	125000	3,2
<i>Mastogloia eliptica</i>									100000	2,6
<i>Navicula Bory</i>									325000	8,4
<i>Rhopalodia constricta</i>			25000	100	3475000	53,5			600000	15,5
<i>Rhopalodia wetzeli</i>									550000	14,2
<i>Stauroneis aff atacamae</i>					50000	0,8			175000	4,5
<i>Surirella chilensis</i>					300000	4,6			25000	0,6
<i>Surirella sella</i>					300000	4,6			500000	12,9
<i>Surirella wetzeli</i>									250000	6,5
CYANOPHYCEAE										
<i>Chroococcus turgidus</i>									75000	1,9
<i>Merismopedia elegans</i>									150000	3,9
<i>Oscillatoria agardhii</i>					2250000	34,6	75000	10,0	25000	0,6
CHLOROPHYCEAE										
<i>Chlorella fusca</i>	325000	100					650000	86,7		
Total Abundancia Cél/L	325000	100	25000	100	6500000	100	750000	100	3875000	100
Riqueza de Taxa	1		1		8		3		15	

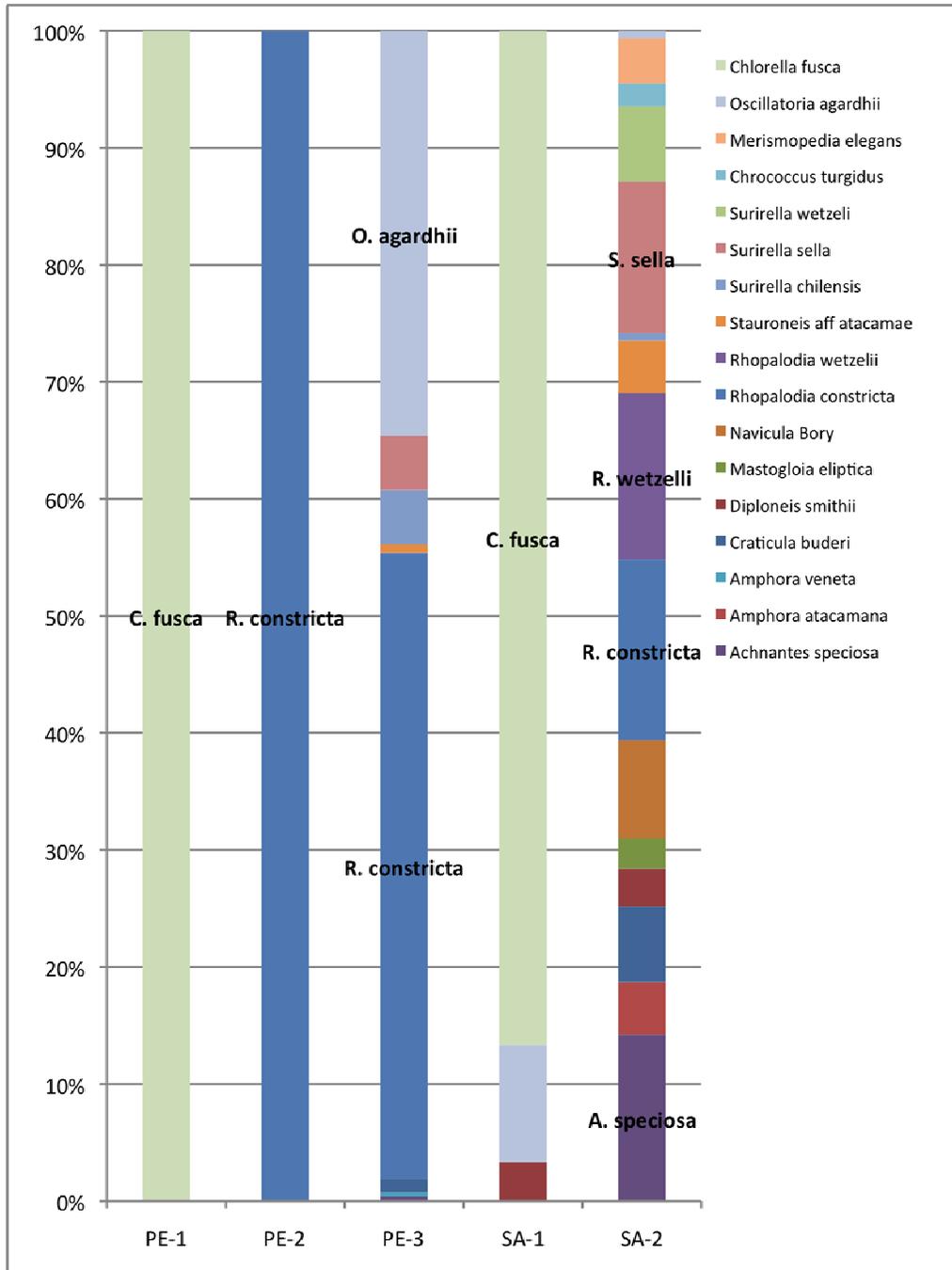
FIGURA 3.4-45
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL FITOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR:
LAGUNAS INTERNA (PE); SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2009.



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-46, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita. En ésta se destacan aquellos taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa. Así, se observa que para la Laguna Interna aquellos taxa que aportaron mayormente a la abundancia total del sistema fueron: *Chlorella fusca* (PE-1), *Rhopalodia constricta* (PE-2; PE-3) y *Oscillatoria agardhii* (PE-3). En cuanto a la Laguna Salada (SA-2), como ya ha sido mencionado previamente, ésta presentó un número mayor de taxa con contribuciones variadas de abundancia relativa. En esta estación, sobresale la contribución de *Surirella sella*, *S. wetzelli*, *Rhopalodia constricta* y *Achnanthes speciosa*. Finalmente, en la estación SA-1, la especie *Chlorella fusca* fue muy dominante.

FIGURA 3.4-46
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE MICROALGAS FITOPLANCTÓNICAS
PEINE. ABRIL 2009.¹³



¹³ Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas > 10%

d. *Análisis de los datos históricos de fitoplancton*

d.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar

La Figura 3.4-47, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Fitoplancton en el Sector Sóncor, Laguna de Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-47, los datos de abundancia del fitoplancton registrados en la presente campaña, fueron ligeramente mayores que los registrados en el período previo. Sin embargo en el contexto histórico, los datos están dentro un rango acotado de variabilidad. Así también lo demuestra el análisis estadístico llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis que no arrojó diferencias significativas de abundancia del fitoplancton entre todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

Respecto de los valores registrados en el año 2009, se aprecia que la mayor parte de éstos se agruparon en el percentil 25%, mientras que un número menor se agrupó en el percentil 75%. El rango de fluctuación de los valores observados fue superior al rango registrado en las campañas 2006, 2007 y 2008 (Figura 3.4-47).

En relación con la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-48, contiene el análisis box-plot de la comparación de datos de este parámetro en el fitoplancton del Sistema Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la campaña 2009, se observa que en esta oportunidad, el valor de la mediana y el rango de valores de la Riqueza del Fitoplancton disminuyeron respecto de las campañas previas. Esta diferencia, podría ser adjudicada a un patrón de variación interanual, puesto que, la Riqueza de taxa osciló en un amplio rango de valores máximos y mínimos, a lo largo de las campañas de monitoreo. El análisis estadístico realizado para la comparación de medianas de la Riqueza de Especies del Fitoplancton en el Sector de Puilar, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo.

d.2 Sector Sóncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto.

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Fitoplancton del Sector Sóncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-49, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, se observa que los valores de la mediana son conservativos respecto de lo observado en las campañas previas (2006 a 2008). Sin embargo, el rango de fluctuación de los valores en el percentil 75% fue mucho mayor en la actual campaña, respecto de los años previos. Esto indicaría que hubo un

aumento de la variabilidad en el sector. Así, en la presente campaña, se registraron los valores discretos más altos de todo el periodo de monitoreo. Dichos valores estuvieron asociados a la estación CH-1 en la Laguna Chaxas, la que, comparativamente con campañas previas, presentó una abundancia y riqueza superior.

El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas de la Abundancia del Fitoplancton entre las diferentes campañas de monitoreo.

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa, en este mismo Sector, la Figura 3.4.50, muestra que los valores de la actual campaña (2009), fueron inferiores a los registrados en las campañas previas. Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron principalmente acumulados en el percentil 75%, además la desviación estándar en este percentil fue más alta que para el percentil 25%. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo VIII), lo que representaría que la disminución de valores en el año 2009, para este parámetro, no fue significativa.

d.3 Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Fitoplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-51, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biotas (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Pese a que el valor de la mediana fue ligeramente más alto a los valores observados en las campañas previas (2006-2008). Asimismo, el rango de fluctuación de los valores (máximo y mínimo) de la campaña 2009, fue más amplio que el registrado en los años previos. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para la Abundancia del Fitoplancton en este Sector, lo que tendría directa relación con los valores registrados en el año 2009.

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Fitoplancton, en el Sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 3.4-52. En esta figura se aprecia que el valor de la mediana y el rango de valores entre el máximo y el mínimo, en la presente campaña, fueron conservativos respecto de los años previos. Sin embargo cabe destacar que la variación más alta se dio en el percentil 25%, debido a las notorias diferencias de este valor entre las campañas monitoreadas. En la campaña del año 2009, la mayoría de los datos de Riqueza de Taxa del Fitoplancton estuvieron asociados al percentil 25%, lo que también ocurrió en las campañas de los años 2006, 2007 y 2008. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo VIII).

d.4 Sector Peine:

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Fitoplancton en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-53, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados muestran que algunos valores de Abundancia del Fitoplancton, registrados en la presente campaña, fueron notoriamente más altos que los de los monitoreos previos. Es decir el valor máximo alcanzado y la dispersión de los datos fue superior. Esta condición se debió particularmente en la estación SA-2, donde la abundancia de las microalgas fitoplanctónicas de la muestra 2009, fue notoriamente más alta que la de los años anteriores. El análisis de comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que entre las campañas hubo diferencias estadísticamente significativas.

El análisis de la varianza (Test de Kruskal-Wallis) realizado a los valores de la Riqueza de Taxa del Fitoplancton en el Sector Peine, no arrojó diferencias significativas entre las campañas de monitoreo (Anexo VIII). Lo último estaría asociado a la notoria fluctuación de este parámetro entre las campañas analizadas a la fecha. Respecto del valor obtenido en la presente campaña, se aprecia que la mediana fue más baja que las campañas previas, mientras que el rango de fluctuación de valores (máximo y mínimo), fue mayor a la campaña 2008, pero comparable con lo obtenido el año 2007.

FIGURA 3.4-47
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON SECTOR PUILAR.

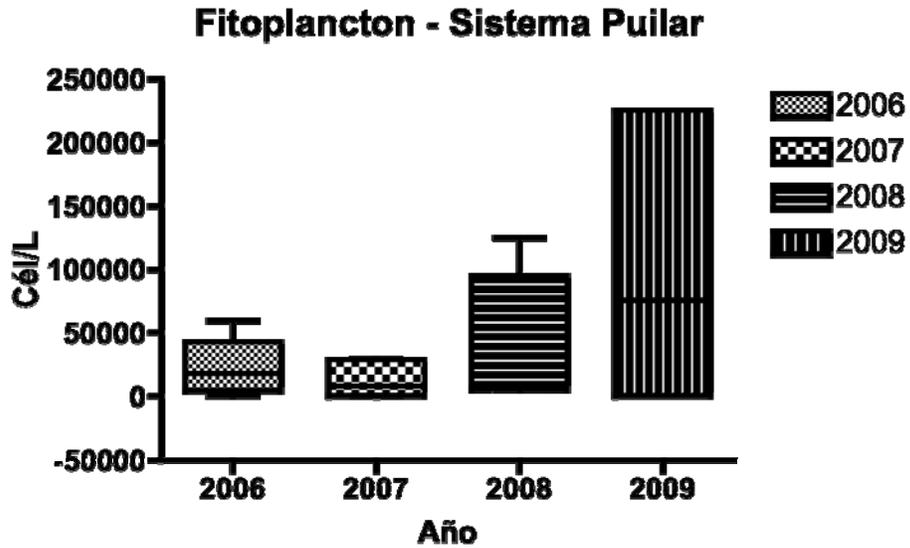


FIGURA 3.4-48
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON SECTOR PUILAR.

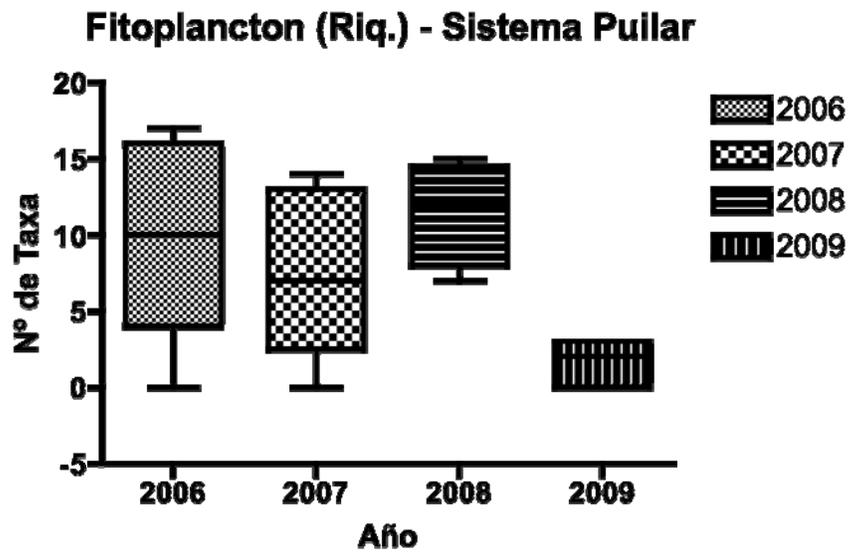


FIGURA 3.4-49
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON
SECTOR SÓNCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO).

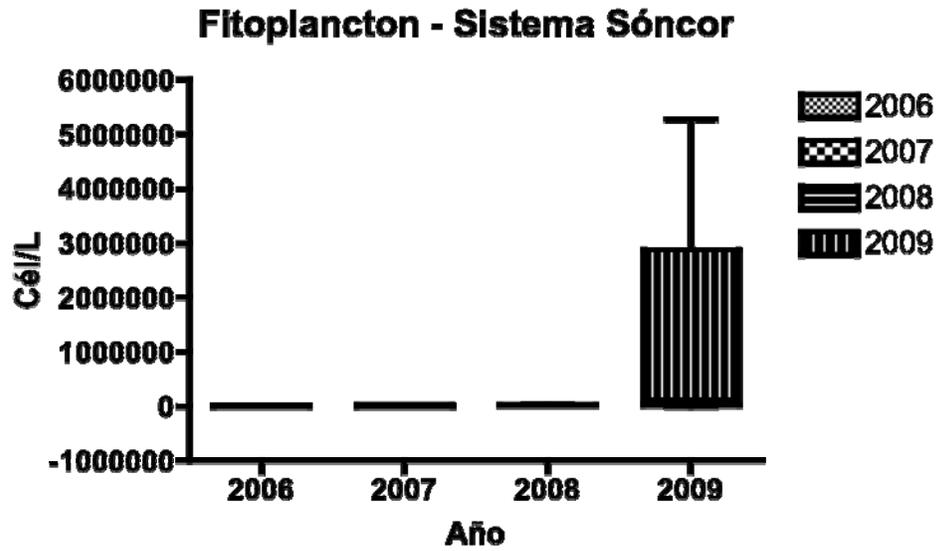


FIGURA 3.4-50
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON
SECTOR SÓNCOR (LAGUNAS BARROS NEGROS (BN), CHAXAS (CH-1) Y BURRO MUERTO (BM-1)).

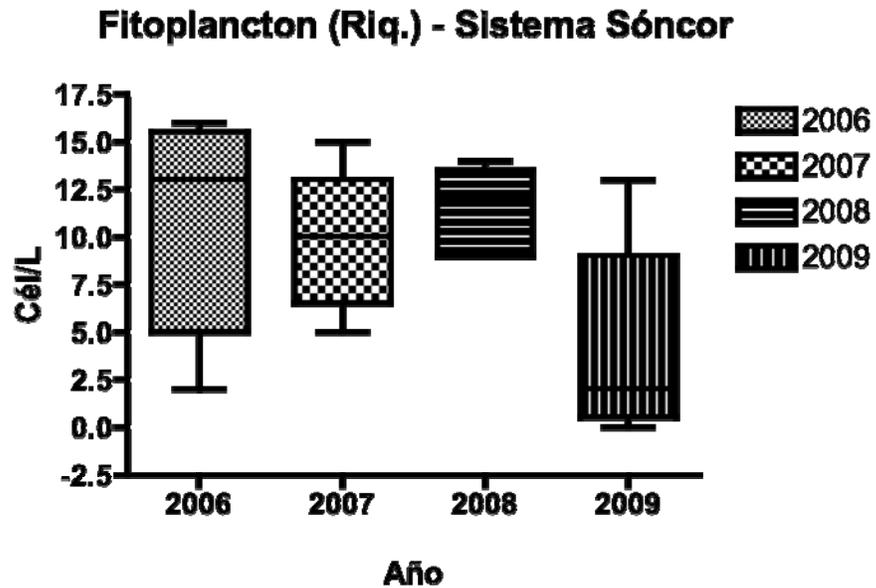


FIGURA 3.4-51
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON
SECTOR AGUAS DE QUELANA

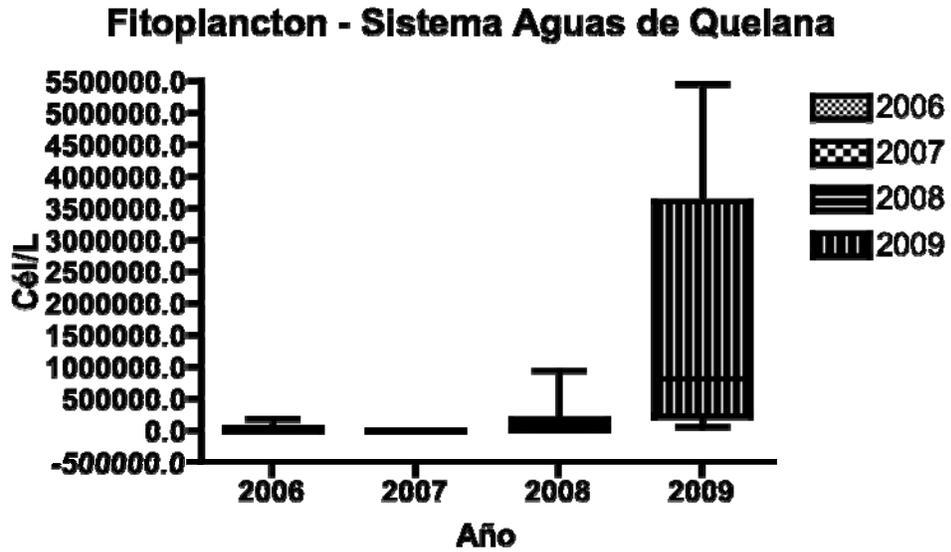


FIGURA 3.4-52
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON
SECTOR AGUAS DE QUELANA

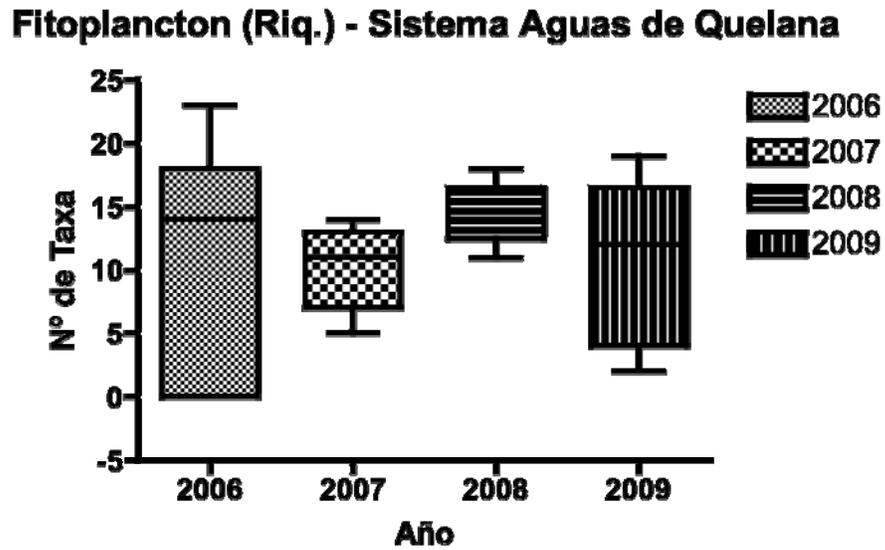


FIGURA 3.4-53
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA, SALADITA Y SALADA)

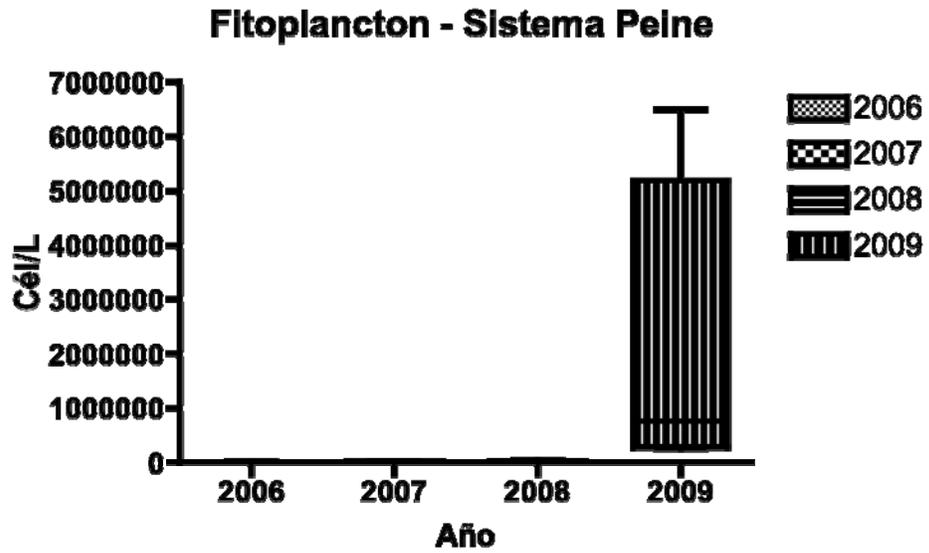
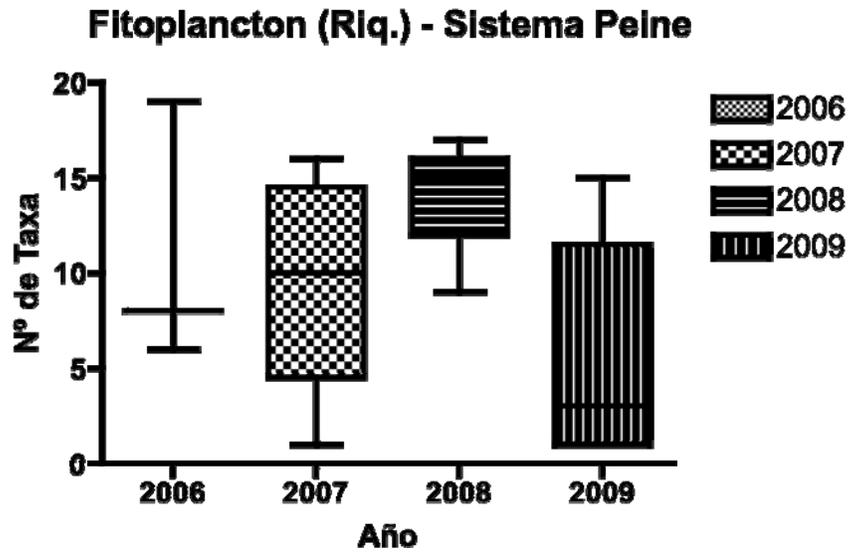


FIGURA 3.4-54
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DEL FITOPLANCTON
SECTOR PEINE (LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2))



e. Zoobentos

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-55 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable zoobentos en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puillar, Sóncor; Aguas de Quelana y Peine).

Respecto de la Abundancia Total de organismos zoobentónicos, los valores fueron bastante conservados para las estaciones de los sistemas Puillar; Sóncor y Peine, mientras que se observó un valor promedio menor para las estaciones del Sector Aguas de Quelana. En relación con la Riqueza de Taxa, el valor más alto se presentó en el sector de Sóncor, mientras que el número menor de taxa se presentó entre las estaciones del sector Peine. Respecto de los Índice de Shannon-Wiener y Eveness, los valores entre los sectores analizados fueron bastante parecidos. Los rangos de valores para las variables analizadas en los distintos sectores fueron, para la Abundancia Total 905,2 y 1012,8 Ind/m²; para la Riqueza de Taxa 3 y 5 taxa; para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, entre 0,53 y 0,7 y, para el Índice de Equidad de Eveness entre 0,69 y 0,82.

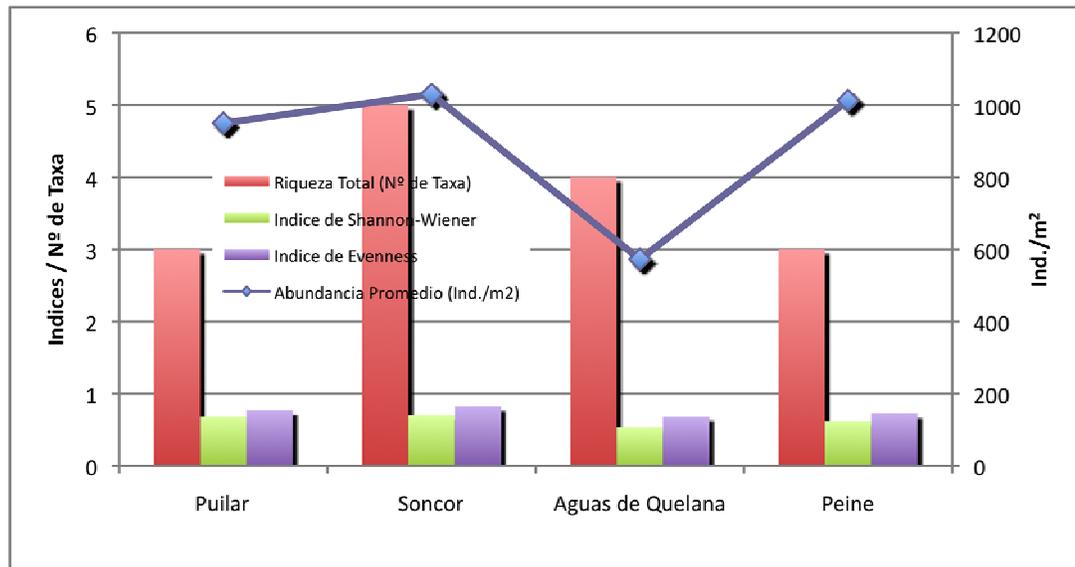
En el caso de las comunidades del Zoobentos, la variación observada en cada sector tendría directa relación con las características de los hábitats. Uno de los aspectos más importantes para su distribución y abundancia tiene relación con el oxígeno disponible. Así, en algunas estaciones de monitoreo, donde se registró la presencia de microorganismos sulfato reductores (Tapetes microbianos con presencia de una capa púrpura, color característico de *Chromatium vinosum*, presente en este ambiente) y el consiguiente desplazamiento del oxígeno, la abundancia del zoobentos estuvo notoriamente disminuida: Laguna Barros Negros; Estaciones del Canal de Puillar (PU-3 y PU-4) y la estación PE-3 en el Sistema Puillar.

En relación con la Riqueza de Taxa, la Figura 3.4-55, muestra que los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Sóncor. Particularmente, la estación BN-3, localizada en la Laguna de Barros Negros, mostró la riqueza más alta con 4 taxa diferentes de organismos zoobentónicos. Cabe destacar sin embargo, que la abundancia asociada a cada uno de estos taxa, fue baja. Por otra parte, hubo estaciones de monitoreo, en las que no se registraron taxa, como en el caso de la estación Q-9 del Sector Aguas de Quelana. Este punto se caracterizó por estar poco inundado, sin que se encontrara un espejo de agua homogéneo, sino constituido por pequeños charcos de agua. Esta condición habría afectado a gran parte de las comunidades del bentos, pero particularmente el zoobentos, puesto que dichos organismos son dependientes del oxígeno disuelto en el agua.

Para las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes, en sectores específicos. Es así como en el Sector Puillar los organismos dominantes fueron gastrópodos del género *Physa sp*; los que dicho sea, solo estuvieron presentes en la estación PU-1 de este sistema y ausente en el resto de estaciones de monitoreo de todos los sectores analizados en el Salar de Atacama. Sin embargo, el grupo más importante respecto de su aporte a la abundancia total de los sistemas fue el de los **Harpacticoideos**, los que fueron dominantes en todos los demás sectores analizados en el Salar de Atacama.

Respecto de los índices de biodiversidad, la Figura 3.4-55, representa el comportamiento del Índice de Shannon-Wiener (H) y el Índice de Evenness (W). En relación con el comportamiento general de ambas variables, se aprecia que hubo bastante homogeneidad entre los sectores monitoreados y entre las estaciones de cada sector. Sin embargo, cabe destacar algunos datos como el bajo valor del Índice de Shannon-Wiener ($H = 0,15$) en la estación Q-3 del Sector Aguas de Quelana y el alto valor en la estación BN-3 ($H = 1,34$).

FIGURA 3.4-55
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



e.1 Sector Sóncor: Laguna Puillar

Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 3 taxa de representantes del zoobentos entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del Zoobentos se registró en la estación PU-1, en esta misma estación se registró, la abundancia poblacional máxima (2.713 ind./m²). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a individuos del grupo de los Ostrácodos y de los Harpacticoides.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-21, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sistema Puillar. Además, la Figura 3.4-56 A, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 1 taxa en las estaciones PU-4 y PU-5

y 3 taxa en la estación PU-1. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-21, se muestran los valores de Abundancia Total del Zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Puillar. Además, la Figura 3.4-56 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, estos se presentaron en las estaciones PU-1 el máximo y PU-4 el mínimo, con valores de 2.713 Ind./m² y 101 Ind./m², respectivamente. En el caso de la estación PU-1, el elevado valor de abundancia del zoobentos fue debido en un 70% a la presencia de individuos del taxa *Physa sp.* Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 950,2 +/- 1.023,2 Ind./m² (Anexo VIII).

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

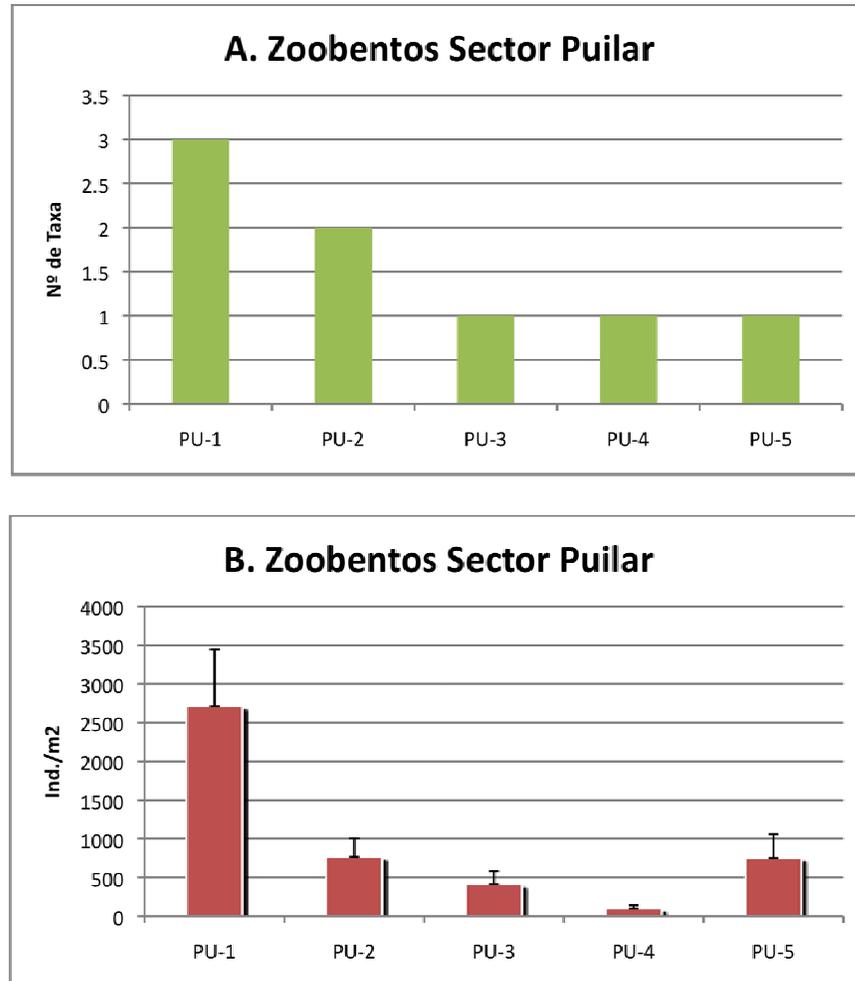
Respecto de la Diversidad de las Poblaciones Fitobentónicas del Sistema Puillar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,54 (Estación PU-2) y 0,82 (Estación PU-1), correspondiente a los sectores de la vertiente del Sistema Puillar y el canal del Sistema Puillar, respectivamente. En lo referente a la baja diversidad en el sector de la vertiente, una explicación a este valor podría tener relación con el predominio en dicho punto de un solo tipo de taxa correspondiente a *Physa sp.* Sin embargo, cabe destacar que pese al bajo valor de H, esta estación presentó la mayor Riqueza del Sector. Por otra parte, las características del sustrato en el sector de la vertiente, parecen poco aptas para el desarrollo del resto de invertebrados bentónicos. Así, en dicha estación la granulometría está representada por arena y gravas, con un muy bajo porcentaje de materia orgánica en la superficie del sedimento.

En cuanto a los Indices de Equidad, éstos fluctuaron en un estrecho rango de 0,75 y 0,79, indicando que la presencia de individuos representativos de cada taxa fue semejante entre sus estaciones monitoreadas.

**TABLA 3.4-22
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOBENTOS
EN EL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009**

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Harpacticioidea	376,8	13,9	587,8	76,5	414,5	100				
Ostracoda	452,1	16,7	180,9	23,5			101	100	753,6	100
<i>Physa sp.</i>	1883,9	69,4								
Abundancia Total	2712,9	100,0	768,7	100,0	414,5	100	101	100	753,6	100
Riqueza de Taxa	3,0		2,0		1,0		1,0		1,0	

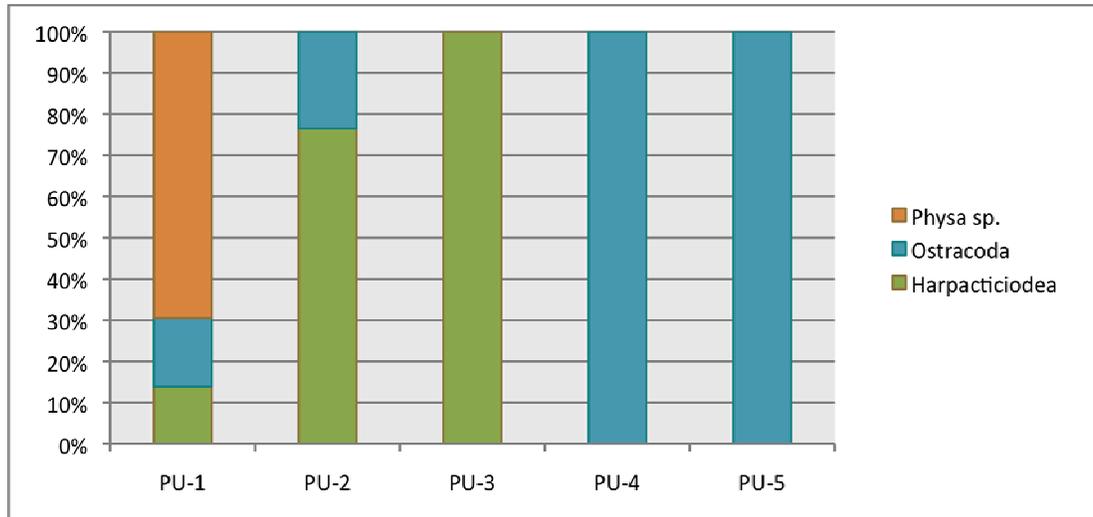
FIGURA 3.4-56
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-57, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de los representantes del zoobentos en las estaciones del Sistema Puillar. En la Figura se observa que la estación PU-1 fue la que tuvo contribución de mayor número de taxa al 100% de la Abundancia. Las demás estaciones del sector se caracterizaron por presentar bajo número de taxa y en algunos casos el 100% de la abundancia fue representado por un solo taxa. Es el caso de las estaciones PU-3; PU-4 y PU-5. Respecto de la contribución más importante, ésta fue del grupo de los **Ostrácodos**, cuyas abundancias relativas, fueron altas en la mayoría de las estaciones de monitoreo, seguido de los **Harpacticoideos**.

FIGURA 3.4-57
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOBENTOS. SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



e.2 Sector Sóncor: Sóncor (Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto)

Diversidad General del Área de Estudio

El número de Taxa determinado en todo el sector fue de 5. El número mayor de taxa del Zoobentos se registró en la estación BN-3 con 4 taxa diferentes representados en este punto (Anexo VIII). Mientras que, en el resto de estaciones, se determinó un número máximo de 2 taxa. Los taxa representados en este Sector correspondieron a Larvas de Chironomidae; Larvas de Dolichopodidae, Harpacticoideos; *Haylella* sp. y Ostrácodos. Los más abundantes en el contexto general fueron los Harpacticoideos, aunque los más frecuentes fueron individuos pertenecientes al grupo de los Ostrácodos.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-23, se muestran los valores de riqueza de los organismos zoobentónicos de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, representado por sus Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. En esta misma Tabla se muestran los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 3.4-57 A, resume el comportamiento de esta variable en las estaciones de monitoreo del Sector. Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación BN-3 (Laguna Chaxas), con un total de 4 taxa representados (Figura 3.4-57 A). El resto de estaciones presentó un número igual a 2 taxa por estación. Respecto del valor promedio de la Riqueza de Taxa este fue de 2,4 +/- 0,9 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3.4-23, se presentan los valores de Abundancia Total del Zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, para sus diferentes lagunas (L. Barros Negros; L. Chaxas y L. Burro Muerto). Asimismo, la Figura 3.4-57 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Como se puede apreciar el valor más bajo para este parámetro se determinó en la estación BN-3. Esto último pese a que, en la misma estación, el valor de Riqueza de Taxa fue el más alto del Sector. Por otra parte, el valor más alto de abundancia correspondió a la estación BM-1. El rango de fluctuación de esta variable para los sistemas señalados fue de 0 – 2.110 Ind./m². El valor máximo correspondió al grupo de los **Harpacticoides** en la estación BM-1 (Laguna de Burro Muerto) (Tabla 3.4-23). Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 1.029,8 +/- 1.028,6 Ind./m² (Anexo VIII).

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

En relación con la Diversidad de la Comunidad del Zoobentos, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biotas (Anexo VIII), muestra que este valor fluctuó entre 0,42 (Estación BN-1) y 1,34 (Estación BN-3). En relación con el valor de H, la estación BN-3, presentó el valor máximo para el sector, el que también correspondió al más alto entre todos los Sectores monitoreados en el Salar de Atacama (Puillar, Sóncor, Aguas de Quelana y Peine). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) más alto medido en el sector, correspondió a la estación de monitoreo BN-3 (W: 0,97). Así, esta estación de monitoreo, no sólo presentó la diversidad más alta sino el reparto más equitativo de la abundancia por taxa determinado.

TABLA 3.4-23
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOBENTOS DEL SECTOR SONCOR

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./m ²	%								
Larvas de Chironomidae	56,5	15,0			18,8	18,8				
Larvas de Dolichopodidae					37,7	37,6				
Harpacticioidea			565,2	75,0			452,1	37,5	2110,0	77,8
<i>Hyalella</i> sp					18,8	18,8				
Ostracoda	319,5	85,0	188,4	25,0	24,9	24,8	753,6	62,5	602,9	22,2
Totales (Ind./m²)	376,0	100,0	753,6	100,0	100,2	100,0	1205,7	100,0	2712,9	100,0
Riqueza	2,0		2,0		4,0		2,0		2,0	

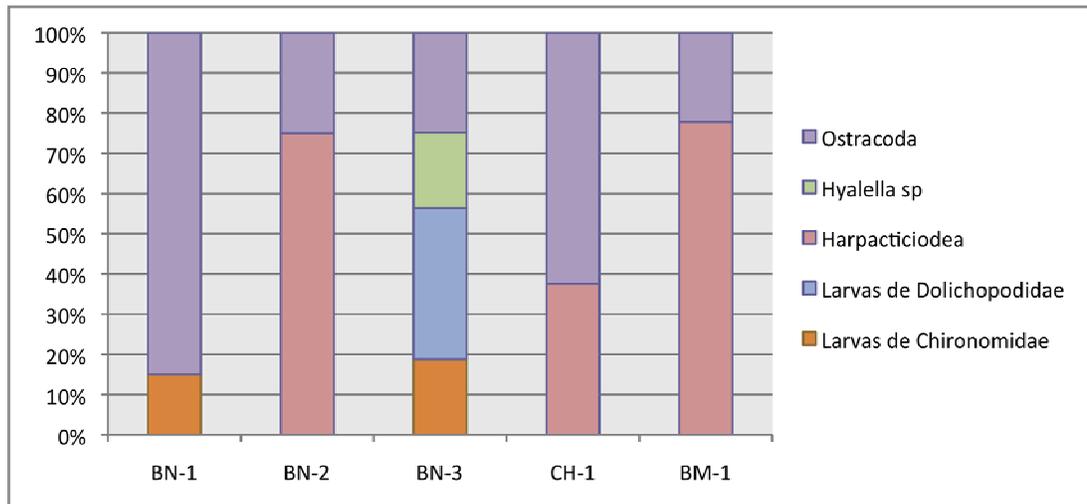
FIGURA 3.4-57
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR: LAGUNAS
BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-58, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zoobentos en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto. En ésta se destaca que el taxa más importante fue el correspondiente a **Ostracoda**, con un alto porcentaje de Abundancia Relativa en cada estación. En segundo lugar está el grupo de los Harpacticoideos, los cuales, también contribuyeron notablemente a la abundancia total de especies en las estaciones de monitoreo del Sector. En la gráfica también se destaca el hecho que, en la estación BN-3, correspondiente a la laguna de Barros negros, la contribución de los taxa registrados a la abundancia total del punto de monitoreo, fue más equitativa que en el resto de estaciones. Esto explicaría también un valor mayor del Índice de Diversidad (H) determinado en dicha estación de monitoreo.

FIGURA 3.4-58
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOBENTOS. SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2009.



e.3 Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la Riqueza máxima del Sector, se determinó un total de 4 taxa de organismos zoobentónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del zoobentos se registró en las estaciones Q-4 y Q-8, mientras que el valor más bajo correspondiente a cero taxa se determinó en la estación Q-9. La abundancia más alta de organismos, medida como Ind./m², correspondió a la registrada en la estación Q-2. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a los Harpacticoideos.

Riqueza Taxonómica (N° de Taxa)

En la Tabla 3.4-24, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-59 A, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Lo que se puede extraer de la Figura es que los valores más altos de Riqueza se determinaron en las estaciones Q-4 y Q-8, mientras que en la estación Q-9, no se registraron taxa correspondientes a este grupo de organismos del bentos. Como ha sido mencionado en el análisis general, la ausencia de organismos zoobentónicos en el punto Q-9 pudo tener directa relación con las características del hábitat, caracterizado por falta de inundación continua (presencia de charcos) de este sistema lagunar, que en períodos de monitoreo previos mantenían una capa de agua permanente, situación habitual a este sistema, en el cual los cuerpos lacustres no se encuentran bien definidos. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de $1,9 \pm 0,88$ taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-24, se muestran los valores de abundancia total del Zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-59 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Se puede apreciar que los valores más altos de abundancia se determinaron en las estaciones Q-3 y Q-4, mientras que el valor mínimo lo arrojó la estación Q-9 con cero abundancia de estos organismos. En cuanto a los valores extremos de esta variable, estos fluctuaron entre cero 0 y 1696 Ind./m² (Anexo VIII). Respecto del valor promedio para todo el sector fue de $572,6 \pm 645,4$ Ind./m² (Anexo VIII), lo que indicaría que en este Sector se presentaron los valores más bajos de la campaña considerando el restos de sitios muestreados en el Salar de Atacama.

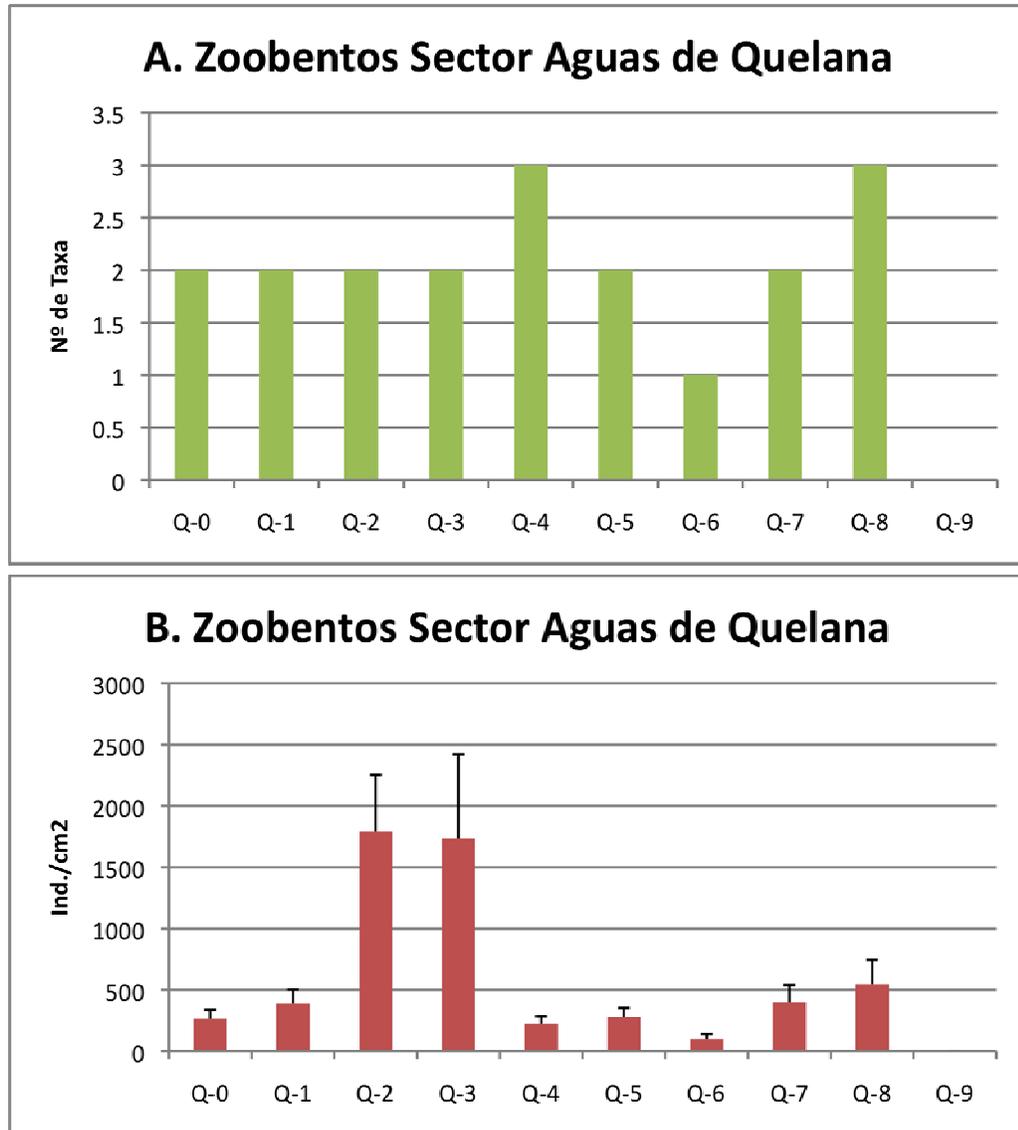
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad del Zoobentos del Sistema Puillar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,31 (Estación Q-7) y 0,84 (Estación Q-4). Sin embargo, cabe destacar el hecho que hubo estaciones en los que no se pudo determinar el valor de H, porque no se registraron especies o porque el número de estas fue igual a 1 (estaciones Q-9 y Q-7, respectivamente). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un amplio rango de 0,33 y 0,99. Este último valor se registró en la estación Q-2 y a pesar de lo elevado de la Equidad, cabe destacar que en este punto sólo se registraron 2 taxa.

TABLA 3.4-24
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOBENTOS
DEL SECTOR AGUAS DE QUELANA

Taxa	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Larvas de Chironomidae					828,9	46,3	37,7	2,2	50,5	22,3					37,7	9	12,8	2,3		
Harpacticioidea	175,6	67	276,6	71	961,6	53,7	1696	97,8	24,9	11,0	154,5	55,1					495,9	91		
Hyaella sp	88,2	33															37,7	6,9		
Ostracoda			113,0	29					150,7	66,7	125,8	44,9	100,2	100,0	358,0	91				
Totales (Ind/m ²)	263,8	100	389,6	100	1791	100	1733	100	226,1	100	280,3	100	100,2	100	395,6	100	546,3	100	0,0	100
Riqueza	2,0	0,8	2,0		2,0		2,0		3,0		2,0		1,0		2,0		3,0		0,0	

FIGURA 3.4-59
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR AGUAS DE QUELANA
ABRIL 2009.

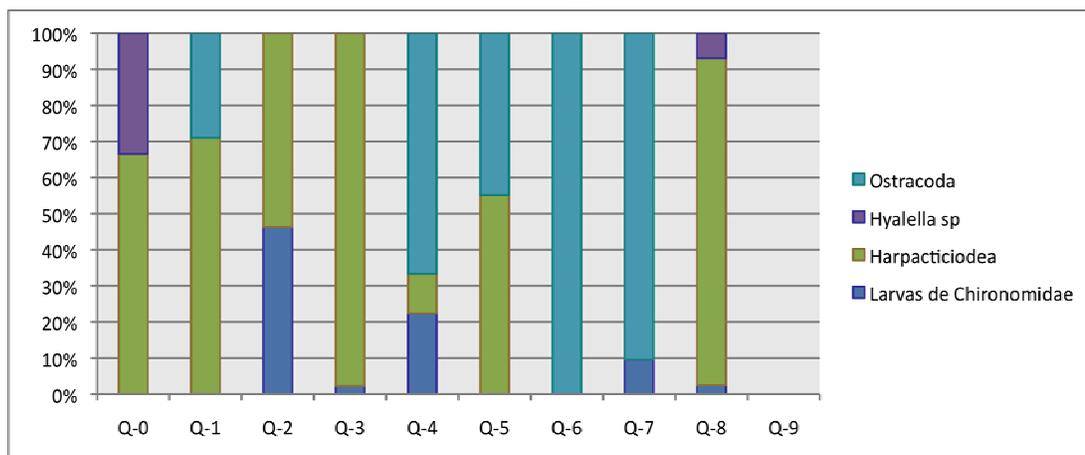


Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-60, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zoobentos en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. Como se aprecia en dicha figura en todas las estaciones de monitoreo, existió al menos, un taxa dominante, representativo de más del 50% de la abundancia. Sólo en la estación Q-4 y Q-8, la abundancia relativas fueron aportadas por más de dos taxa. Particularmente en la estación Q-4, el reparto de la contribución por taxa a la abundancia total, fue más equitativa. El taxa cuyo porcentaje de abundancia

relativa fue más importante en el contexto global correspondió al grupo de los Harpacticóideos, seguido del grupo de los Ostrácodos.

FIGURA 3.4-60
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOBENTOS. SECTOR AGUAS DE QUELANA.
ABRIL 2009.



e.4 Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la Riqueza máxima del Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, se determinó un total de 3 taxa de organismos zoobentónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del zoobentos se registró en la estación SA-2, correspondiente al punto localizado en la Laguna Salada. Por otra parte, el valor más bajo de Riqueza, igual a cero taxa, se determinó en la estación PE-3, estación de monitoreo localizada en la Laguna Interna. La abundancia más alta de organismos, medida como Ind./m², se registró en la estación SA-1 (Laguna Saladita). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a los Harpacticóideos.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-25, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Junto con esto, la Figura 3.4-61 A, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zoobentos en todo el sector monitoreado. En la Figura se observa que, la Riqueza máxima, correspondiente a 3 taxa por estación se presentó en la estación SA-2, mientras que en la estación de monitoreo PE-3, no se registraron taxa correspondientes a este grupo de organismos bentónicos. Respecto de lo anterior, la presencia en esta estación de "tapetes microbianos", correspondientes a un conjunto de microorganismos que producen entre otros CH₄ y H₂S, generando sedimentos muy reducidos y un ambiente poco favorable (tóxico y sin oxígeno) el desarrollo del zoobentos, podría explicar la ausencia de organismos zoobentónicos en este punto.

El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 1,6 +/- 1,1 taxa por estación. El elevado valor de la desviación estandar, da cuenta de una alta variabilidad en el sector (Figura 3.4-61 A).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-25, se muestran los valores de Abundancia Total de de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Además, la Figura 3.4-61 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Como se aprecia en dicha Figura, los valores más altos de Abundancia del Zoobentos se presentaron en la Estación SA-1, correspondiente a la Laguna Salada, con un valor de Abundancia Total de 2449 Ind./m². a comunidad del Zoobentos, en esta estación estuvo principalmente representada por el grupo de los Harpacticoideos. El valor más bajo para este parámetro correspondió a cero individuos en la estación PE-3. Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 1.012,8 +/- 950,6 Ind./m² (Anexo VIII).

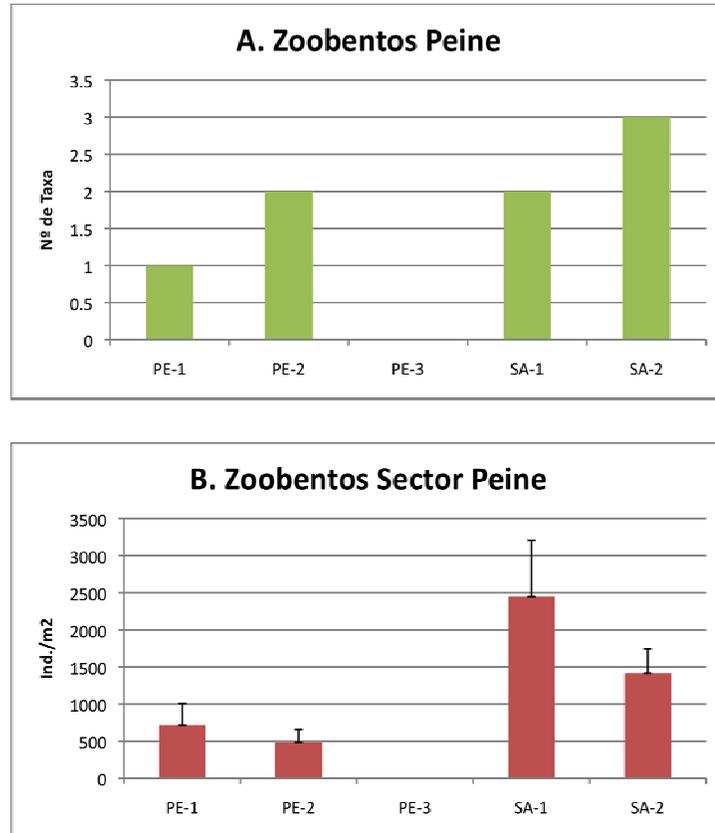
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de la comunidad del Zoobentos del Sistema Puillar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió ampliamente entre 0,37 y 0,95, en las estaciones PE-2 y SA-2, respectivamente. Sin embargo cabe destacar el hecho que, hubo estaciones en los que no se pudo determinar el valor de H, porque no se registraron taxa o porque su número fue igual a 1 (estaciones PE-3 y PE-1, respectivamente). En cuanto a los Indices de Equidad (Anexo VIII), éstos fluctuaron en un rango de 0,53 (Estación PE-1) y 0,86 (Estación SA-2). Al igual que lo acontecido con el Indice de Diversidad de Shannon-Wiener, cabe hacer mención a que en algunas estaciones de monitoreo, no fue posible calcular el valor de W, puesto que el número de taxa fue igual a cero o a uno (Estaciones PE-3 y PE-1, respectivamente). En relación con la Estación SA-2, presentó un comportamiento más equitativo respecto de la contribución de los diferentes taxa a la Abundancia Total del Sector.

**TABLA 3.4-25
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOBENTOS DEL SECTOR PEINE:
LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2).**

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Harpacticoidea	716	100	428	88			1884	77	848	60
<i>Hyalella</i> sp									283	20
Ostracoda			58	12			565	23	283	20
<i>Physa</i> sp.										
Totales (Ind/m²)	716	100	486	100	0	0	2449	100	1413	100
Riqueza	1		2		0		2		3	

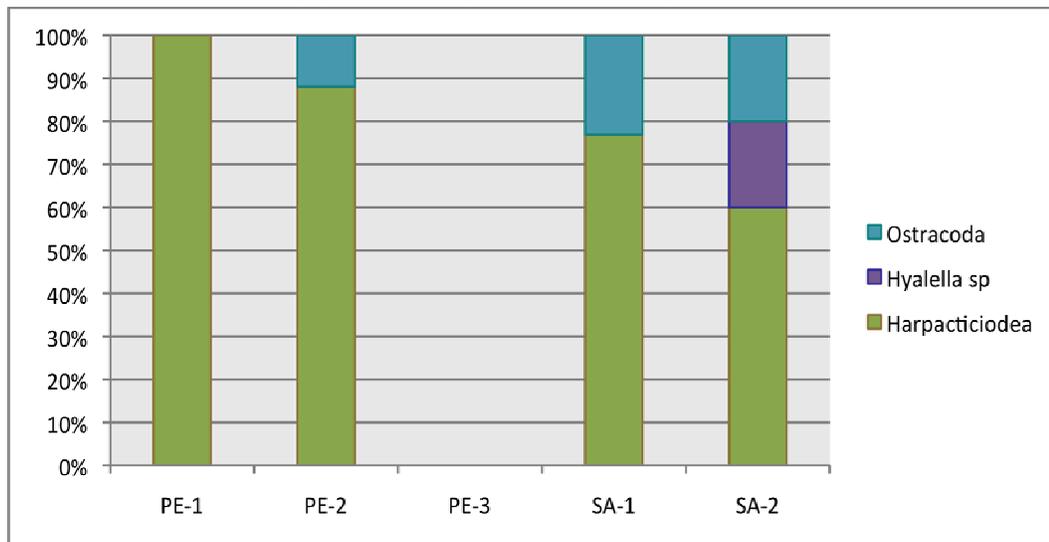
FIGURA 3.4-61
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE:
LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2009.



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-62, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de Zoobentos en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita. En la Figura se aprecia claramente, que la contribución más importante a la abundancia relativa, correspondió a la del grupo de los Harpacticoídeos, mientras que los otros taxa representados en el sector, tuvieron una importancia marginal (*Hyalella* sp y Ostracoda). Cabe destacar que en caso de los Harpacticoídeos, hubo algunas estaciones donde su contribución en Abundancia Relativa fue del 100% (Estación PE-1) o cercano a éste valor (88% y 77%, en las estaciones PE-2 y SA-1). Sólo en la estación SA-2, se apreció que la contribución por taxa a la abundancia total, fue más equitativa. Cabe hacer mención a la presencia del taxa *Hyalella* sp, muy escaso en el contexto general de las estaciones monitoreadas en el Salar. Su limitada presencia podría ser explicada por el establecimiento de factores ambientales particulares para el desarrollo de la especie, tales como: un aumento de la temperatura del agua por sobre los 30°C, junto con una disminución de la salinidad por debajo de 0,5 M de NaCl (31,7 g/l).

FIGURA 3.4-62
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOBENTOS. SECTOR PEINE: LAGUNAS
INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2009.



f. *Análisis de los datos históricos de zoobentos*

f.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar

La Figura 3.4-63, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Zoobentos en el Sector Sóncor, Laguna de Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-63, los datos de abundancia del Zoobentos registrados en la presente campaña, fueron notoriamente menores que los registrados en los períodos previos. Junto con esto el rango de valores para este parámetro, fue muy estrecho comparativamente con lo registrado en las campañas anteriores. En relación con lo obtenido a través del análisis estadístico Kruskal-Wallis, se pudo determinar que hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia del Zoobentos entre todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

Respecto de la Riqueza de Taxa, la mediana de los valores registrados en el año 2009 fue, al igual que lo observado con los valores de abundancia, más baja que la de años previos (Figura 3.4-64). Asimismo, el rango de fluctuación de los datos de la campaña actual, fue inferior al registrado en las campañas previas. En relación con el conjunto de datos éstos se agruparon mayoritariamente en el percentil 75%.

Para los valores de Riqueza de Taxa, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales

más significativas. Aquí se observa que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los años monitoreados (Anexo VIII). El factor con más peso y que acentuó esta diferencia, tuvo relación con la disminución en el número de taxa determinados en el año 2009 y particularmente, influyó la no presencia de Taxa del zoobentos en algunas de estas estaciones (PU-3).

f.2 Sector Sóncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto.

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Zoobentos del Sector Sóncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-65, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, se aprecia que los valores de la mediana fueron más bajos respecto de lo observado en las campañas previas (2006 a 2008). Por otra parte, el rango de fluctuación de los valores fue mucho menor en la actual campaña. Lo anterior indica, que hubo una mayor homogeneidad de la variable entre las estaciones de monitoreo analizadas, en la campaña 2009, que en las previas. Pese a las diferencias observadas, el análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas de la Abundancia del Zoobentos entre las diferentes campañas de monitoreo. De acuerdo con lo observado sería una característica del Sistema presentar una fluctuación acotada de los valores de abundancia del zoobentos, con excepción de lo observado en el año 2008, se se presentó una dispersión mayor (Figura 3.4-65).

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa, en este mismo Sector, la Figura 3.4.66, muestra que los valores de la actual campaña (2009), fueron isemejantes a los registrados en las campañas anteriores (2006-2008), reflejando una baja la fluctuación interanual del valor central. En el presente año, los datos para este parámetro, se mostraron principalmente acumulados en el percentil 75%. En relación con la desviación estándar de ambos percentiles, los valores acumulados en el percentil 75%, mostraron una mayor dispersión. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo VIII).

f.3 Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Zoobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-67, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Se destaca de la Figura 3.4-67, el hecho que el valor mediana fue más bajo respecto de los años 2006 al 2008. Por otra parte, el rango de fluctuación de los valores (máximo y mínimo) de la campaña 2009, fue mucho más estrecho que en las campañas previas al 2009. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias

estadísticamente significativas para la Abundancia del Fitoplancton en este Sector, lo que tendría relación con la disminución de valores registrada en la campaña del año 2009.

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Zoobentos en el Sector Aguas de Quelana, muestra un interesante comportamiento (Figura 3.4-68), caracterizado por una caída sostenida en el tiempo, de los valores de la mediana, desde el año 2004 a la fecha. Así, en esta figura se aprecia que el valor de la mediana del año 2009 fue inferior a la del 2008, mientras que el sucedió lo mismo con el rango de valores (máximo-mínimo). En la campaña 2009, los datos de Riqueza de Taxa del Zoobentos estuvieron mayormente asociados al percentil 25%, lo que comparado con los años previos, fue variable. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo VIII).

f.4 Sector Peine:

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Zoobentos en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-69, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados muestran que algunos valores de Abundancia de organismos pertenecientes al zoobentos, registrados en la presente campaña, fueron notoriamente más bajos que los del monitoreo 2008. Sin embargo, este mismo valor de mediana (2009), fue comparativo con el valor de los monitoreos previos anteriores al 2008. De hecho, a gráfica de la Figura 3.4-69 muestra que la mayor dispersión de datos correspondió a la observada en la campaña del 2008. Respecto del rango de valores para este parámetro, se aprecia que la variación intrasectorial de la abundancia del zoobentos en la actual campaña fue muy estrecha (Lo mismo aconteció con esta variable para otros Sectores). Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos.

El análisis comparativo de la Riqueza de Taxa del Zoobentos en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo (Anexo VIII). Asimismo, en la Figura 3.4-70, se observa que los valores de la mediana para la abundancia del zoobentos, en este Sector del Salar fueron mayores que las de los años previos al 2009. La gráfica, sin embargo muestra una gran variación del valor central a lo largo de las campañas de monitoreo. Respecto del rango de fluctuación de datos, en la presente campaña se aprecia un rango de fluctuación comparable a la del año 2008, y algo más amplio que los rangos del 2006 y del 2007.

FIGURA 3.4-63
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOBENTOS SECTOR PUILAR.

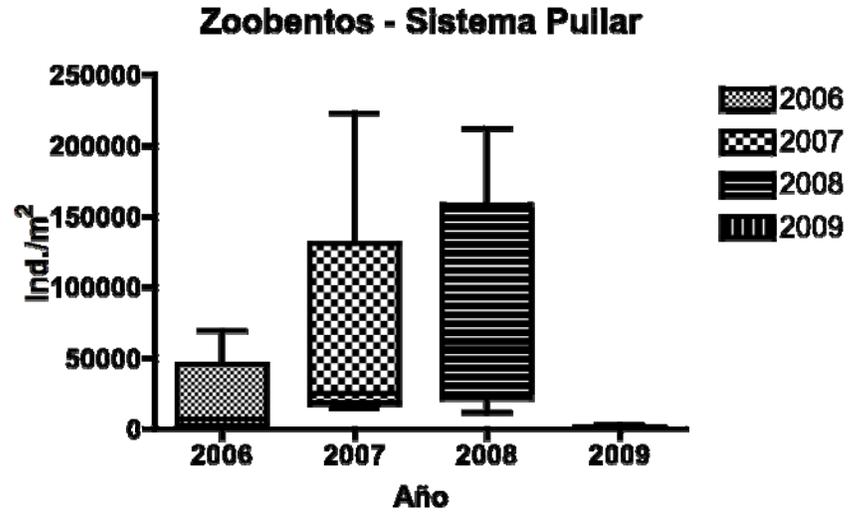


FIGURA 3.4-64
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOBENTOS SECTOR PUILAR.

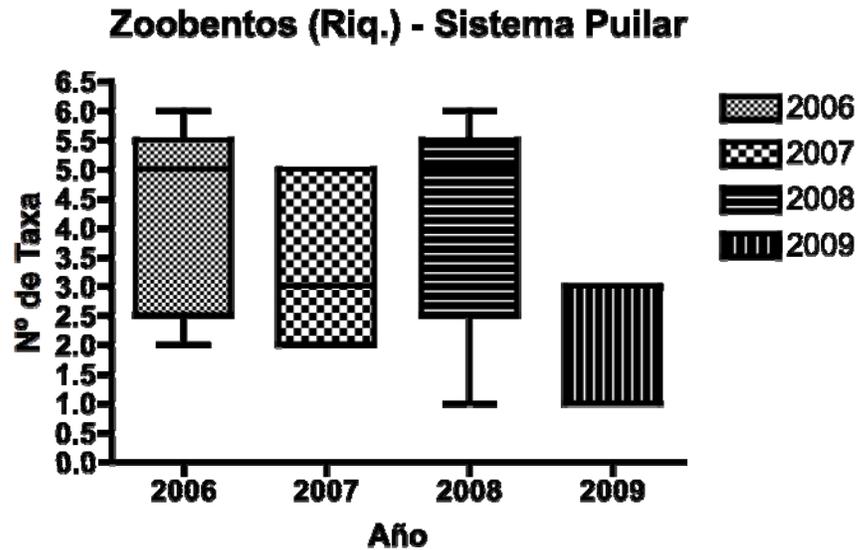


FIGURA 3.4-65
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOBENTOS
SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO.

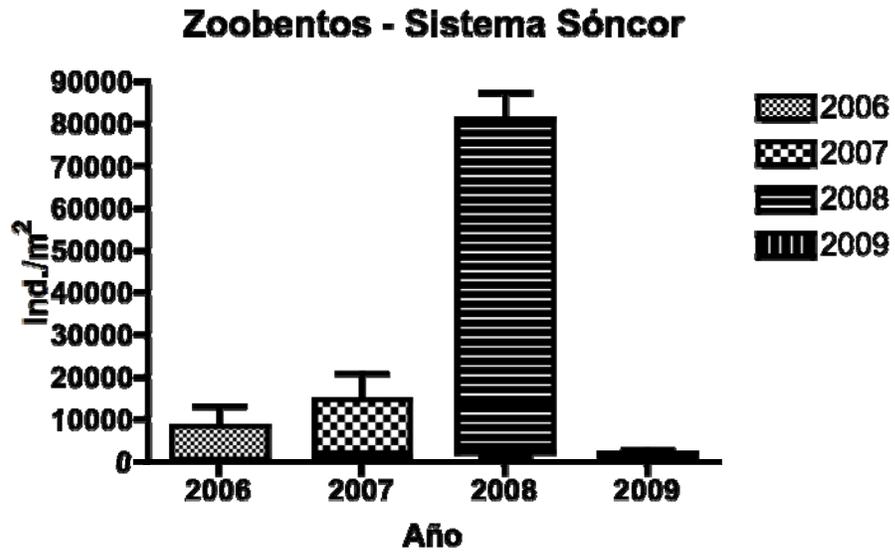


FIGURA 3.4-66
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOBENTOS
SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO.

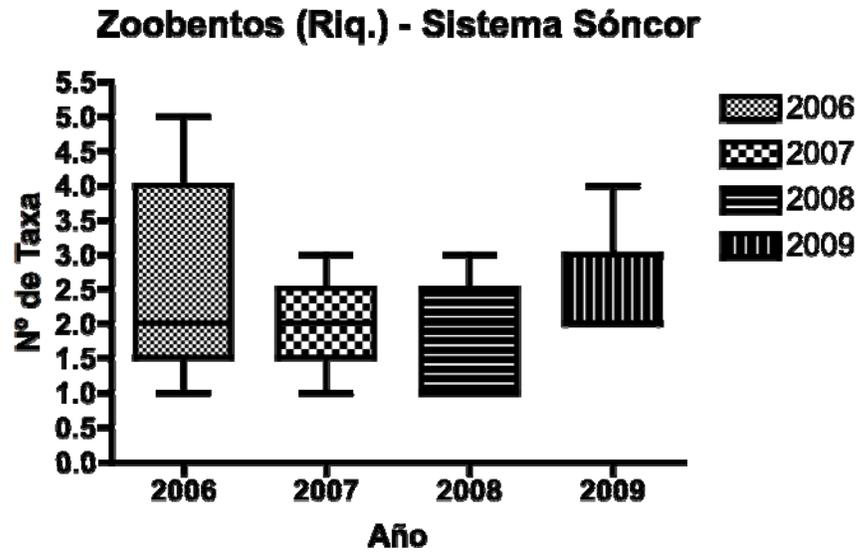


FIGURA 3.4-67
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOBENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA

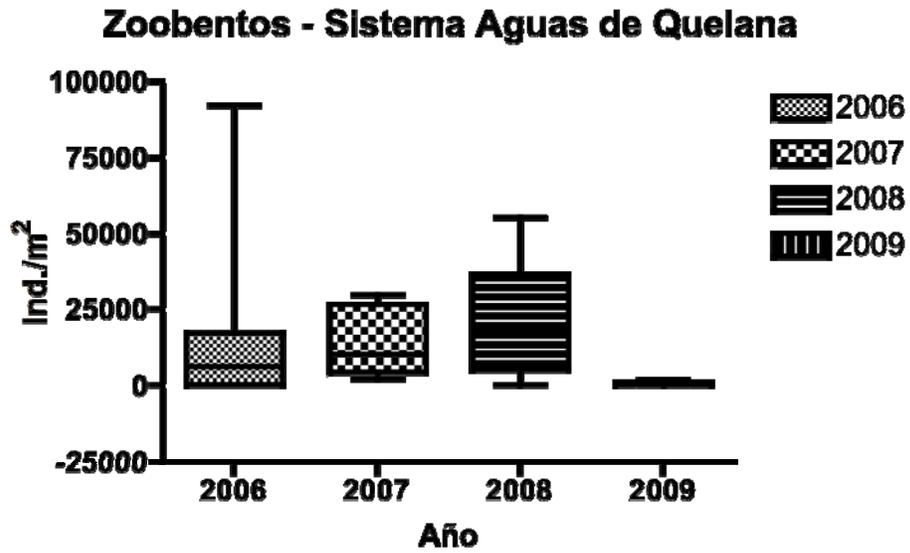


FIGURA 3.4-68
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOBENTOS
SECTOR AGUAS DE QUELANA

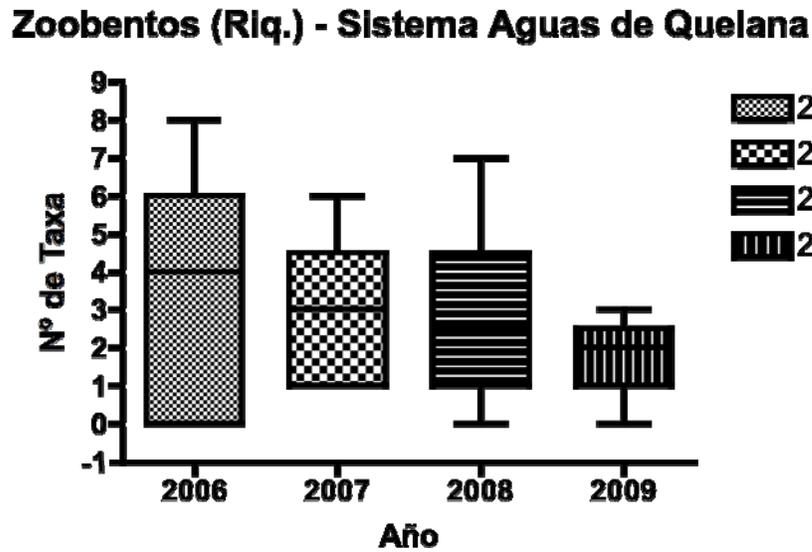


FIGURA 3.4-69
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOBENTOS
SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA.

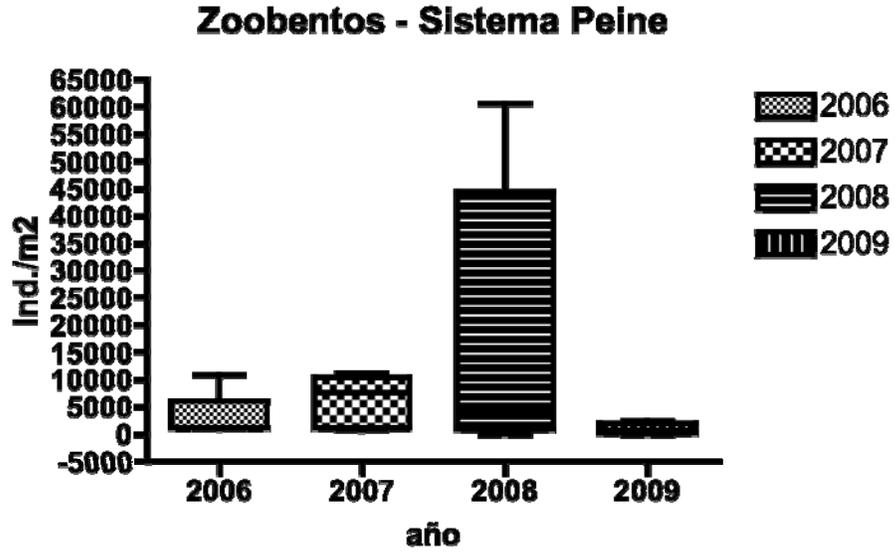
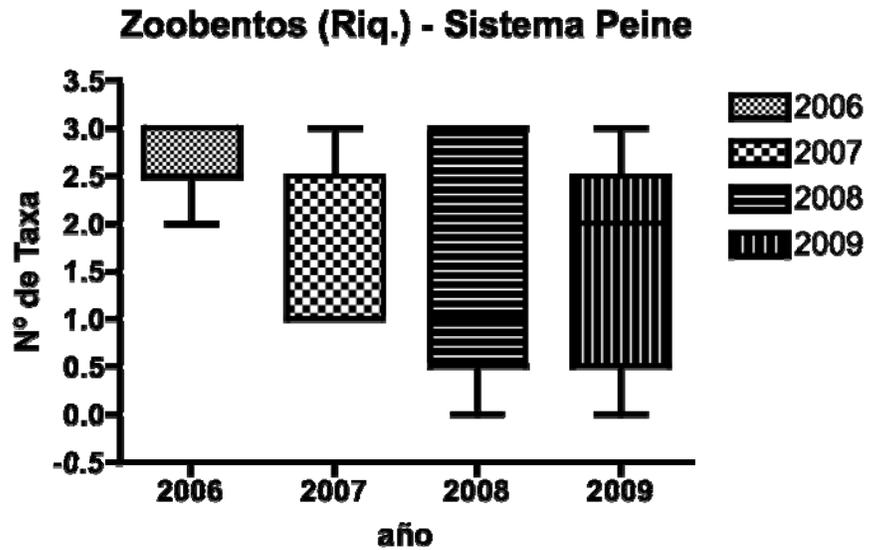


FIGURA 3.4-70
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOBENTOS
SECTOR SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA.



g. Zooplancton

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-71 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable Zooplancton en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Sóncor; Aguas de Quelana y Peine).

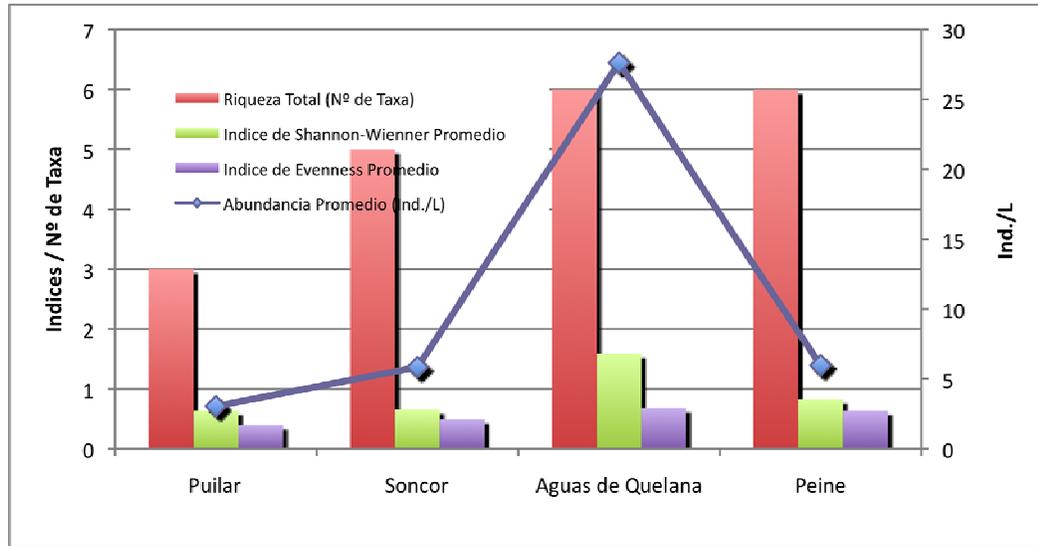
Respecto de la Abundancia Total del Zooplancton, los valores más altos se determinaron en el Sistema Aguas de Quelana. El aporte de algunas de las estaciones de monitoreo de este sistema, a la abundancia total del Sector, fue muy importante. Es el caso de las estaciones del tramo medio del Sector Aguas de Quelana (Estaciones Q-4, Q-5 y Q-6). Respecto de los valores más bajos de abundancia, estos se determinaron entre las estaciones del Sistema Puilar. Los sectores Sóncor y Peine presentaron abundancias similares entre sí y ligeramente superiores al valor del Sector Puilar.

En relación con la Riqueza de Taxa, el valor más alto se presentó entre las estaciones de monitoreo de los Sectores de Aguas de Quelana y Peine, mientras que el número menor de taxa se presentó entre las estaciones del sector Puilar (Figura 3.4-71). Por otra parte, el Índice de Shannon-Wiener, mostró un comportamiento estrechamente relacionado con los valores de riqueza de taxa, de manera que los valores máximos se determinaron entre las estaciones de Aguas de Quelana, seguido por las estaciones de Peine. El Índice de Evenness, también mostró un valor máximo en el Sector Aguas de Quelana.

El hecho que ambos índices relacionados con la biodiversidad de la comunidad zooplactónica, se hayan presentado en el Sector de Aguas de Quelana, indicaría que éste Sector constituye un sitio de resguardo de las comunidades zooplanctónicas, en el contexto general del Salar de Atacama. Las condiciones que pueden determinar este Peak de diversidad tienen que ver con la heterogeneidad de habitats, así como, con los gradientes de salinidad de las aguas en sus estaciones de monitoreo (Tabla 3.4-7). La salinidad, es un factor condicionante de la sobrevivencia de las poblaciones del zooplancton, ya que los distintos taxa representados en el Sector tienen diferentes rangos de tolerancia a este parámetro. Los rangos de valores para las variables analizadas en los distintos sectores fueron, para la Abundancia Total 0 y 108,6 Ind/L; para la Riqueza de Taxa 3 y 6 taxa; para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, entre 0 y 1,69 y, para el Índice de Equidad de Evenness entre 0 y 0,8 (Anexo VIII).

Respecto de las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes, en sectores específicos. Es así como en los Sectores Puilar y Sóncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto), la especie *Darwinula stenvensonii* fue la más frecuente y abundante entre sus estaciones. Respecto del Sector Aguas de Quelana, el taxa más abundante fue *Boeckella calcaris*, sin embargo, cabe mencionar que en este Sector hubo una gran diversidad de taxa sin que se denote un predominio significativo de alguno de ellos. Finalmente en el Sector de Peine el taxa más conspicuo fue *Darwinula stenvensonii*, seguido del anostráceo *Artemia franciscana*.

FIGURA 3.4-71
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON
EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS



g.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector de la Laguna Puilar, se determinó un total de 3 taxa de representantes del zooplancton entre sus 5 estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del Zooplancton se registró en la estación PU-3, en esta misma estación se determinó, la abundancia poblacional máxima (7 Ind./L). Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a individuos de la especie *Darwinula Stevensonii*, presente en tres estaciones de monitoreo de un total de 5.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-25, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Además, la Figura 3.4-72, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del grupo en todo el sector monitoreado. En lo referente al rango de valores para este parámetro, éste fluctuó entre 1 taxa en las estaciones PU-4 y PU-5 y 3 taxa en la estación PU-1. El valor promedio de distribución de la Riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-25, se muestran los valores de Abundancia Total del Zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Puillar. Además, la Figura 3.4-72, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del grupo en todo el sector monitoreado. Como se observa en la Figura, la abundancia fue notoriamente mayor en la estación PU-3, que corresponde a un punto en el sector de la Laguna de Puillar. En esta estación de monitoreo se determinó la presencia de un Bloom de *Darwinula stevensonii*. Por otra parte, el valor mínimo se determinó en la estación PU-5, correspondiente a otro punto de la misma laguna. Estos resultados indicarían que el desarrollo del zooplancton obedece a condiciones muy localizadas. En el caso de la estación PU-5, la elevada salinidad del agua pudo haber limitado el desarrollo del zooplancton en este punto (Tabla 3.4-1).

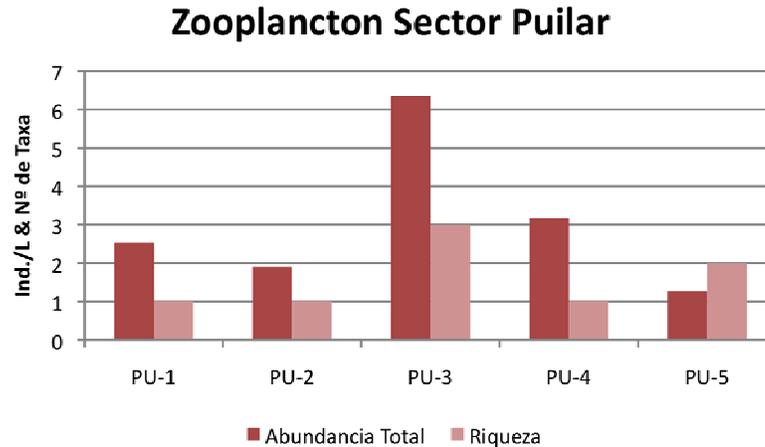
Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de las comunidades del Zooplancton del Sector Puillar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 (Estaciones PU-1; PU-2 y PU-4) y 2,05 (Estación PU-3). En lo referente a los bajos valores de diversidad en varias de las estaciones de este sector, esto fue debido a que en todas ellas se determinó la presencia de un solo taxa en las muestras (Tabla 3.4-25). En cuanto a los Indices de Equidad, éstos fluctuaron en un amplio rango de 0 y 0,99 (Anexo VIII), lo anterior debido a los valores de cero individuos estimados en las estaciones en los que sólo se reportó un taxa.

**TABLA 3.4-25
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON
EN EL SECTOR DE PUILAR. ABRIL 2009**

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./L	%								
<i>Darwinula stevensonii</i>	2,5	100,0	1,9	100,0	3,2	50,0				
<i>Boeckella calcaris</i>					1,9	30,0			0,6	50,0
Indeterminado					1,3	20,0	3,2	100,0	0,6	50,0
Abundancia Total	2,5	100,0	1,9	100,0	6,3	100,0	3,2	100,0	1,3	100,0
Riqueza de Taxa	1		1		3		1		2	

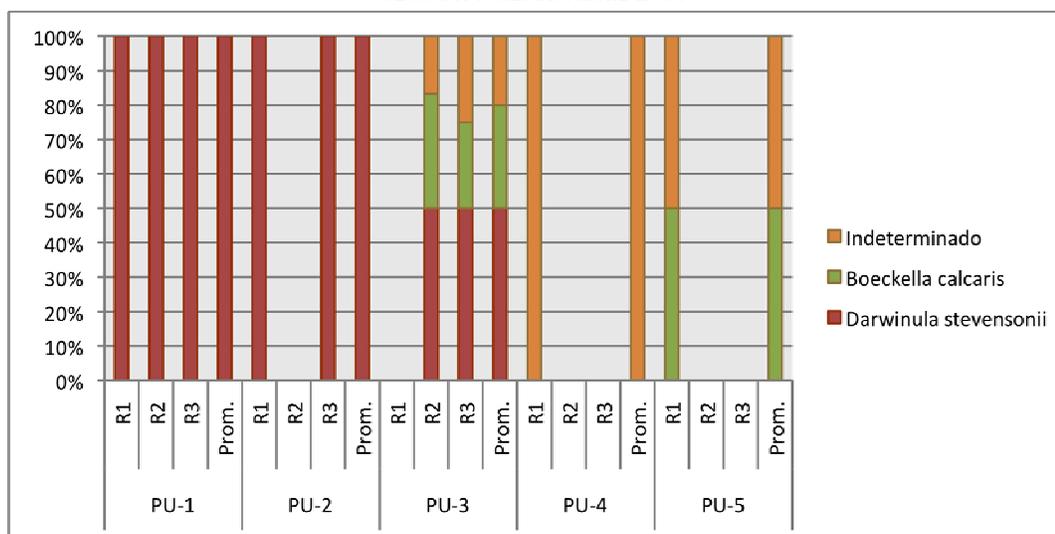
FIGURA 3.4-72
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS EN EL
SECTOR PUILAR. ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-73, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de los representantes del zooplankton en las estaciones del Sistema Puilar. Puesto que la muestra fue analizado por triplicado, se presentan los resultados de las réplicas y el promedio de estas en cada estación de monitoreo. En la Figura se observa que en las estaciones PU-1 y PU-2, un solo taxa (*D. stevensonii*) aportó a la abundancia total del sistema. Del mismo modo, en la estación PU-4, un organismo indeterminado del zooplankton aportó con el 100% de la Abundancia Relativa. En la estación PU-5, se determinó la presencia de dos taxa el copépodo *Boeckella calcaris* y un organismo indeterminado, los cuales aportaron con un 50% cada uno a la abundancia total del punto de monitoreo. Finalmente, la estación PU-3, que como ya ha sido mencionado, presentó la mayor riqueza y diversidad de taxa, estuvo representada por tres taxa. En esta estación se observa que fue ligeramente predominante la abundancia relativa de *D. stevensonii* con un promedio del 50% de contribución a la abundancia de la estación.

FIGURA 3.4-73
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON.
SECTOR PUILAR. ABRIL 2009.



Los organismos indeterminados correspondieron a restos de organismos cuya procedencia no se logró establecer.

g.2 Sector Sóncor: Sóncor (Lagunas Barros Negros: Chaxas y Burro Muerto)

Diversidad General del Área de Estudio

El número de Taxa determinado en todo el sector fue de 5. El número mayor de taxa del Zooplankton se registró en la estación BM-1 con 5 taxa diferentes representados en este punto (Anexo VIII). El resto de estaciones presentó un número variable de taxa entre 0 y 3. El taxa mayormente representado en este Sector correspondió al copépodo *Boeckella calcaris*, el cual estuvo presente en 4 de las 5 estaciones monitoreadas. Respecto de el taxa con mayor abundancia en el sector este correspondió a *Darwinula stevensonii*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-26, se muestran los valores de riqueza de los organismos zooplanctónicos de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, representado por sus Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. En esta misma Tabla se muestran los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zooplankton en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 3.4-74, resume el comportamiento de esta variable en las estaciones de monitoreo del Sector. Como se aprecia en la Figura, la Riqueza más alta se determinó en la estación BM-1 y correspondió a 5 taxa. Este punto no sólo fue el más alto del Sector Sóncor sino uno de los mayores entre todos los sectores monitoreados en el Salar de Atacama. El resto de estaciones presentó un número de taxa que fluctuó entre 0 y 3. Respecto del valor promedio de la Riqueza este fue de 2,3 +/- 1,6 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3.4-26, se presentan los valores de Abundancia Total del Zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, para sus diferentes lagunas (L. Barros Negros; L. Chaxas y L. Burro Muerto). Asimismo, la Figura 3.4-74, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zooplancton en todo el sector monitoreado. Como se puede apreciar el valor más alto para este parámetro se determinó en la estación BN-1, donde, como ya ha sido mencionado, se presentó un Bloom de *Darwinula stevensonii*. Sin embargo, cabe destacar que en esta misma estación se determinó un número importante de larvas de Chironomide. Por otra parte la abundancia más baja se determinó en la estación BN-2, donde solo se logró determinar escasos representantes del copépodo *Boeckella calcaris*. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 6,2+/- 6,7 Ind./L (Anexo VIII).

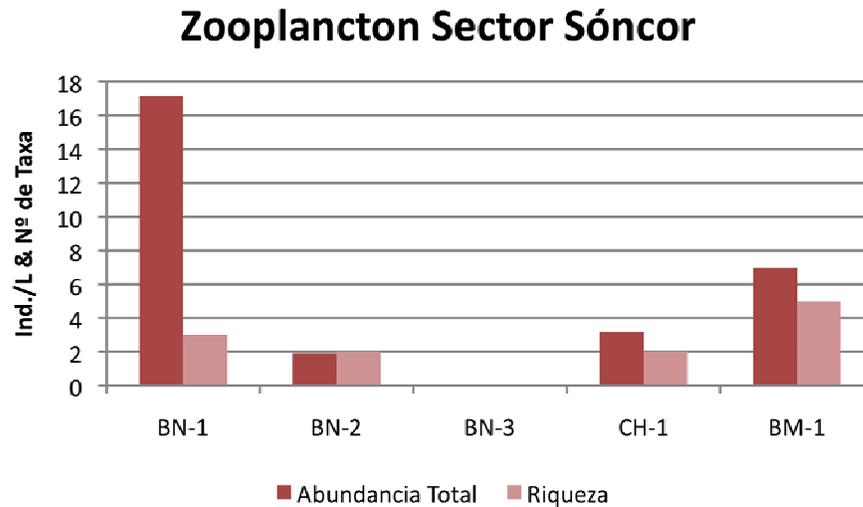
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

En relación con la Diversidad del Zooplancton en la campaña de abril del 2009, en las estaciones del Sector Sóncor, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el valor del Índice de Shannon-Wiener fluctuó entre 0 (Estación BN-3) y 1,29 (Estación BM-1). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) más alto medido en el sector, correspondió a la estación de monitoreo BM-1 (W: 0,8). Así, esta estación de monitoreo, no sólo presentó la diversidad más alta sino el reparto más equitativo de la abundancia por taxa determinado.

TABLA 3.4-26
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON
DEL SECTOR SONCOR

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Larva de Chironomidae	5,1	29,6							0,6	9,1
<i>Darwinula stevensonii</i>	10,8	63,0					2,5	80,0	3,8	54,5
<i>Boeckella calcaris</i>	1,3	7,4	0,6	33,3			0,6	20,0	1,3	18,2
<i>Artemia franciscana</i>									0,6	9,1
Indeterminado			1,3	66,7					0,6	9,1
Abundancia Total	17,1	100,0	1,9	100,0	0,0		3,2	100,0	7,0	100,0
Riqueza de Taxa	3,0		2,0		0,0		2,0		5,0	

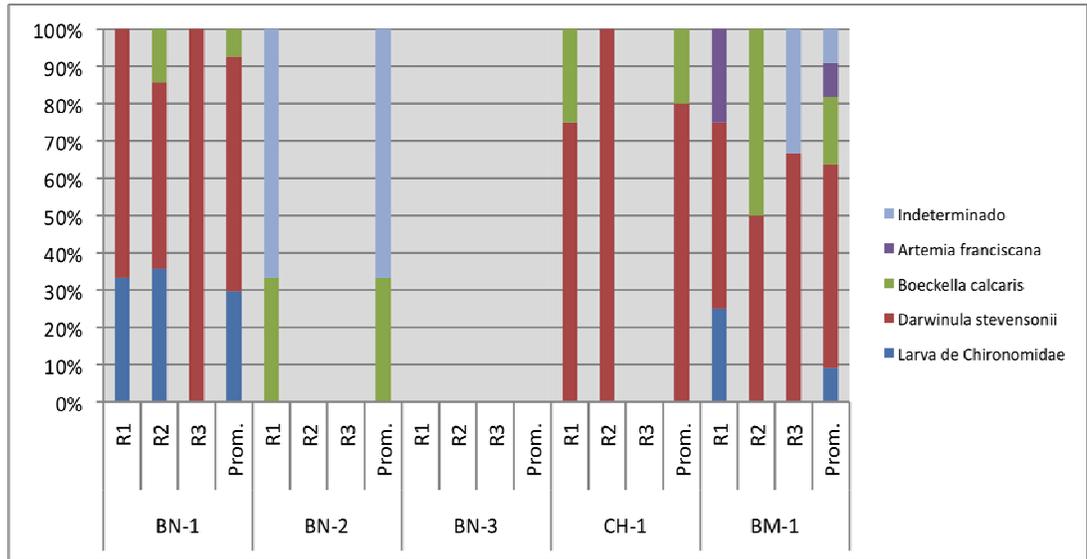
FIGURA 3.4-74
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR SONCOR:
LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM). ABRIL 2009.



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-75, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplankton en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto. En éstas se destaca que el taxa más importante, en relación con su contribución de Abundancia Relativa fue el ostrácodo *Drawinula stevensonii*, el cual estuvo presente en la mayoría de las estaciones de monitoreo. Respecto de la aparición de *Artemia franciscana* en la Laguna Burro Muerto, la presencia de este anostráceo en dicha estación, pudo estar relacionada con la existencia de otros componentes del zooplankton, los que constituyen una oferta alimentaria para dicho organismo, debido a su condición de eficiente pastoreador. Así, la presencia de este taxa se relaciona más directamente con la disponibilidad de alimento en el hábitat que ocupa, que con otras condiciones ambientales (salinidad, temperatura, etc).

FIGURA 3.4-75
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOBENTOS.
SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS (BN); CHAXAS (CH) Y BURRO MUERTO (BM).
ABRIL 2009.



Los organismos indeterminados correspondieron a restos de organismos cuya procedencia no se logró establecer.

g.3 Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio

El análisis de los parámetros comunitarios del zooplancton en el sector Aguas de Quelana muestra que la Riqueza máxima del Sector, correspondió a un total de 6 taxa entre las estaciones de monitoreo analizadas. El número mayor de taxa del zooplancton se registró en la estación Q-4, mientras que el valor más bajo correspondiente a cero taxa se determinó en la estación Q-9. La abundancia más alta de organismos, medida como Ind./L, correspondió a la registrada en la estación Q-5. Respecto del taxa que presentó una mayor distribución espacial, éste correspondió, al igual que en otros sectores monitoreados en el Salar, a *Darwinula stevensonii*, especie que estuvo presente en 7 de las 9 estaciones monitoreadas en el Sector.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-27, se muestran los valores de Riqueza del Zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana. Además, la Figura 3.4-76, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zooplancton en todo el sector monitoreado. De la Figura se desprende que las estaciones que presentaron una mayor Riqueza de Taxa fueron Q-2 y Q-4, con 5 taxa cada una. Por otra parte, el valor más bajo de Riqueza se determinó en la estación Q-9, con cero taxa determinados. Como ha sido mencionado en el análisis de otros componentes de la biota analizados en esta última

estación de monitoreo, la ausencia de organismos zooplanctónicos en el punto podría tener relación con las características del hábitat. Así, la estación Q-9 se caracterizó por falta de inundación continua de su sistema lagunar, y la presencia de pequeños charcos esporádicos repartidos sobre el terreno. La disminución del nivel de agua habría limitado el desarrollo de organismos zooplanctónicos los que son estrictamente dependientes de la columna de agua. Entre otras razones, por falta de inundación se produce una disminución de la cantidad total del oxígeno disuelto. Esto último debido a la mayor temperatura que alcanza el agua y al desarrollo de microorganismos sulfato reductores, los que como ha sido previamente mencionado, ayudan a desplazar el oxígeno debido a la producción de otros gases, tales como H₂S y CH₄.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-27, se muestran los valores de abundancia total del Zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana. Asimismo, la Figura 3.4-76, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zooplancton en el sector monitoreado. Se puede apreciar que los valores más altos de Abundancia se determinaron en la estación Q-5, mientras que el valor mínimo se presentó en la estación Q-9, puesto que en dicho punto de monitoreo, no se registró la presencia de organismos zooplanctónicos. En cuanto a los valores extremos de esta variable, éstos fluctuaron entre 0 y 108,6 Ind./L (Anexo VIII). Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 27,8+/- 34,1 Ind./L (Anexo VIII), lo que indicaría que en este Sector se presentaron los valores más altos de abundancia del zooplancton de la campaña 2009, considerando el restos de sectores muestreados en el Salar de Atacama.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad del Zooplancton del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango de valores para el Índice de Shannon-Wiener, fluctuó entre 0,2 (Estación Q-6) y 1,26 (Estación Q-4). Sin embargo, cabe destacar el hecho que hubo estaciones en los que no se pudo determinar el valor de H, porque no se registraron especies o porque el número de estas fue igual a 1 (estaciones Q-1; Q-7, Q-8 y Q-9). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un amplio rango de 0,18 y 0,78. Este último valor se registró en la estación Q-4, de tal manera que coinciden en esta estación una alta diversidad de especies con una alta equidad de los taxa representados

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-77, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplancton en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. Dado que los códigos de las estaciones de monitoreo, están ordenados de acuerdo con su orden espacial en terreno, la figura permite observar el predominio relativo de los distintos taxa en el terreno. Así, se observa un predominio de la especie de copépodo *Boeckella calcaris*, en las estaciones del tramo medio del Sistema Aguas de Quelana (Estaciones Q-2 a Q-5), asociado muy probablemente a condiciones de menor salinidad del agua. Por otra parte, en aquellas estaciones donde la salinidad fue mayor, tales como Q-0; Q-1, Q-6 y Q-8, se apreció la presencia de especies mas

tipicamente halófilas tales como *Darwinula stevensonii* y *Artemia Franciscana*. Junto con la especie *B. calcaris*, en el Sistema de Aguas de Quelana estuvo presente otra especie de copépodo *Cletocamptus cecsurienis*, aunque su contribución en términos de abundancia relativa fue baja. En cuanto a las larvas de Chironomidae, éstas fueron observadas, también en el tramo medio del Sistema (Figura 3.4-77) asociada a condiciones de menor salinidad.

TABLA 3.4-27
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON
DEL SECTOR AGUAS DE QUELANA

Taxa	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5		Q-6		Q-7		Q-8		Q-9	
	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%	Ind/L	%
Larva de Chironomidae					3,2	11,1	0,6	4,0	17,8	43,8					0,6	100				
<i>Darwinula stevensonii</i>	10,2	84,2			3,2	11,1	13,3	84,0	1,9	4,7	7,0	6,2	43,8	95,8			0,6	100		
<i>Boeckella calcaris</i>					20,3	71,1	1,3	8,0	14,0	34,4	87,6	77,5	1,3	2,8						
<i>Cletocamptus cecsurienis</i>	0,6	5,3			1,3	4,4			1,3	3,1										
<i>Artemia franciscana</i>			19,0	100																
Indeterminado	1,3	10,5			0,6	2,2	0,6	4,0	5,7	14,1	18,4	16,3	0,6	1,4						
Totales (Ind/L)	12,1	100	19,0	100	28,6	100	15,9	100	40,6	100	113	100	45,7	100	0,6	100	0,6	100	0,0	0,0
Riqueza	3,0		1,0		5,0		4,0		5,0		3,0		3,0		1,0		1,0		0,0	

FIGURA 3.4-76
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOBENTOS EVALUADOS EN EL
SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009.

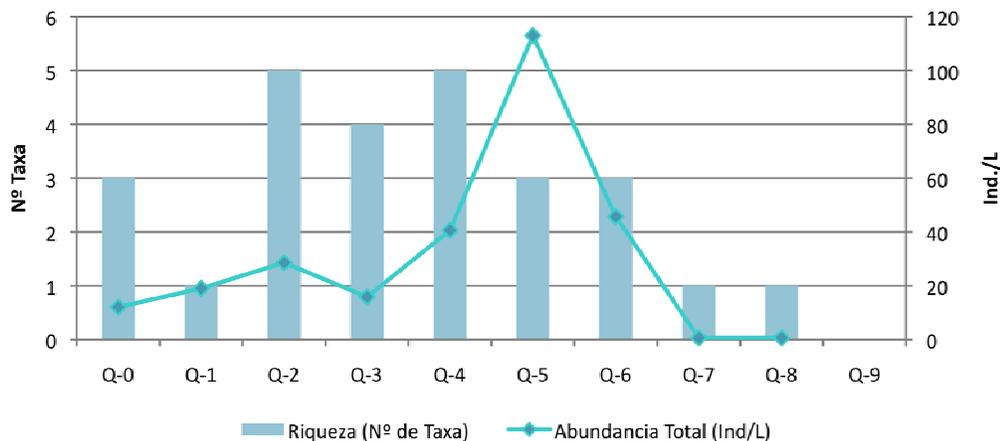
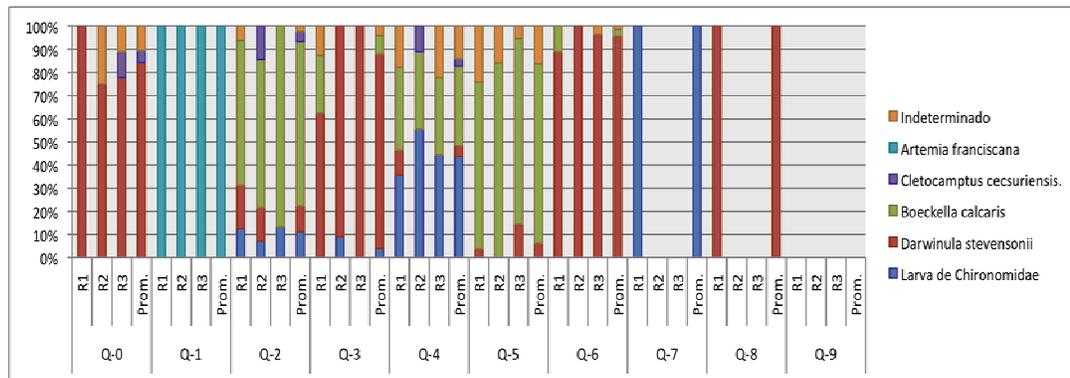


FIGURA 3.4-77
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON.
SECTOR AGUAS DE QUELANA. ABRIL 2009.



Los organismos indeterminados correspondieron a restos de organismos cuya procedencia no se logró establecer.

g.4 Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la Riqueza máxima del Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, se determinó un total de 6 taxa de organismos zooplanctónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo VIII). El mayor número de taxa del zooplancton se registró en la estación PE-2, correspondiente a un punto localizado en la Laguna Interna. Por otra parte, el valor más bajo de Riqueza, se determinó en la estación SA-1, donde sólo se registró un taxa de Zooplancton. La abundancia más alta de organismos, medida como Ind./L, se registró también en la estación PE-2 (Laguna Interna). Respecto del taxa que presentó una mayor distribución espacial, éste correspondió al copépodo *Boeckella calcaris*, presente en 2 de las 5 estaciones monitoreadas en el Sector.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3.4-28, se muestran los valores de Riqueza del Zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Junto con esto, la Figura 3.4-78, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zooplancton en todo el sector monitoreado. Respecto de la Figura, en ésta se observa que, la Riqueza máxima, correspondiente a 6 taxa por estación se presentó en la estación PE-2, mientras que en la estación de monitoreo SA-1, sólo se determinó la presencia de un taxa de zooplancton en las muestras. El aspecto más notorio de la distribución de taxa en el Sector es la gran diversidad encontrada en la estación PE-2, de la laguna Interna. Este punto se caracterizó por ser un sitio de la laguna afectada por surgencia de aguas subterráneas. Esta mezcla de aguas dulce y salada pudo haber facilitado el desarrollo de la fauna acuática, ya que se ejercería un menor estrés ambiental sobre ésta.

El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 3,2 +/- 1,9 taxa por estación. El elevado valor de la desviación estandar, da cuenta de una alta variabilidad en el sector (Figura 3.4-78).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3.4-28, se muestran los valores de Abundancia Total de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita. Además, la Figura 3.4-78, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zooplancton en todo el sector monitoreado. Como se aprecia en la Figura, los valores más altos de Abundancia de este grupo de organismos planctónicos se presentó en la estación PE-2, correspondiente a la Laguna Interna, con un valor de Abundancia Total de 11 Ind./L. Por otra parte el valor mínimo de abundancia del Zooplancton se determinó en la estación SA-1 y fue de 0,6 Ind./L. En cuanto al valor promedio para este parámetro en la campaña del año 2009, este fue de 6 +/- 4,7 Ind./L. (Anexo VIII).

Indice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Indice de Equidad Eveness (W):

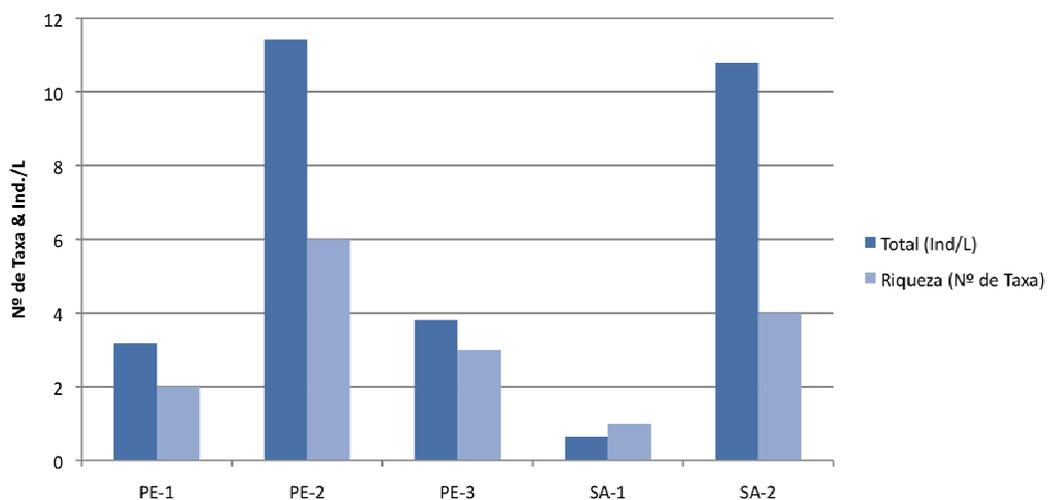
Respecto de la Diversidad de la comunidad del Zooplancton del Sistema Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo VIII), muestra que el rango del valor de H, varió ampliamente entre 0,50 y 1,69, en las estaciones PE-1 y PE-2, respectivamente. Sin embargo cabe destacar el hecho que, hubo estaciones en las que no se pudo determinar el valor de H, porque sólo se registró la presencia de un taxa, como fue el caso de la estación SA-1. En cuanto a los Indices de Equidad (Anexo VIII), éstos fluctuaron en un rango de 0,72 (Estación PE-1) y 1 (Estación PE-2). Al igual que lo acontecido con el Indice de Diversidad de Shannon-Wiener, cabe mencionar el hecho que en algunas estaciones de monitoreo, no fue posible calcular el valor de W debido al limitado número de taxa presentes (estación SA-1).

El elevado valor de los índices de Shannon-Wiener (H) y Evenness (W), en la estación PE-2, refleja la presencia de una comunidad diversa, cuyas poblaciones están equitativamente representadas en su estructura.

TABLA 3.4-28
COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA TOTAL Y RELATIVA DEL ZOOPLANCTON
DEL SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2).

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
Larva de Chironomidae			1,9	16,7					0,6	5,9
<i>Darwinula stevensonii</i>			3,2	27,8					6,3	58,8
<i>Boeckella calcaris</i>	0,6	20,0	1,9	16,7	0,6	16,7	0,6	100,0		
<i>Cletocamptus cecuriensis</i>			1,3	11,1					1,9	17,6
<i>Artemia franciscana</i>	2,5	80,0	2,5	22,2	2,5	66,7				
Indeterminado			0,6	5,6	0,6	16,7			1,9	17,6
Totales (Ind/L)	3,2	100,0	11,4	100,0	3,8	100,0	0,6	100,0	10,8	100,0
Riqueza (Nº de Taxa)	2,0		6,0		3,0		1,0		4,0	

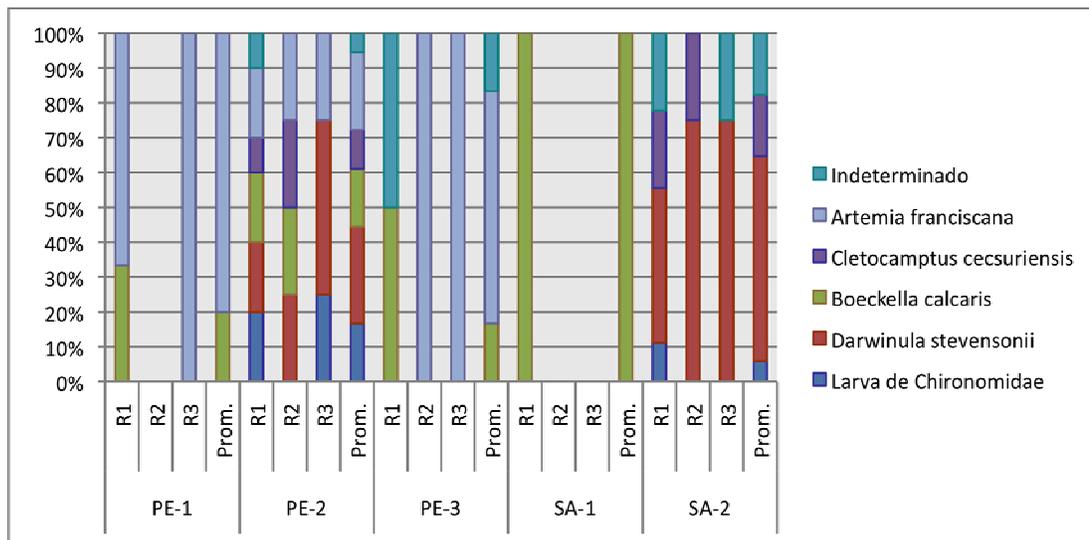
FIGURA 3.4-78
PARÁMETROS COMUNITARIOS DEL ZOOPLANCTON EVALUADOS EN EL SECTOR PEINE:
LAGUNAS INTERNA (PE), SALADITA (SA-1) Y SALADA (SA-2). ABRIL 2009



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.4-79, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplancton en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita. En la Figura se destaca que en este lugar hubo una importante presencia del anostráceo *Artemia franciscana*, ya que su contribución en abundancia relativa, fue significativa en varios sectores. Cabe destacar sin embargo que, en términos de valores absolutos, las abundancias de *A. franciscana*, fueron moderados (2 a 3 ind. /L Tabla 3.4-28). Por otra parte, se destaca el hecho que la abundancia relativa del copépodo *Darwinula stevensonii*, fue muy significativa en la estación SA-2 de la Laguna Salada. Pero sin duda el hecho más significativo que refleja la Figura 3.4-79, es la gran diversidad del zooplancton registrada en la estación PE-2. Así, se aprecia que se registraron 6 taxa y que cada uno de ellos aportó de manera relativamente equitativa a la abundancia total del Sistema. Como ha sido mencionado antes, las características del hábitat en esta estación de monitoreo, donde se mezclan aguas saladas y menos saladas, habría estimulado el desarrollo y sobrevivencia de los distintos taxa de Zooplancton.

FIGURA 3.4-79
ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LOS ORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON.
SECTOR PEINE. ABRIL 2009.



Los organismos indeterminados correspondieron a restos de organismos cuya procedencia no se logró establecer.

h. Análisis de los datos históricos de zooplancton

h.1 Sector Sóncor: Laguna Puillar

La Figura 3.4-80, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Zooplancton en el Sector de la Laguna Puillar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como muestra la Figura 3.4-80, los datos de abundancia del Zooplancton registrados en la presente campaña, fueron conservativos respecto de lo registrado en los períodos previos, con excepción de la campaña del año 2007. Respecto del rango de valores (Máx-Mín) para este parámetro, al igual que en la mayoría de los monitoreos previos, éste fue muy estrecho. Respecto de lo obtenido a través del análisis estadístico Kruskal-Wallis, se pudo determinar que hubo diferencias estadísticamente significativas de abundancia del Zooplancton entre todas las campañas de monitoreo realizadas a la fecha. Este hecho sería debido principalmente, al efecto que tuvieron los elevados valores de abundancia de la campaña realizada en el año 2007 (Fig. 3.4-80).

Respecto de la Riqueza de Taxa, la mediana de los valores registrados en el año 2009 fue inferior a las registradas en los años 2007 y 2008, pero semejante a la registrada en el año 2006. Así, los resultados obtenidos a la fecha permiten suponer que la variable Riqueza del Zooplancton, presenta variaciones interanuales moderadas (Figura 3.4-81). Respecto del rango de fluctuación de los datos de la campaña actual (2009), la mayoría de los datos se encontraron acumulados en el percentil 75%.

Para los valores de Riqueza de Taxa del Zooplancton, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

h.2 Sector Sóncor: Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto.

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Zooplancton del Sector Sóncor y sus lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3.4-82, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con los valores registrados en la actual campaña, los valores de la mediana fueron ligeramente más altos que los registrados en las campañas previas (2006 a 2008). Asimismo, el rango de fluctuación de los valores fue mayor en la actual campaña, respecto de los años anteriores. Respecto de la distribución de los datos en esta campaña, se observó que la mayoría de éstos se agrupó en el percentil 75%, el cual presentó una mayor dispersión que lo registrado en campañas anteriores (Figura 3.4-82). Pese a las diferencias observadas, el análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que no hubo

diferencias estadísticamente significativas de la Abundancia del Zooplancton en este Sector del Salar de Atacama, en las diferentes campañas de monitoreo.

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa, en este mismo Sector, la Figura 3.4.83, muestra que los valores de la actual campaña (2009), fueron inferiores a los registrados en la campaña del año 2008, pero conservadores respecto de las campañas previas al año 2008. Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron principalmente acumulados en el percentil 75%. En relación con la desviación estándar de ambos percentiles, los valores acumulados en cada uno de éstos fluctuaron de modo semejante respecto del valor central. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que no hubo diferencias estadísticamente significativas de la Riqueza del Zooplancton entre los años monitoreados (Anexo VIII), lo que indicaría que la disminución del valor de la mediana observada en la actual campaña, no fue significativa.

h.3 Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Zoobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3.4-84, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como se destaca en la Figura 3.4-84, el valor mediana de la abundancia del Zooplancton, determinada en la actual campaña fue notoriamente mayor que la de los años previos (2006 al 2008). Por otra parte, el rango de fluctuación de los valores (máximo y mínimo) de la campaña 2009, también fue mucho más amplio que el registrado en las campañas previas al 2009. El análisis de varianza (comparación de medianas) llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arroja que sí hubo diferencias estadísticamente significativas para la Abundancia del Zooplancton en este Sector, lo que tendría directa relación con los valores registrados en el año 2009.

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Zooplancton en el Sector Aguas de Quelana (Figura 3.4-85), muestra un interesante comportamiento, caracterizado por un incremento gradual en los valores medios de los valores de la Riqueza desde la campaña 2006 a la fecha. Respecto de los datos de la actual campaña, la Figura 3.4-85, muestra que la mayoría de estos estuvieron acumulados en el percentil 25%. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo VIII), lo que daría cuenta de la notoria fluctuación interanual representada en la figura.

h.4 Sector Peine:

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Zooplancton en el Sector de Peine y sus lagunas constituyentes Interna; Salada y Saladita, se muestra en la Figura 3.4-86, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo VIII), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Los resultados de la mediana, muestran que los valores de Abundancia del Zooplancton, registrados en la presente campaña, fueron conservativos respecto de los monitoreos previos. Por otra parte, el rango de fluctuación de esta variable fue mucho mayor que el observado en la mayoría de las campañas anteriores. Respecto de los datos de la actual campaña, éstos se acumularon en el percentil 75%, mostrando una moderada dispersión de valores. En la gráfica se aprecia el efecto que la estación PE-2, tuvo sobre el comportamiento del resto de datos, Este valor de abundancia, en dicha estación de monitoreo, es el más alto registrado a la fecha de los monitoreos realizados.

Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo VIII), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos.

La mediana de la Riqueza de Taxa para el mismo Sector, fue más baja en el presente año, respecto de los años anteriores (Figura 3.4-87). Sin embargo cabe destacar que, la mayoría de los datos de la actual campaña estuvieron acumulados en el percentil 75%. Lo que quiere decir que sólo unas pocas estaciones estarían afectando el valor de la mediana (SA-1). El análisis comparativo de la Riqueza de Taxa del Zooplancton en el Sector Peine, arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo (Anexo VIII).

FIGURA 3.4-80
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR PUILAR

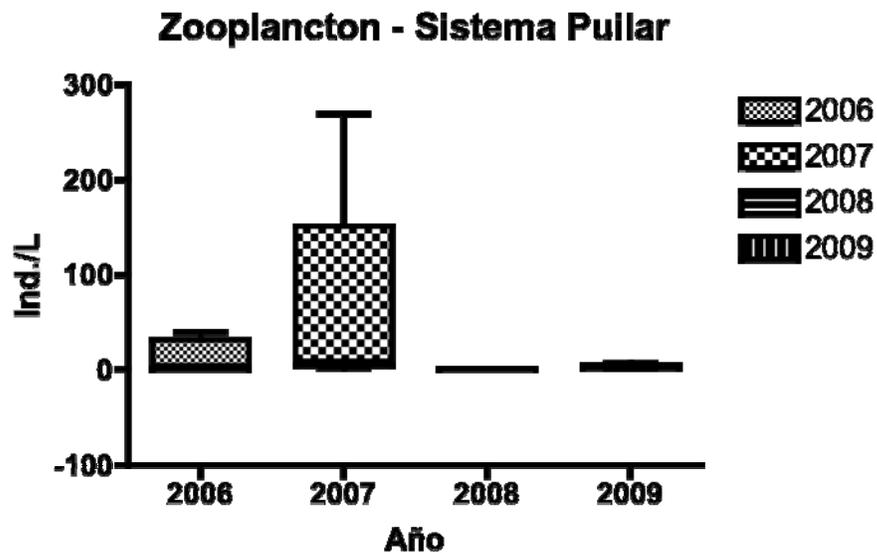


FIGURA 3.4-81
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR PUILAR.

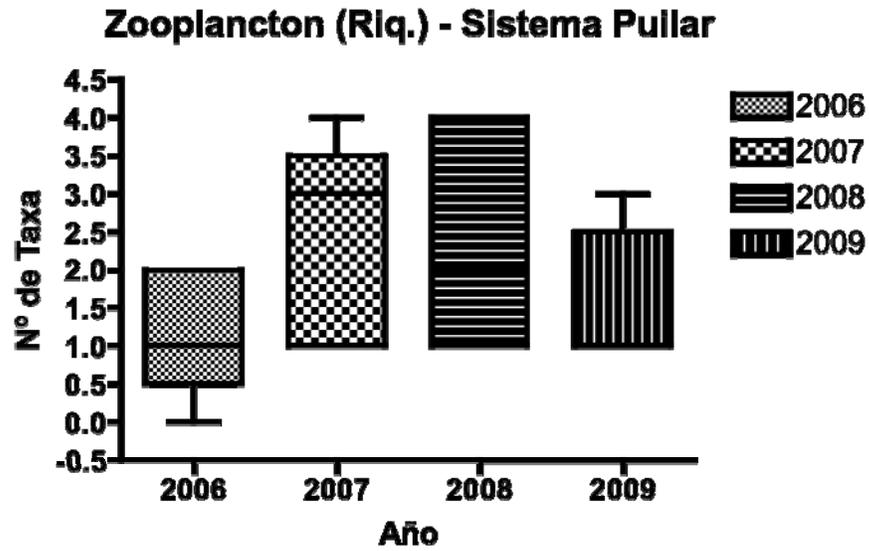


FIGURA 3.4-82
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO.

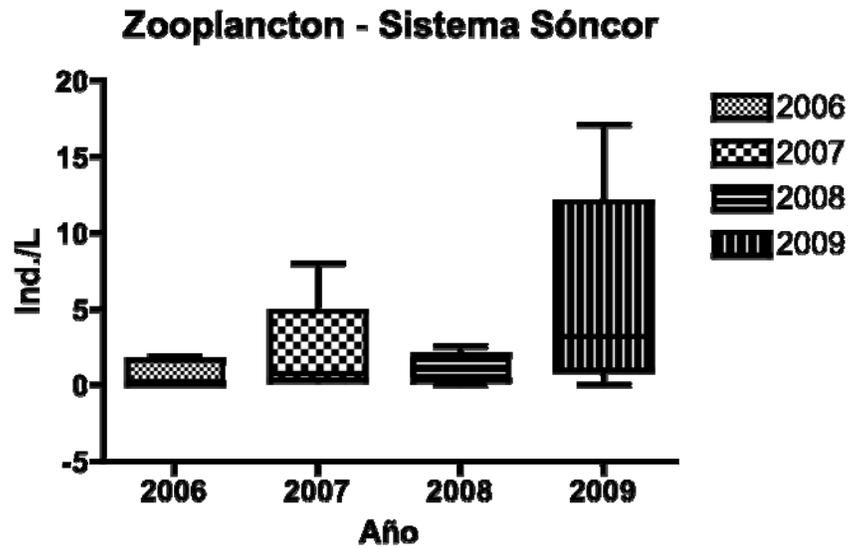


FIGURA 3.4-83
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR SONCOR: LAGUNAS BARROS NEGROS, CHAXAS Y BURRO MUERTO.

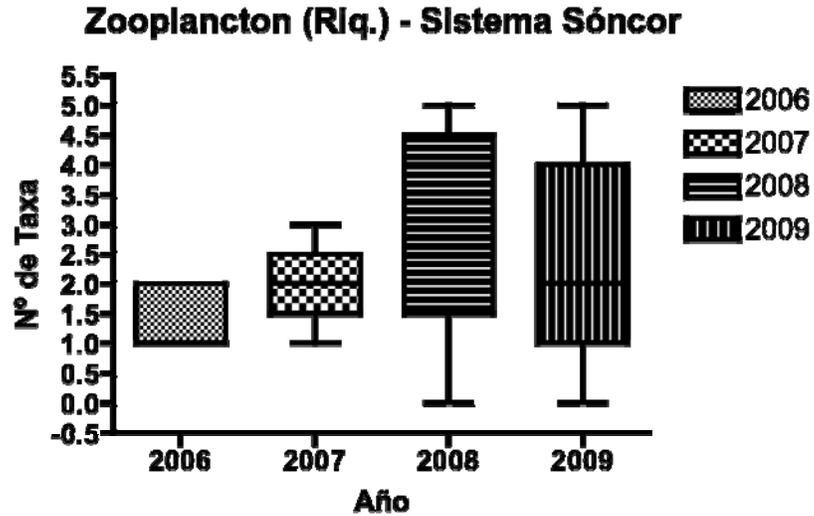


FIGURA 3.4-84
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR AGUAS DE QUELANA

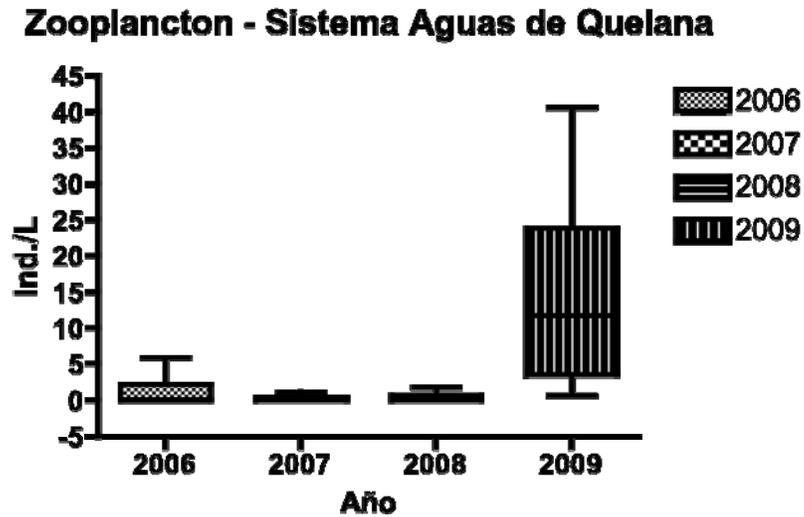


FIGURA 3.4-85
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR AGUAS DE QUELANA

Zooplancton (Riq.) - Sistema Aguas de Quelana

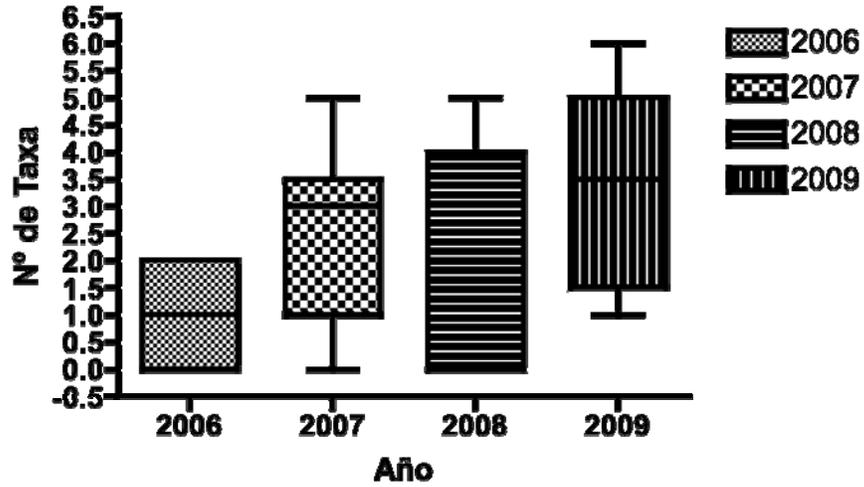


FIGURA 3.4-86
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA.

Zooplancton - Sistema Peine

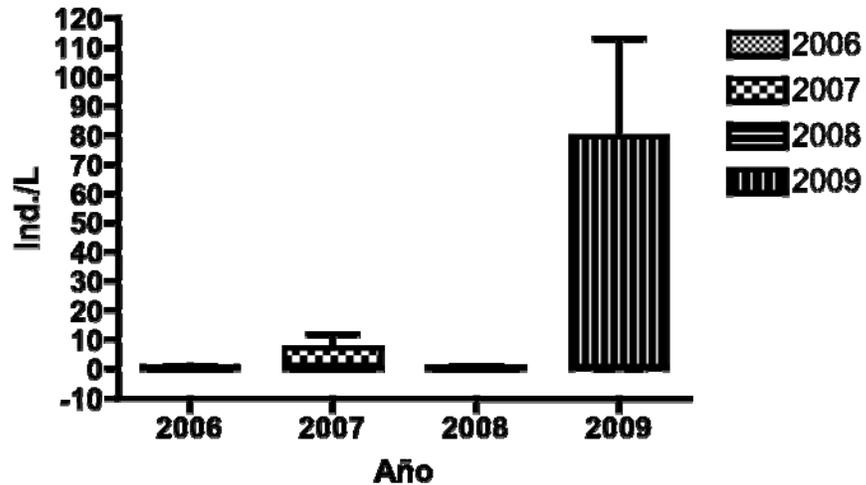
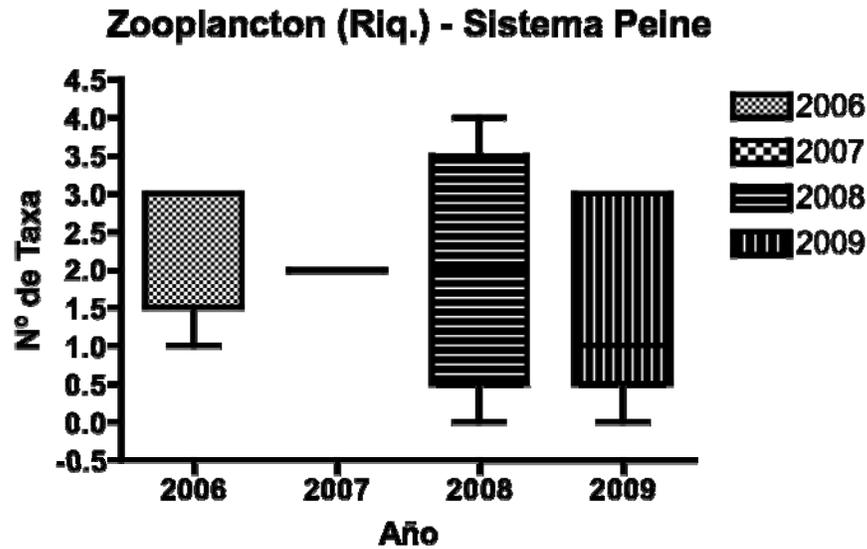


FIGURA 3.4-87
ANÁLISIS HISTÓRICOS DE LA RIQUEZA DE TAXA DEL ZOOPLANCTON
SECTOR SECTOR PEINE: LAGUNAS INTERNA, SALADA Y SALADITA.



i. *Macrófitas*

Diversidad General del Área

La Figura 3.4-88, muestra los Porcentajes de Cobertura Promedio de Plantas Acuáticas en todos los sectores monitoreados. Como se aprecia en la figura el valor más alto para este parámetro se determinó entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, alcanzando un promedio de 8,7 +/- 15,6 % de cobertura. El elevado valor de la Desviación Estándar en este punto de monitoreo, indica que hubo gran variabilidad dentro del sector. Así el rango de valores para la Cobertura de la Vegetación Acuática de dicho Sector, fluctuó entre 0 y 50%.

Respecto del valor mínimo, este se presentó en los Sistemas Lagunares del Sector Soncor, donde no se determinó la presencia de este tipo de organismos, por lo que el valor promedio fue igual a 0,0% de cobertura. Los Sectores Peine y Puillar, presentaron una escasa cobertura de plantas, reducido a algunas pocas estaciones de monitoreo. La Tabla 3.4-29 muestra la distribución de valores de cobertura en las estaciones de los diferentes sectores monitoreados en abril del año 2009 en el Salar de Atacama.

FIGURA 3.4-88
ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE VEGETACIÓN ACUÁTICA EN LOS 4 SECTORES ANALIZADOS EN EL SALAR DE ATACAMA. CAMPAÑA DEL 2009.

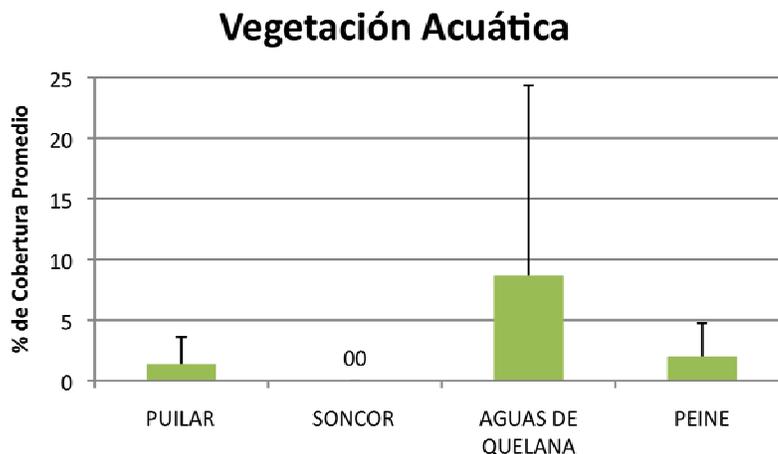


TABLA 3.4-29
COMPOSICIÓN Y % COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA EN LOS 4 SECTORES MONITOREADOS EN EL SALAR DE ATACAMA. ABRIL 2009

Sector Puilar		Sector Sóncor		Sector Quelana		Sector Peine	
Estación de Monitoreo	% Cobertura						
PU-1	0	BN-1	0	Q-0	0	PE-1	0
PU-2	0	BN-2	0	Q-1	18	PE-2	0
PU-3	0	BN-3	0	Q-2	2	PE-3	0
PU-4	0	CH-1	0	Q-3	5	SA-1	5
PU-5	5	BM-1	0	Q-4	0	SA-2	5
				Q-5	0		
				Q-6	50		
				Q-7	0		
				Q-8	0		
				Q-9	10		

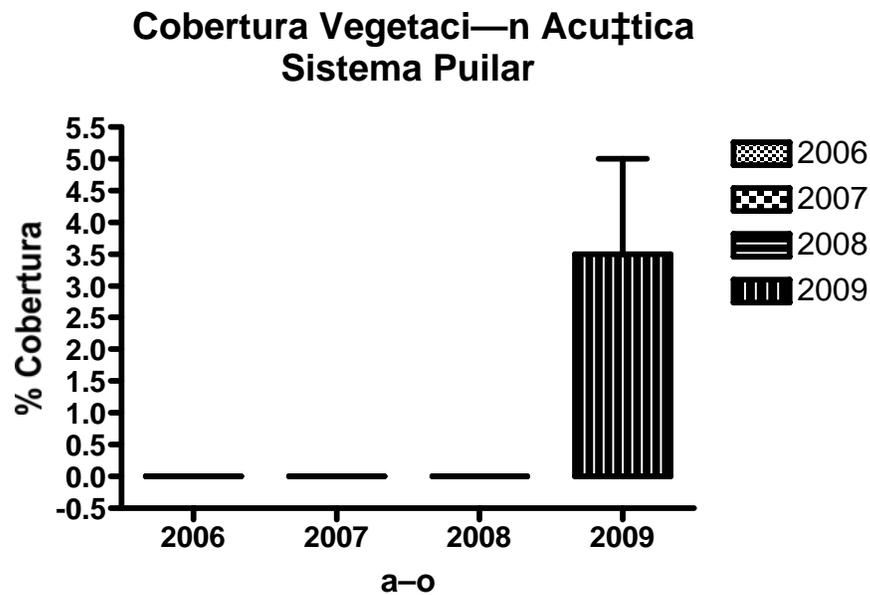
i.1 Sector Sóncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.

Respecto de la cobertura de vegetación acuática en el Sector de Puilar, la Tabla 3.4-29, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2009. Aquí se observa que sólo las estaciones PU-4 y PU-5, mostraron presencia de vegetación acuática, con dos taxa representados: *Chara sp.* y *Ruppia maritima*.

El comportamiento de esta variable en el tiempo, en las distintas campañas de monitoreo se muestra en la Figura 3.4.89. Aquí se observa que los valores de cobertura vegetal de las plantas acuáticas determinados en la presente campaña, en el Sector de Puilar, fueron conservativos respecto de los años anteriores. No obstante, en la presente campaña, el rango de valores fue algo más amplio que el de los periodos 2004, 2006, 2007 y 2008 y menor que el observado en el año 2005. El análisis de varianza para la comparación de medianas realizado con los datos de Cobertura Vegetacional de este Sector, mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

FIGURA 3.4-89
VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.
SECTOR PUILAR. PERIODO 2006-2009.



i.2 Sector Sóncor**Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.**

Los valores de Cobertura Vegetacional de las Plantas Acuática en las estaciones del Sector Sóncor, se presentan en la Tabla 3.4-29. Aquí se puede observar que no se reportó la presencia de vegetación en ninguna de sus lagunas constituyentes (Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto). Estos datos son coincidentes con lo registrado en campañas previas. Los altos valores de salinidad y la presencia de un sedimento con condiciones muy reducidas, sería las causas probables de la ausencia de vegetación asociada los distintos cuerpos de aguas que componen el Sector.

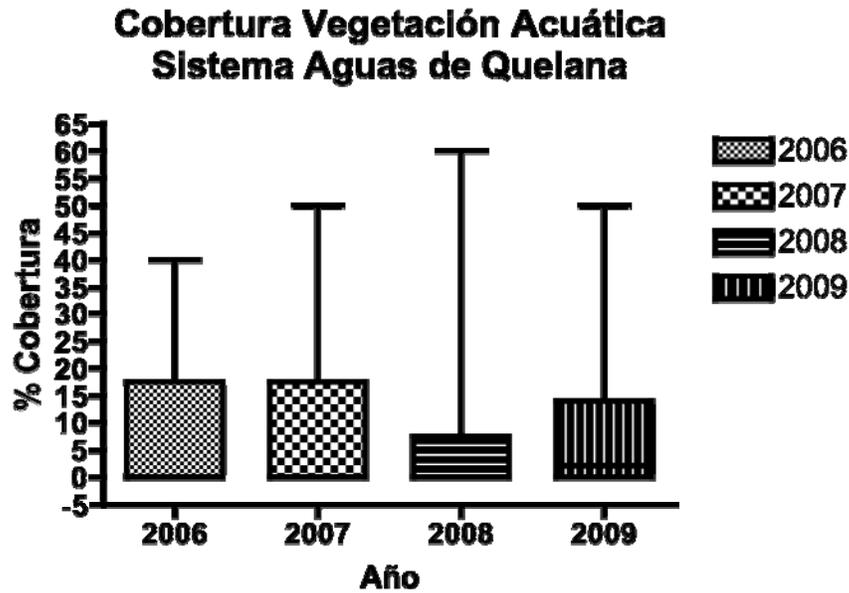
i.3 Sector Aguas de Quelana**Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.**

Los valores de Porcentaje de Cobertura de la Vegetación Acuática en las estaciones del Sector Aguas de Quelana de la campaña 2009, se presentan en la Tabla 3.4-29. Como se observa en la Tabla, el rango de valores para esta variable fue muy amplio entre las estaciones del Sector. De tal modo que la cobertura vegetacional varió entre 0 y 50% (Anexo VIII). Se destaca el hecho que los valores más altos para esta variable, determinados en la estación Q-6, correspondieron a un sector de aguas corrientes, bien oxigenadas, y donde el Porcentaje de Saturación de Oxígeno sobrepasó el 100% (Tabla 3.4-7). El estado de alta oxigenación de las aguas en este punto de monitoreo, sería la causa y consecuencia de la presencia de vegetación en dicho punto, puesto que, para que se produzca la germinación de sus semillas, son necesarias dichas condiciones.

Respecto de la Riqueza de Taxa, sólo una especie estuvo presente en todo el Sector y correspondió a la macrófita *Ruppia maritima*.

El comportamiento de la vegetación acuática en el Sector de Aguas de Quelana, comparado con monitoreos anteriores, fue bastante conservativo, tal como se aprecia en la Figura 3.4-90. De igual manera, el análisis de la varianza de sus medianas, medido a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas hasta la fecha.

.FIGURA 3.4-90
VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.
SECTOR AGUAS DE QUELANA. PERIODO 2006-2009



i.4 Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.

Respecto de la Cobertura de Vegetación Acuática en el Sector de Peine, la Tabla 3.4-29, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2009. Como se observa en la Tabla sólo las estaciones localizadas en las lagunas Saladita (SA-1) y Salada (SA-2), presentaron ejemplares de vegetación asociada a los cuerpos de agua. Sin embargo, dichos organismos estuvieron ausentes en el caso de las estaciones de monitoreo de la Laguna Interna (PE). Las causas de esto último, podrían tener relación con las características del agua y de los sedimentos de las estaciones en la Laguna Interna, tales como su extrema salinidad y condiciones muy reducidas, respectivamente.

El comportamiento de esta variable en el tiempo se presenta en la Figura 3.4-91. Aquí se observa que los valores máximos alcanzados en la campaña del año 2009, fueron notoriamente más altos que los registrados en las campañas previas, puesto que en éstas no se reportó la presencia de *Ruppia marítima*, el taxa determinado en la actual campaña. Las diferencias mencionadas se confirman a través del análisis de varianza llevado a cabo en el Sector, que demuestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas en la cobertura de vegetación acuática, entre los monitoreos realizados hasta la fecha.

FIGURA 3.4-91
VARIACIÓN ANUAL DE LA COBERTURA DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA.
SECTOR PEINE. PERIODO 2006-2009.

