

Informe de Monitoreo Componentes Bióticos y Físicos
Año 2013

Plan de Seguimiento Ambiental
Salar de Atacama
Región de Antofagasta

SQM Salar S.A.

Preparado por Geobiota

SQM05500-Rev.A.

Mayo 2014

PROYECTO		Monitoreo de Componentes Bióticos y Físicos Año 2013			SQM05500
REV	ID	EJECUTOR	REVISOR	APRUEBA	DESCRIPCIÓN
A	NOMBRE	RC			Informe no incorpora los antecedentes del monitoreo de biota acuática.
	FECHA	Enero de 2014			
0	NOMBRE				
	FECHA				

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	—	INTRODUCCIÓN	1
2	—	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	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 la zona de conexión vegetación-acuífero 9	9
2.1.3	—	Estado vital de ejemplares de Algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>)	9
2.2	—	Flora.....	10
2.3	—	Fauna.....	12
2.3.1	—	Determinación del Estado de Conservación de las especies.....	13
2.3.2	—	Hábitats en el área de estudio.....	14
2.3.3	—	Reptiles	15
2.3.4	—	Aves	16
2.3.5	—	Mamíferos	21
2.4	—	Biota Acuática.....	22
2.4.1	—	Medio Abiótico.....	25
2.4.2	—	Tratamiento Estadístico de Datos Físico-Químicos y Biológicos	28
3	—	RESULTADOS.....	29
3.1	—	Vegetación.....	29
3.1.1	—	Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama.....	29
3.1.2	—	Cobertura, composición y estado vital de la vegetación en la zona de conexión vegetación-acuífero. 43	43
3.1.3	—	Estado vital de ejemplares de Algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>) y proporción de follaje verde. 45	45
3.2	—	Flora.....	49
3.2.1	—	Riqueza florística.....	49
3.2.2	—	Frecuencia y abundancia de la flora	52
3.2.3	—	pH y conductividad eléctrica del suelo	56
3.3	—	Fauna.....	62
3.3.1	—	Riqueza de Especies	62
3.3.2	—	Abundancias de especies de Fauna	66
3.4	—	Biota Acuática.....	90

3.4.1	—	Medio Abiótico y Medición de Clorofilas.....	90
3.4.2	—	Medio Biótico.....	123
4	—	BIBLIOGRAFÍA	243

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Vértices del Área de estudio.....	1
Tabla 1-2.	Frecuencia de medición de variables del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06	3
Tabla 2-1.	Puntos de control de posición utilizados para georreferenciar la imagen satelital del Borde Este del Salar de Atacama	5
Tabla 2-2.	Criterios utilizados para clasificar la vitalidad	8
Tabla 2-3.	Escalas utilizadas para clasificar la copa verde.....	9
Tabla 2-4.	Escalas utilizadas para clasificar la copa verde.....	9
Tabla 2-5.	Ubicación de transectos de muestreo para la prospección de reptiles y aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama	15
Tabla 2-6.	Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas en el Salar de Atacama	18
Tabla 2-7.	Sectores evaluados en el monitoreo de biota acuática en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril del 2013.....	22
Tabla 3-1.	Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.	33
Tabla 3-2.	Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de copa verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.....	35
Tabla 3-3.	Frecuencia de Puntos de muestreo de vegetación según Fase Fenológica del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013	36
Tabla 3-4.	Superficie (ha) de los Tipos Vegetacionales identificados en el Borde este del Salar de Atacama..	38
Tabla 3-5.	Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.....	40
Tabla 3-6.	Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, corregidos en base a los resultados de 2013. Campañas 2006 a 2013.....	42
Tabla 3-7.	Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero	44
Tabla 3-8.	Vitalidad de los ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar. Campañas 2006-2013 .	46
Tabla 3-9.	Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2013.....	48
Tabla 3-10.	Riqueza de especies presentes en el área de estudio	51
Tabla 3-11.	Riqueza de especies presentes en el Área de Estudio. "Pastos de lluvia"	52
Tabla 3-12.	Frecuencia de especies en los puntos de monitoreo considerados en los transecto realizados en el Borde Este del Salar de Atacama, campañas 2006 a 2013.	55
Tabla 3-13.	Rangos de pH del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013	56
Tabla 3-14.	Distribución de rangos de pH en los transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013.....	57
Tabla 3-15.	Rangos de conductividad eléctrica del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013.....	59
Tabla 3-16.	Conductividad eléctrica obtenida en cada punto de muestreo de flora. Campaña abril de 2013. .	60
Tabla 3-17.	Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio	63
Tabla 3-18.	Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.....	66

Tabla 3-19 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013	68
Tabla 3-20. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2013.....	71
Tabla 3-21. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama, Campañas 2006 a 2013. Total por especie.	73
Tabla 3-22. Abundancia de flamencos en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2013.	75
Tabla 3-23. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2013.	75
Tabla 3-24. Abundancia de flamencos en sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campaña Abril 2006 a 2013.	80
Tabla 3-25. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2013.	82
Tabla 3-26. Abundancia de flamencos en las lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2013	84
Tabla 3-27. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2013.	84
Tabla 3-28. Abundancia de micromamíferos en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.	88
Tabla 3-29. Índice de visitas de Zorro Culpeo (<i>Pseudalopex culpaeus</i>) a estaciones olfativas. Campañas 2007 a 2013.....	89
Tabla 3-30. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Soncor. Sistema Sonco Campaña de Abril 2013	90
Tabla 3-31. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos sector Soncor. Sistema Soncor Campaña de Abril 2013	95
Tabla 3-32. Clorofila “a” del fitoplancton y perifiton sector Soncor. Sistema Soncor Campaña de Abril 2013 ..	97
Tabla 3-33. Parametros de calidad de agua determinados in situ. Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013.....	101
Tabla 3-34. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013.....	107
Tabla 3-35. Clorofila “a” del fitoplancton y perifiton Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013	109
Tabla 3-36. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013.....	113
Tabla 3-37. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013.....	118
Tabla 3-38. Clorofila “a” del fitoplancton y perifiton Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013.....	120
Tabla 3-39. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puilar Abril 2013	128
Tabla 3-40A. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Barros Negros Abril 2013	135
Tabla 3-40B. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Chaxa Abril 2013	138
Tabla 3-40C. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Burro Muerto Abril 2013.....	139
Tabla 3-41. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013	148
Tabla 3-42. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013	156

Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013	173
Tabla 3-44. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto) Abril 2013	177
Tabla 3-45. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Aguas de Quelana Abril 2013.....	182
Tabla 3-46. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013	188
Tabla 3-47. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013	199
Tabla 3-48. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Soncor. Abril 2013	202
Tabla 3-49. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Aguas de Quelana. Abril 2013.....	205
Tabla 3-50. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Peine Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013	208
Tabla 3-51. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Puilar. Abril 2013	219
Tabla 3-52. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Soncor Laguna Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. Abril 2013	222
Tabla 3-53. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Aguas de Quelana. Abril 2013.....	225
Tabla 3-54. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Peine: Laguna Interna (PE), Saladita (SA-1) y Saladita (SA-2). Abril 2013	228
Tabla 3-55. Composición y porcentaje cobertura de la vegetación acuática en los 4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2013	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación de componentes bióticos objeto del Plan de Seguimiento Ambiental del Salar de Atacama	2
Figura 2-1. Vegetación en mosaico y su representación cartográfica. Ejemplo de pradera de grama salada (<i>Distichlis spicata</i>).....	8
Figura 2-2. Distribución en terreno de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>), respecto del pozo Camar	10
Figura 2-3. Ubicación de puntos de muestreo de flora	11
Figura 2-4. Hábitats para fauna presentes en el área de estudio	12
Figura 2-5. Sectores de muestreo de fauna	17
Figura 2-6. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Soncor	19
Figura 2-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Aguas de Quelana.....	20
Figura 2-8. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Peine.	21
Figura 2-9. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Soncor	23
Figura 2-10. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Aguas de Quelana.....	23
Figura 2-11 Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Peine	25
Figura 3-1 Estado del follaje de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama en los meses de noviembre de 2005 y abril de 2006.....	30

Figura 3-2. Vitalidad de las formaciones vegetacionales en el Borde este del Salar de Atacama. Campaña 2013.....	31
Figura 3-3. Categorías de vitalidad de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Evolución temporal campañas 2006-2013.....	32
Figura 3-4. Proporción de follaje verde de las formaciones vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2013.....	34
Figura 3-5. Fenología de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2013.....	37
Figura 3-6. Tipos vegetacionales y superficie cubierta con vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama. Período 2006 a 2012.....	39
Figura 3-7. Limitaciones del uso de imágenes satelitales para la identificación de áreas cubiertas con vegetación. Baja cobertura de la vegetación (izquierda); diferencias en el color del sustrato (centro) y reflectancia de costra salina (derecha).....	40
Figura 3-8. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.....	41
Figura 3-9. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, corregidos en base a los resultados de 2013. Campañas 2006 a 2013.....	43
Figura 3-10. Clasificación de los puntos de muestreo en la zona de conexión vegetación-acuífero, por categorías de cobertura de la vegetación. Campañas de Enero y Abril de 2013.....	44
Figura 3-11. Vitalidad de los ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar. Campañas 2006-2013.....	47
Figura 3-12. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (<i>Prosopis flexuosa</i>) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2013.....	48
Figura 3-13. Frecuencia de las especies vegetales en los puntos de monitoreo dentro de los transectos de flora en el Borde Este del Salar de Atacama, campañas de 2006 a 2013.....	53
Figura 3-14. Comparación del pH actual con el obtenido en años anteriores.....	58
Figura 3-15. Comparación de la conductividad eléctrica actual con la obtenida en años anteriores.....	61
Figura 3-16. Abundancia de flamencos en Laguna Puillar.....	76
Figura 3-17. Abundancia de flamencos en laguna Chaxa.....	77
Figura 3-18. Abundancia de flamencos en laguna Barros Negros.....	78
Figura 3-19. Abundancia de flamencos en canal Burro Muerto.....	79
Figura 3-20. Abundancia de flamencos en el sistema Lacustre Aguas de Quelana.....	81
Figura 3-21. Abundancia de flamencos en laguna Salada.....	85
Figura 3-22. Abundancia de flamencos en laguna Saladita.....	86
Figura 3-23. Abundancia de flamencos en laguna Interna.....	87
Figura 3-24. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006-2013.....	92
Figura 3-25. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006-2013.....	93
Figura 3-26. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2009 - 2013.....	96
Figura 3-27. Variación anual de los parámetros clorofila "a" del fitoplancton y del perifiton sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013.....	98
Figura 3-28. Variación espacial de los parámetros físico químicos determinados in situ sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Campaña 2013.....	99

Figura 3-29. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en la columna de agua sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013	104
Figura 3-30. 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 - 2013	105
Figura 3-31. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013	108
Figura 3-32. Variación anual de los parámetros clorofila "a" del fitoplancton y del perifiton sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013	110
Figura 3-33. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Campaña 2013	111
Figura 3-34. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013.....	115
Figura 3-35. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013	116
Figura 3-36. 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 2009 - 2013.....	119
Figura 3-37. Variación anual de los parámetros clorofila "a" del fitoplancton y del perifiton sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013.....	121
Figura 3-38. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Campaña - 2013	122
Figura 3-39. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados	125
Figura 3-40. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puillar Abril 2013.....	131
Figura 3-41. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas Puillar Abril 2013. Se destaca aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.....	133
Figura 3-42. Parametros comunitarios evaluados en el sector Soncor- Laguna Barros Negros (BN) Chaxa (CH) y Burro Muerto (BM) abril 2013	135
Figura 3-43A. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Barros Negros abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	142
Figura 3-43B. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Chaxas abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	143
Figura 3-43B. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Burro Muerto abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	144
Figura 3-44. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Aguas de Quelana abril 2013.....	146
Figura 3-45. Apariencia de <i>Nitzschia inconspicua</i> grunow	147
Figura 3-46. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Aguas de Quelana. Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	154
Figura 3-47. Parámetros comunitarios evaluados en el sector de Peine Abril 2013.....	159
Figura 3-48A. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas. Sector de Peine Laguna Interna (PE) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancia relativas >10%.....	160
Figura 3-48B. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas. Sector de Peine Laguna Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancia relativas >10%	161
Figura 3-49. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Puillar	165
Figura 3-50. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Puillar	165
Figura 3-51. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto)	166

Figura 3-52. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Soncor (Lagunas Barros Negros (BN), Chaxa (CH-1) y Burro Muerto (BM-1)).....	166
Figura 3-53. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Aguas de Quelana.....	167
Figura 3-54. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Aguas de Quelana.....	167
Figura 3-55. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).....	168
Figura 3-56. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).....	168
Figura 3-57. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados.....	170
Figura 3-58. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Puilar Abril 2013.....	174
Figura 3-59. Abundancia relativa de las microalgas fitoplanctónicas sector Puilar Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.....	175
Figura 3-41. Parametros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Soncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM) Abril 2013.	178
Figura 3-61. Abundancia relativa de microalgas fitoplanctónicas sector Soncor Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.	179
Figura 3-62. Parametros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Aguas de Quelana Abril 2013	185
Figura 3-63. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas sector Aguas de Quelana Abril 2013. Aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	186
Figura 3-64. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Peine Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013	189
Figura 3-65. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas sector Peine Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%	190
Figura 3-66. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Puilar	193
Figura 3-67. Análisis históricos de la riqueza de fitoplancton sector Puilar	194
Figura 3-68. Análisis históricos de la abundancia fitoplancton sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto).....	194
Figura 3-69. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Soncor (Lagunas Barros Negros (BN), Chaxa (CH-1) y Burro Muerto (BM-1)).....	195
Figura 3-70. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Aguas de Quelana	195
Figura 3-71. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Aguas de Quelana	196
Figura 3-72. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Peine (Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2))	196
Figura 3-73. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Peine (Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2)).....	197
Figura 3-74. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados	198
Figura 3-75. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puilar. Abril 2013.....	200
Figura 3-76. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Puilar. Abril 2013	201
Figura 3-77. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Soncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013	203
Figura 3-78. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Soncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013	204

Figura 3-79. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana. Abril 2013	206
Figura 3-80. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Aguas de Quelana. Abril 2013	207
Figura 3-81. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Peine. Laguna Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013	208
Figura 3-82. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Peine. Abril 2013	210
Figura 3-83. Análisis histórico de la abundancia del zoobentos sector Puilar	212
Figura 3-84. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Puilar.....	213
Figura 3-85. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Soncor Lagunas Barros Negros, Chaxas, Burro Muerto.....	214
Figura 3-86. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto.....	214
Figura 3-87. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Aguas de Quelana	214
Figura 3-88. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Aguas de Quelana	215
Figura 3-89. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Peine Laguna Interna, Salada y Saladita.....	216
Figura 3-90. Análisis histórico de la riqueza de taxa del zoobentos sector Peine. Lagunas Internas, Salada y Saladita.....	216
Figura 3-91. Análisis de los principales parámetros comunitarios del zooplancton en los 4 sectores monitoreados.....	218
Figura 3-92. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Puilar. Abril 2013.....	220
Figura 3-93. Abundancia relativas de los organismos del zooplancton sector Puilar. Abril 2013	220
Figura 3-94. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Soncor Laguna Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013	223
Figura 3-95. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Soncor Laguna Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013	224
Figura 3-96. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana Abril 2013.....	225
Figura 3-97. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton sector Aguas de Quelana Abril 2013	227
Figura 3-98. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluado en el sector Peine: Laguna Interna (PE), Saldita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013	229
Figura 3-99. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton sector Peine. Abril 2013	229
Figura 3-100. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Puilar.....	232
Figura 3-101. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Puilar.....	233
Figura 3-102. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto.....	234
Figura 3-103. Análisis históricos de la riqueza de taxas del zooplancton sector Soncor: Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto	234
Figura 3-104. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Aguas de Quelana	234
Figura 3-105. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Aguas de Quelana	235
Figura 3-106. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Peine: Lagunas Internas, Salada y Saladita.....	236
Figura 3-107. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Peine; Lagunas Internas, Salada y Saladita.....	236

Figura 3-108. Análisis de la cobertura de vegetación acuática en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama. Abril 2013	237
Figura 3-109. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Puilar, Periodo 2006 - 2013	239
Figura 3-110. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Soncor. Periodo 2006 2013	240
Figura 3-111. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Aguas de Quelana. Periodo 2006 2013.....	240
Figura 3-112. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Peinea. Periodo 2006 2013	241

ANEXOS

Anexo I -Cartografía de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Mapa 2013.

Anexo II- Base de datos vegetacional de terreno en Zona Borde Este.

Anexo III - Base de datos vegetacional de terreno en Zona Borde Este zona de conexión vegetación-acuífero.

Anexo IV - Base de datos florística de terreno.

Anexo V - Base de datos monitoreo de *Prosopis flexuosa* DC., sector pozo Camar 2.

Anexo VI - Registro fotográfico de *Prosopis flexuosa* DC., sector pozo Camar 2.

Anexo VII - Certificados Acreditación de Laboratorios de análisis de suelos

Anexo VIII – Bibliografía.

1 — INTRODUCCIÓN

Es materia del presente Informe exponer los resultados de la sexta 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 Ambiente¹ II Región (RCA N° 226/2006), que aprueba ambientalmente dicho proyecto.

En la Tabla 1-1 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 1-2, 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 2012. Se reportan además mediciones efectuadas en enero de 2012 correspondientes a la evaluación de la vegetación ubicada en la zona de conexión vegetación acuífero, para la cual el PSA Biótico contempla mediciones tanto en enero como abril de cada año (Tabla 1-2).

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 séptima 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. Vértices del Área de estudio

Vértice	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

¹ Actualmente Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Figura 1-1. Ubicación de componentes bióticos objeto del Plan de Seguimiento Ambiental del Salar de Atacama

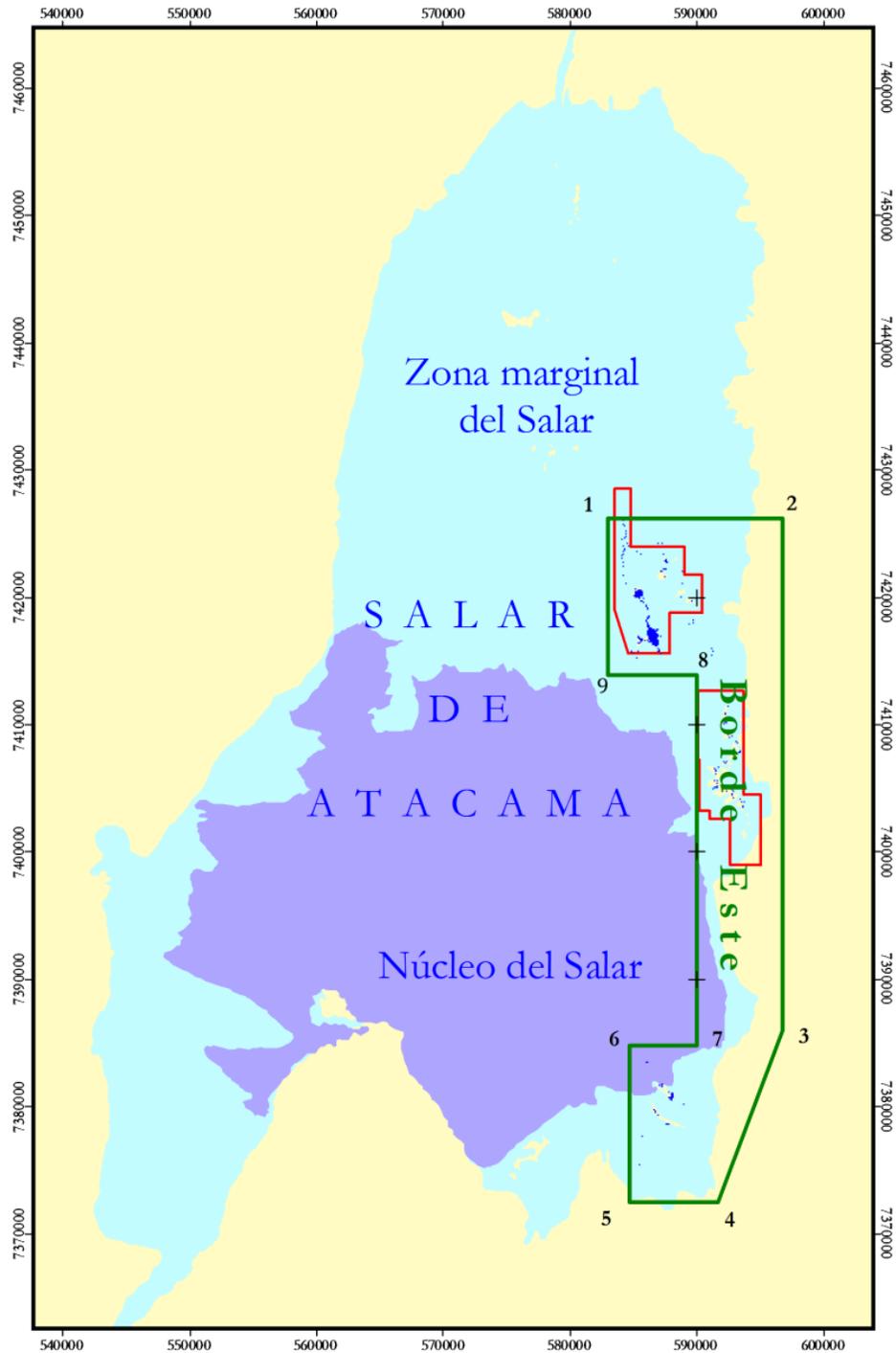


Tabla 1-2. Frecuencia de medición de variables del PSA del Salar de Atacama de acuerdo a lo establecido en la RCA N° 226/06

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 (Prosopis flexuosa) en sector Camar 2	Anual	Anual
Flora	Considerando 10.3.2	Composición y cobertura de especies	Anual	Anual
		pH y salinidad en sustrato superficial suelo		
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 ²	Resuelve 1.3	Propiedades físicas, químicas y biológicas	1 vez	1 vez

Los componentes ambientales destacados en negrita son reportados en el presente informe.

² 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.

2 — ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 — Vegetación

El monitoreo de la vegetación se efectuó en el Borde Este del Salar de Atacama (Figura 1-1) 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 (WorldView II modalidad Bundle). La imagen satelital fue tomada en el mes de abril de 2013 en forma simultánea con los trabajos de prospección de terreno.

Este monitoreo se basa en la caracterización de la vegetación presente en 99 puntos de muestreo distribuidos en el área de estudio mostrada en la Figura 1-1 y que son representativos de todas las formaciones vegetacionales presentes en el lugar. El seguimiento del componente vegetación permitirá detectar si se producen cambios en la cobertura vegetal del Borde Este y que pudieran tener relación con la operación del proyecto. Para tales efectos, se utilizó la misma red de 99 puntos de terreno utilizada en la campaña pre-operacional efectuada en abril de 2006 y es concordante con lo establecido en la RCA N°226/2006 la cual calificó favorablemente el proyecto. La ubicación y caracterización completa de la vegetación en esos puntos se entrega en el Anexo II.

En base a la información de los puntos de monitoreo en terreno y a la delimitación e interpretación de unidades vegetacionalmente homogéneas sobre la imagen satelital se elaboró un Mapa de Vegetación para toda el área de estudio. En este mapa se muestra la distribución y abundancia de todos los tipos vegetacionales descritos para el área y se presenta en el Anexo I.

Adicionalmente, en los meses de enero y abril de 2013, 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.

Por otra parte, en el mes de abril de 2013, se efectuaron 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

2.1.1.1 — Georreferenciación y ecualización de bandas de la imagen satelital

En una primera etapa, se tomó una imagen WorldView II modalidad Bundle del área de interés (ver Figura 1-1) en el mes de abril de 2013. Esta modalidad (Bundle) consiste en la toma simultánea de una imagen multispectral de 4 bandas con una resolución espacial de 2 m y una imagen pancromática (1 banda) de resolución espacial 0,6 m.

Para la ortorrectificación (o 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 posición 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	7.377.731	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 sobre el terreno, y proporcionando una primera aproximación de la estimación de formaciones vegetacionales factibles de reconocer a simple vista.

2.1.1.2 — 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 cercana.

2.1.1.3 — Elaboración de un Índice de Vegetación (NDVI)

El Índice diferencial de vegetación normalizado, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice comúnmente usado para estimar presencia y vitalidad de la vegetación. Este índice se basa en la típica respuesta espectral de la vegetación en la banda roja e infrarroja del espectro electromagnético. Estas bandas se registran en los sensores utilizados en este estudio (Quickbird-II y Worldview II), pudiéndose elaborar una nueva imagen que cubre el área de estudio correspondiente al NDVI. Este índice asigna valores que van de -1 a +1 para todos los píxeles contenidos en la imagen. Valores de NDVI negativos corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve, y los valores positivos cercanos a cero corresponden principalmente a roca y a terreno desnudo, por ello normalmente en estudios vegetacionales se acota el rango de variación de éste índice entre 0 y 1. Si bien los valores de NDVI dependen de la época del año en que se obtuvo la imagen y de la fenología de las especies del lugar, en general se considera que los valores moderados de NDVI representan terrenos con arbustos y praderas (0,2 a 0,3), mientras que los valores altos indican bosques de zonas templadas y tropicales (0,6 a 0,8). Las imágenes que representan los NDVI, en su forma original corresponden a imágenes en blanco y negro, donde una escala de grises cubre toda la gama que va desde los valores -1 (representado por el color negro) al valor +1, representado por el blanco.

A partir de la imagen satelital captada en abril de 2013 y mediante el uso de software específicos se elaboró un NDVI para el área de estudio. Esta nueva imagen se utilizó como herramienta complementaria en la discriminación de presencia/ausencia de vegetación.

2.1.1.4 — Segmentación de imagen satelital, delimitación de unidades vegetacionales y elaboración de cartografía

En base a la clasificación supervisada de la imagen satelital, el índice de vegetación NDVI elaborado, la interpretación visual de la imagen (de color, grano y textura) y la información recopilada en terreno de los 99 puntos de muestreo señalados en la sección 2.1, se realizó una segmentación de la imagen satélite para toda el área de estudio. Esta segmentación consistió en la identificación de áreas sobre las cuales la cobertura de uso de suelo en homogénea, de este modo se diferenció áreas cubiertas con suelo desnudo, por cuerpos de agua y por vegetación.

Adicionalmente, en esta etapa se realizaron correcciones a la segmentación realizada sobre la imagen satelital y monitoreo del año anterior, en base a la información obtenida en el levantamiento de terreno que se expone en la sección siguiente.

Producto de esta etapa se obtuvo una cobertura digital de polígonos clasificados en Formaciones Vegetacionales. La representación de los distintos polígonos identificados para el área de estudio se presenta en un Mapa Temático de la Vegetación a escala 1:50.000 (Anexo I).

2.1.1.5 — Prospección vegetacional de terreno

En forma paralela a la toma de las imágenes satelitales para el área de estudio, se efectuó durante abril de 2013 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, correspondientes a los puntos de monitoreo de las formaciones

vegetacionales en el Borde Este del Salar de Atacama y contemplados en la RCA N°226/2006. En cada punto se registraron las especies presentes, cobertura, vitalidad, porcentaje de copa verde y fase fenológica. La ubicación de los puntos de muestreo, caracterización de las unidades vegetacionales, así como los criterios utilizados para la clasificación de cobertura, vitalidad, fenología y proporción de follaje verde se entregan en el Anexo II.

Dado que la campaña de terreno se realizó en forma paralela a la obtención de la imagen satelital de 2013, para la prospección vegetacional en terreno de la presente campaña, se usó como base cartográfica la imagen satelital obtenida el año anterior y los polígonos vegetacionales definidos por la segmentación realizada en 2012. Por lo anterior, la prospección de terreno permitió realizar una revisión y eventuales correcciones de las unidades generadas mediante segmentación de imágenes satelitales en gabinete y descritas para el área. En los casos en que fue necesario se modificaron y redefinieron polígonos en terreno. Dada la extensa dimensión del área de estudio y la imposibilidad de describir en detalle todo ese territorio, adicionalmente la campaña de terreno fue útil para la verificación de unidades vegetacionales que no han quedado representadas en los puntos de monitoreo, con el propósito de mejorar representación general de la vegetación en el Mapa elaborado.

2.1.1.6 — Clasificación de la vegetación y generalización de la información

Esta etapa consistió en asignar cada polígono identificado en las etapas anteriores dentro de alguno de los Tipos Vegetacionales descritos para el área de estudio. Para ello se utilizó como base la información registrada en terreno de los 99 puntos de monitoreo. Los polígonos generados en la etapa de segmentación se revisaron y en algunos casos se modificaron según la información de terreno, escala de trabajo adoptada y criterios de similitud de colores, tonos y texturas. El resultado de esta etapa fue una base de datos y cobertura digital de la vegetación para la totalidad del área de estudio, la que permitió representar gráficamente las abundancias y distribución de la vegetación por Tipos Vegetacionales, de acuerdo a las especies dominantes y grados de cobertura que ellos poseen.

2.1.1.7 — Escala de trabajo

Con el propósito de elaborar un Mapa de vegetación para el área de estudio a escala 1:50.000, se definió como unidad mínima cartografiable polígonos cuya superficie fue de 5 ha. Se entenderá por unidad mínima cartografiable, a la unidad espacial de menor superficie que podrá ser representada e identificada adecuadamente en un mapa. Unidades vegetacionales más pequeñas de esa superficie fueron integradas en unidades de mayores dimensiones.

El criterio utilizado en la definición de la unidad mínima cartografiable permite garantizar una adecuada representación e identificación de los polígonos que representan las unidades vegetacionales definidas y descritas en terreno. Adicionalmente acoge las recomendaciones generales en la elaboración de cartografía temática de la vegetación.

2.1.1.8 — Mosaicos de vegetación

Al interior del área de estudio existen formaciones vegetacionales que se presentan en forma de parches discontinuos y que individualmente pueden cubrir una pequeña superficie. Estos parches de vegetación, conforme a la escala de trabajo y unidad mínima cartografiable definidas para este estudio, no podrían ser representados en el Mapa de Vegetación. A fin de lograr una adecuada representación cartográfica de estas formaciones y dar cuenta de la particular condición ecológica en que se desarrollan, dichos parches de vegetación fueron integrados en unidades vegetacionales homogéneas de mayor tamaño, las que fueron

designadas como mosaicos vegetacionales, en donde la vegetación presente se inserta en una matriz de suelo desnudo (Figura 2-1).

Figura 2-1. Vegetación en mosaico y su representación cartográfica. Ejemplo de pradera de grama salada (*Distichlis spicata*).



2.1.1.9 — 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, además de la fase fenológica en la que se encontraba conforme a las siguientes categorías (Tabla 2-2):

a. Vitalidad

Tabla 2-2. Criterios utilizados para clasificar la vitalidad

Código utilizado	Descripción
0	<u>Ejemplares secos</u> : No presentan follaje verde ni estructuras reproductivas.
1	<u>Ejemplares muy débiles</u> : Presentan escaso follaje verde, sin producción de frutos. Se observan signos de ataque de patógenos.
2	<u>Ejemplares débiles</u> : Aun cuando presentan follaje verde puede observarse signos leves de ataques de patógenos. No obstante, son capaces de producir algunos frutos.
3	<u>Ejemplares de crecimiento normal</u> : Presentan gran parte de su follaje verde. Producción de frutos. Sin signos de patógenos
4	<u>Ejemplares excepcionalmente vigorosos</u> : Presentan abundancia de follaje y estructuras reproductivas.

b. Porcentaje de follaje verde

Corresponde a la proporción de la planta 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 defoliadores o barrenadores de madera). Las categorías de porcentaje de copa verde utilizadas se indican a continuación:

Tabla 2-3. Escalas utilizadas para clasificar la copa verde

Código utilizado	Follaje verde (%)
0	0%
1	<5%
2	5-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	75-100%

c. Fenología

Tabla 2-4. Escalas utilizadas para clasificar la copa verde

Código utilizado	Descripción
1	Senescente
2	Crecimiento vegetativo
3	Floración
4	Fructificación

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

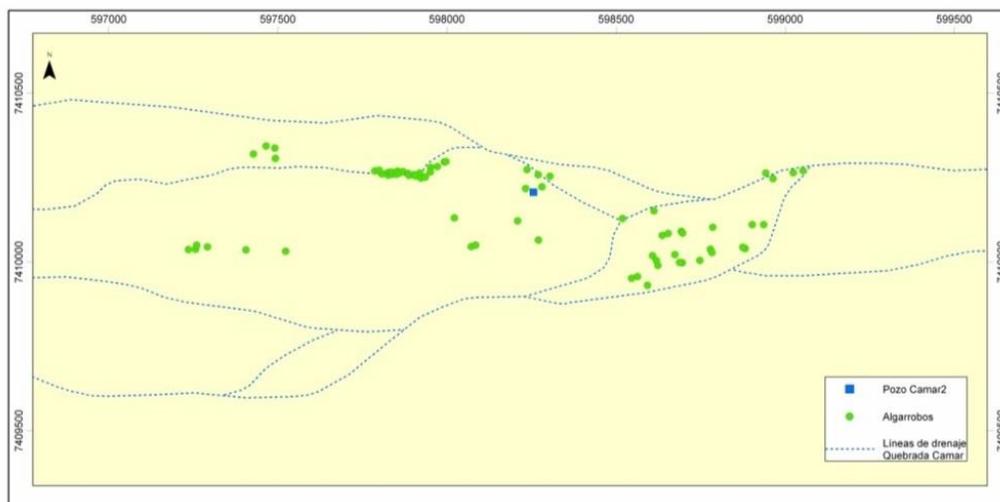
A objeto de monitorear el efecto del bombeo de agua dulce del proyecto sobre la vegetación de la zona de conexión vegetación-acuífero definida en el Anexo II de la Adenda III del EIA, se seleccionó un conjunto de 19 puntos en donde se realizaron mediciones directas de terreno, de cobertura, composición y vitalidad de la vegetación, en los meses de enero y abril. Las observaciones de vitalidad se realizaron utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1.9 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 2013.

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

Figura 2-2. Distribución en terreno de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*), respecto del pozo Camar



Cada ejemplar en el terreno se encuentra identificado mediante una etiqueta metálica numerada. Para cada ejemplar se efectuaron observaciones de vitalidad y porcentaje de copa verde utilizando las categorías indicadas en la Sección 2.1.1.9 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

Los antecedentes recopilados en la evaluación de terreno fueron complementados 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

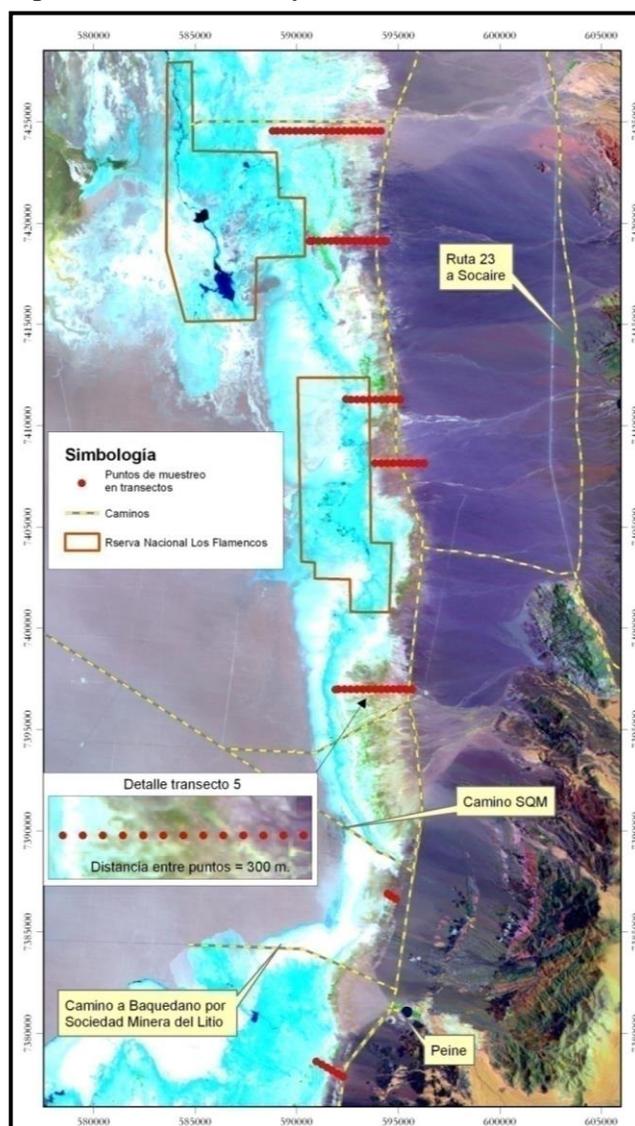
Para el seguimiento de la flora del Borde Este se utilizó una red de puntos de muestreo ubicada en la zona con presencia de vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (Figura 2-3). Consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispuso un total de 75 puntos 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". 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.

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 registraron

también 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 2013), 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.

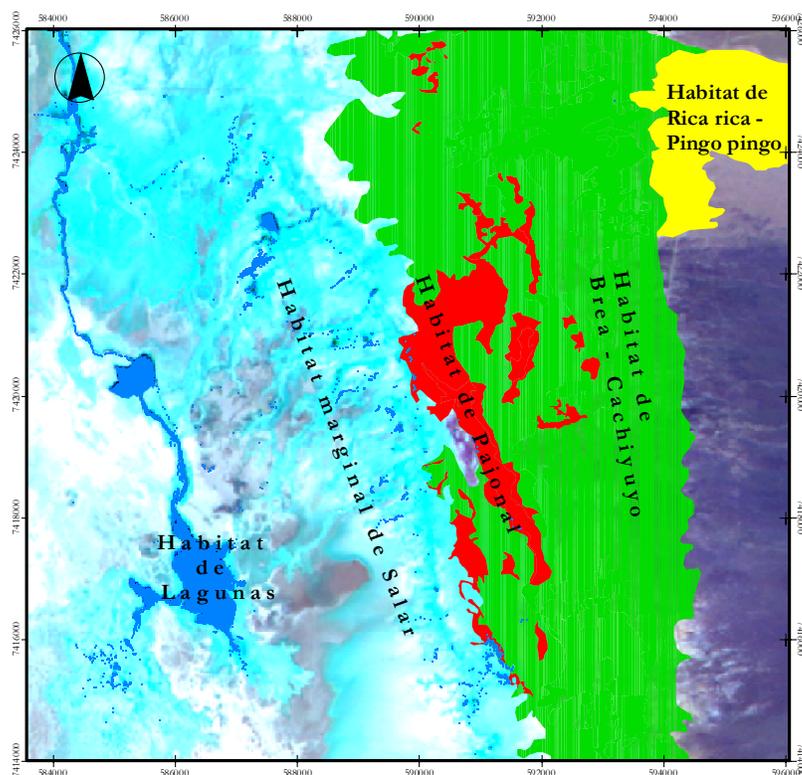
Figura 2-3. Ubicación de puntos de muestreo de flora



2.3 — Fauna

El área de monitoreo está conformada por el sector denominado Borde Este del Salar de Atacama y los sistemas lacustres de Soncor, Aguas de Quelana y Peine. El trabajo en terreno fue realizado en abril de 2013 y corresponde a la sexta campaña de Seguimiento de la fauna durante la fase de operación del proyecto. Los hábitats reconocidos y estudiados se indican en Figura 2-4 a continuación.

Figura 2-4. Hábitats para fauna presentes en el área de estudio



El monitoreo de la fauna se efectuó sobre la base del muestreo de la presencia y la abundancia de la fauna en los diferentes hábitats 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 consultaron los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993) y Torres-Mura (1994) que contienen una extensa bibliografía, los resultados específicos del “Proyecto Sectorial Biomas y Climas Terrestres y Marinos del Norte de Chile” desarrollado en la región de Antofagasta (Spotorno *et al.*, 1998, Rau *et al.*, 1998, Veloso y Núñez, 1998, Marquet *et al.*, 1998) y además las páginas bibliográficas de E. Silva-Aránquiz en la red global (www.bio.puc.cl/auco).

La consulta bibliográfica incluyó las siguientes referencias:

i) para anfibios y reptiles: Cei (1962), Donoso-Barros (1966), Pincheira-Donoso y Núñez (2005), Ramírez y Pincheira-Donoso, (2005), Veloso y Navarro (1988), Vidal y Labra (2008);

ii) para aves: Goodall, et al. (1946, 1951), Jaramillo (2003), Lazo y Silva (1993), Martínez y González (2005), Muñoz-Pedrerros y colaboradores (2004), Stotz y colaboradores (1996).

iii) para mamíferos: Muñoz y Yáñez (2009), Iriarte (2008, 2010), Iriarte y et al. (2011) Iriarte y Jaksic (2012) y Osgood (1943).

2.3.1 — Determinación del Estado de Conservación de las especies

Para establecer el estado de conservación de la fauna de vertebrados (reptiles, aves y mamíferos) presentes en el área de estudio, se utiliza el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCES), contenidos en los D. S. de MINSEGPRES y del Ministerio Medio Ambiente.

La Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley N° 19.300 de 1994 y su modificación del artículo 37, en la Ley N° 20.417 de 2010) establece que “El reglamento fijará el procedimiento para clasificar las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres, sobre la base de antecedentes científico-técnicos, y según su estado de conservación, en las categorías recomendadas para tales efectos por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) u otro organismo internacional que dicte pautas en estas materias”. En junio de 2004 el Decreto Supremo N° 75 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia aprobó el Reglamento para Clasificación de Especies Silvestres, que establece las disposiciones que rigen el procedimiento para la clasificación de especies de flora y fauna silvestre en las categorías de conservación a que alude el artículo 37 de la ley N° 19.300.

En concordancia con ese Reglamento, los Decretos Supremos N° 151 de diciembre de 2006, N° 50 y N° 51 de junio 2008 y N° 23 de Mayo de 2009 del MINSEGPRES, N° 33 de febrero de 2012 , N° 41 y N° 42 de abril de 2012, N° 19 de junio de 2012 y N° 13 de julio de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, oficializaron las clasificaciones del estado de conservación de numerosas especies de flora y de fauna silvestre. De acuerdo a lo anterior, para establecer el estado de conservación de la fauna se utiliza los D. S. de MINSEGPRES y del Ministerio del Medio Ambiente. Los D. S. N° 151, N° 50, N° 51 y N° 23 utilizan las categorías Extinto, En Peligro, Vulnerable, Rara, Insuficientemente Conocida y Fuera de Peligro. A partir del D. S. N° 33, quinto proceso, se utilizan las categorías: Extinta, En Peligro Crítico, En Peligro, Casi Amenazado y Preocupación Menor, ésta corresponde a una categoría de riesgo más bajo, en esta categoría se incluyen taxones abundantes y ampliamente distribuidos; y Datos Deficientes, esta última incluye las especies para las cuales no existe una información adecuada para valorar el riesgo de amenaza.

En forma complementaria con lo anterior, para el estado de conservación de la fauna de vertebrados tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) no incluidos en los mencionados Decretos Supremos, se contemplan los estados consignados en la Ley de Caza y su Reglamento (Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998, SAG 2012a), que contiene un listado de los vertebrados terrestres de Chile. La clasificación mencionada, usa las categorías En Peligro, Vulnerable, Rara, Inadecuadamente Conocida y Fuera de Peligro, definiendo estados de conservación por regiones o zonas del país (en este caso zona norte).

2.3.2 — Hábitats en el área de estudio

El área de monitoreo está conformada por el sector denominado Borde Este del Salar de Atacama y los sistemas lacustres de Soncor, Aguas de Quelana y Peine (ver Figura 1-1). El presente informe corresponde a la séptima campaña de seguimiento de la fauna, cuyo trabajo de terreno fue realizado en abril de 2013. Los hábitats reconocidos y estudiados se indican en la Figura 2-4 y Figura 2-5.

Tal como se observa en la Figura 2-4, 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.

- **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 de la cordillera. 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 *Tiquilia atacamensis*. Este hábitat presenta discontinuidad espacial en sentido norte-sur.
- **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*). Otra especie vegetal presente en este hábitat es la Rica rica (*Acantholippia deserticola*), la que usualmente se encuentra asociada a la presencia de Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*).
- **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*. Emplazado cerca del margen oriental del núcleo, algunos sectores de la Vega de Carvajal, Vega de Quelana y otras de menor tamaño ubicadas al sur de las lagunas Salada, Saladita e Interna forman parte de este hábitat.
- **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 de gran dureza y grosor, completamente seca en la superficie. Presenta además un sistema de cuerpos lacustres de agua salada de tamaño y profundidad variables. Este hábitat se encuentra totalmente carente de vegetación.
- **Hábitat de Lagunas:** Está representado por los cuerpos lacustres localizados en la Zona Marginal, a saber, Sistema Lacustre Soncor (que incluye las lagunas Barros Negros, Chaxa y Puilar); el Sistema Lacustre Aguas de Quelana y el Sistema Lacustre Peine (con las 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 (2009).

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.

2.3.3 — 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 2-5 y Figura 2-5. Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitats 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.

Cada transecto de 300 m fue recorrido a pie una vez por día durante tres días. Para cada recorrido se registraron 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.

Tabla 2-5. Ubicación de transectos de muestreo para la prospección de reptiles y aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama

Sector	Hábitat	Transecto N°	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

Al igual que en los informes de los años anteriores, las coordenadas de los transectos de aves terrestres y reptiles presentan una pequeña 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.

2.3.4 — Aves

Los sectores seleccionados tienen representados los cuatro hábitats 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 transecto (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. Tabla 2-6 indica la ubicación (coordenadas UTM) de los puntos de observación utilizados en esta campaña. En la Figura 2-6, Figura 2-7 y Figura 2-8 se presentan las distribuciones de los puntos señalados en la Tabla 2-6 en cada uno de los sistemas lacustres estudiados.

Figura 2-5. Sectores de muestreo de fauna

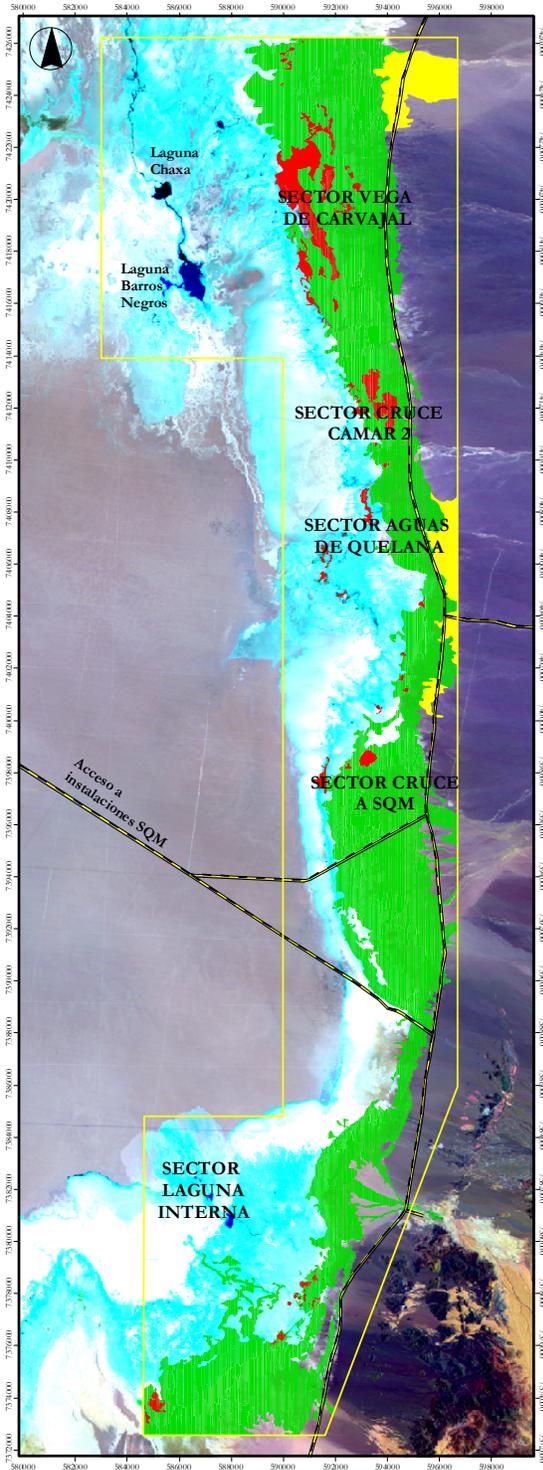


Tabla 2-6. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas en el Salar de Atacama

Sistema	Sector	Transecto Nº	Coordenadas UTM Datum PSAD56	
			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
		5	7.417.886	585.857
		6	7.417.398	585.979
	Laguna Barros Negros	7	7.416.709	586.036
		8	7.419.957	585.428
		9	7.422.785	588.401
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
		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. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Soncor

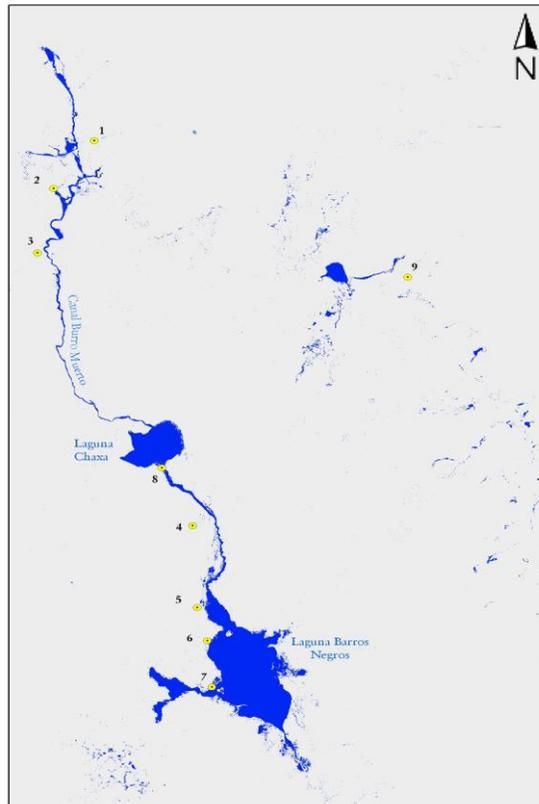


Figura 2-7. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Aguas de Quelana

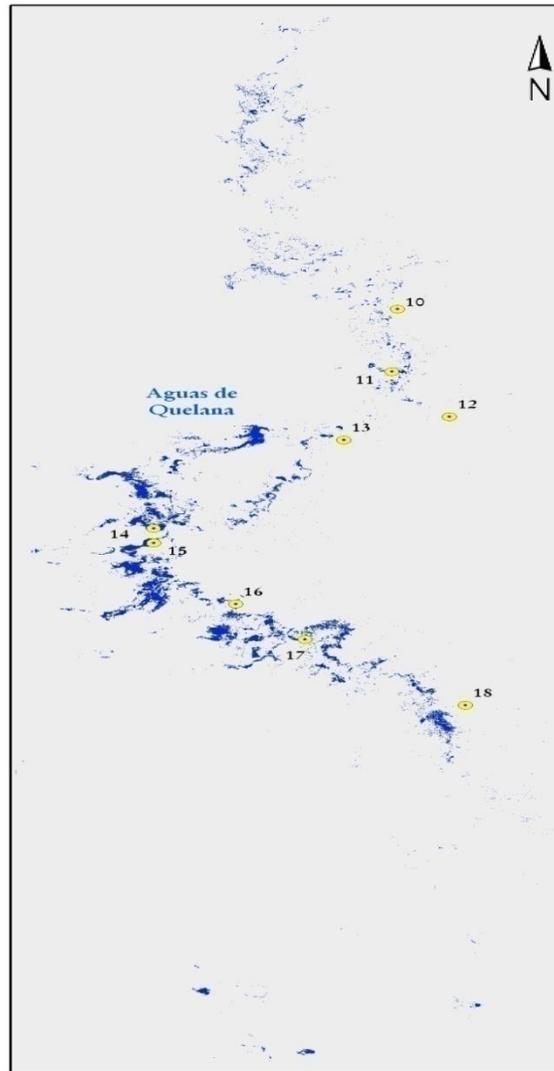
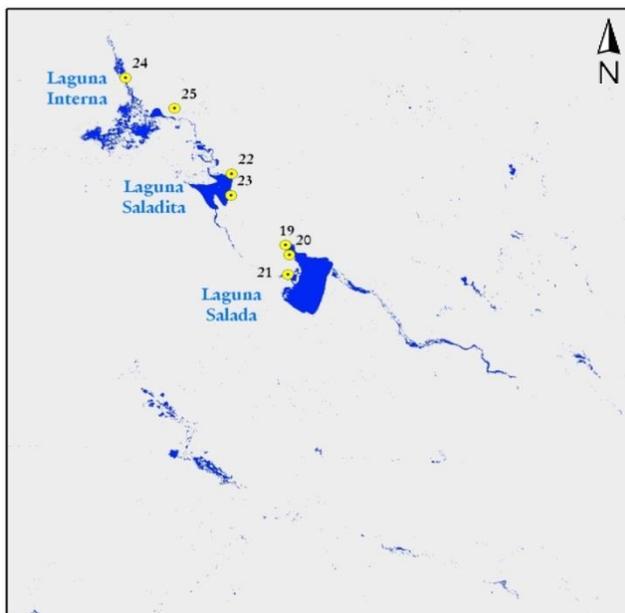


Figura 2-8. Ubicación de puntos de observación de aves acuáticas Sistema Peine.

Las abundancias se calcularon utilizando la metodología estándar que se aplica 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 las campañas de terreno 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 determinación de las especies y conteo de los ejemplares, se seleccionaron estaciones de 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 conductual de las especies presentes. Las campañas de seguimiento hasta la fecha se han efectuado fuera de la época reproductiva, por lo que no es 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.

2.3.5 — 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 hábitats relevantes para estos 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 15 trampas Sherman en cada una de tres estaciones de muestreo ubicadas en el sector de Vega de Carvajal y 15 trampas Sherman en cada una de tres estaciones de muestreo ubicadas en Aguas de Quelana (ver Figura 2-5). 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 de captura de 135 trampas/noche por sector y un esfuerzo total de captura de 270 trampas/noche por área estudiada. 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 de visitas por animales en relación al número de estaciones en operación (Muñoz-Pedrerros *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 en 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. Las estaciones fueron monitoreadas durante un período de tres días.

2.4 — 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 Soncor, 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 2-7 y Figura 2-9, Figura 2-10 y Figura 2-11.

Tabla 2-7 Sectores evaluados en el monitoreo de biota acuática en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril del 2013.

Sector	Nombre de la Estación	Código de identificación	Coordenadas UTM-Este	Coordenadas UTM-Norte
Soncor	Puilar vertiente	PU-1	588.428	7.423.077
	Puilar canal 2	PU-2	588.037	7.422.781
	Puilar laguna 2	PU-3	587.710	7.422.784
	Puilar canal 1	PU-4	588.572	7.422.427
	Puilar 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

Tabla 2-7 Sectores evaluados en el monitoreo de biota acuática en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña abril del 2013.

Sector	Nombre de la Estación	Código de identificación	Coordenadas UTM-Este	Coordenadas UTM-Norte
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
	Quelana 9	Q-9	592.516	7.411.812
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

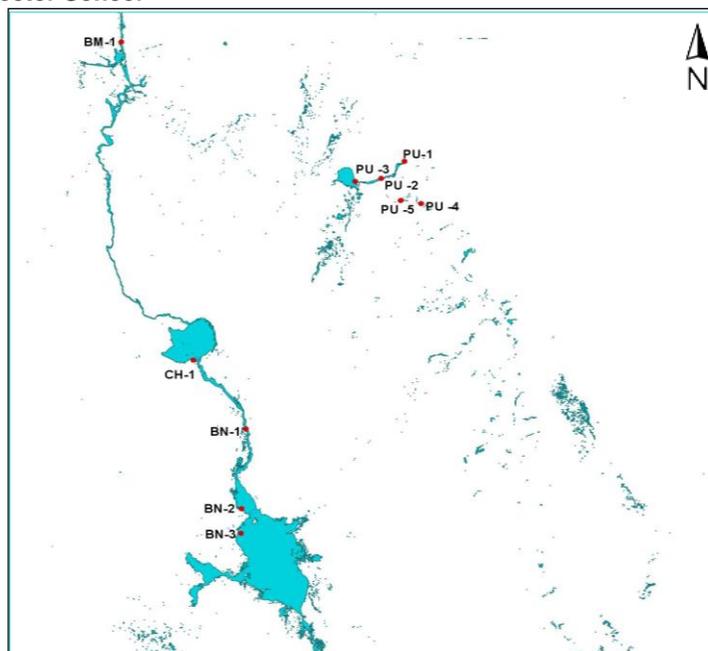


Figura 2-10. Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Aguas de Quelana

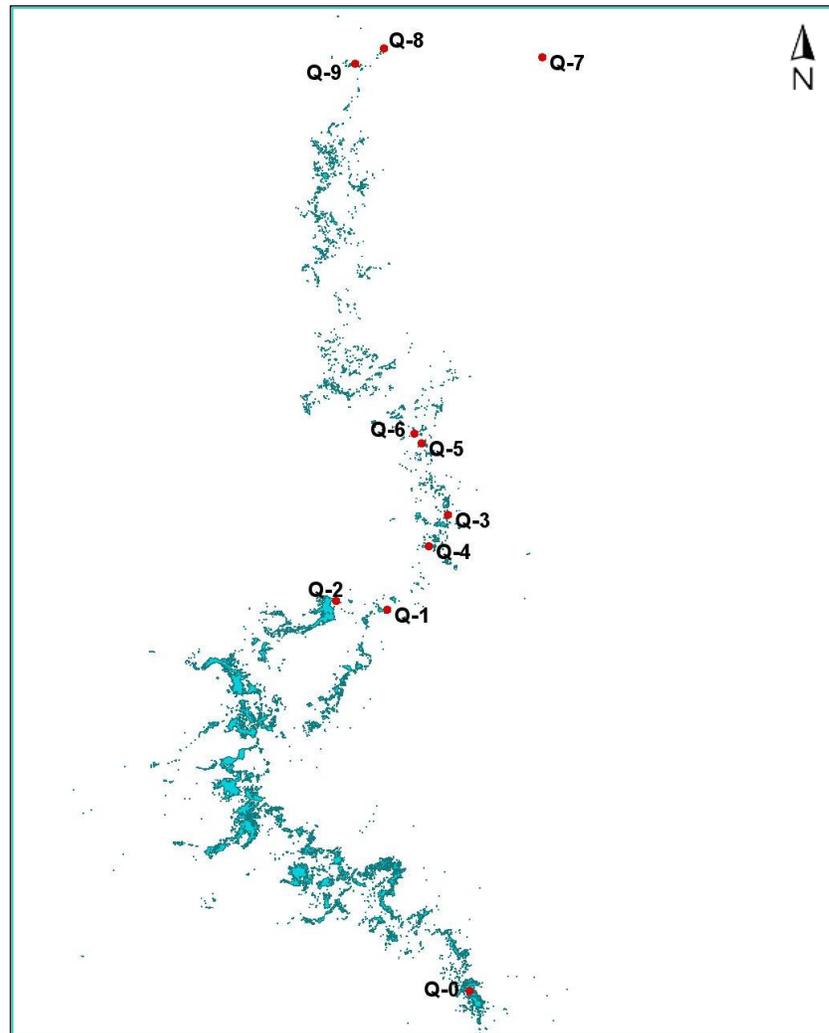
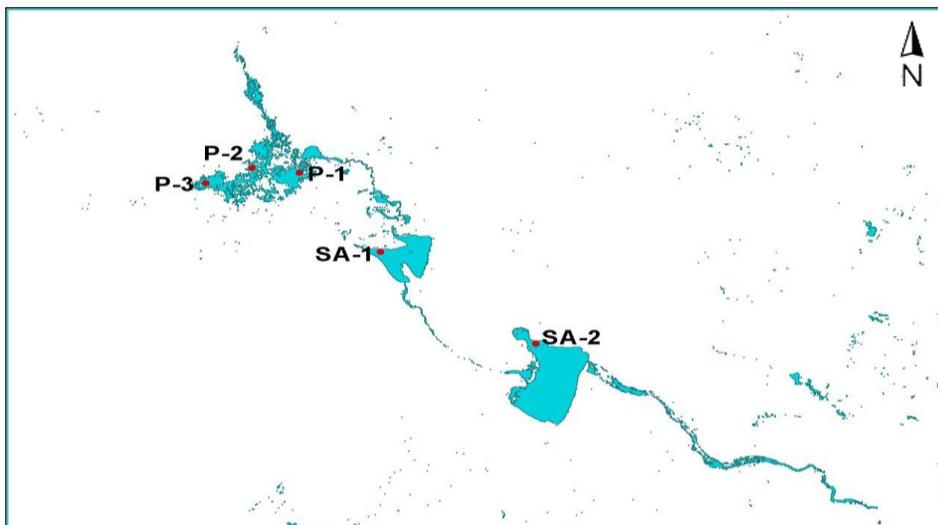


Figura 2-11 Ubicación de estaciones de muestreo de biota acuática. Sector Peine



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.

2.4.1 — Medio Abiótico

2.4.1.1 — Parámetros físicos y químicos de la columna de agua

a. 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.

2.4.1.2 — 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.

2.4.1.3 — 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 de Lfitobentos (Cél/cm³)
- Riqueza y abundancia del Zooplancton en la fracción de tamaño < 350 µm a > 500 µm (Ind./L)
- Riqueza y Abundancia de 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)

2.4.1.4 — 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.

2.4.1.5 — 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 identificación de las microalgas planctónicas y bentónicas se basó fundamentalmente en los trabajos de Díaz, C y N. Maidana (2005) y Krammer y Lange-Bertalot (1986,1991).

2.4.1.6 — 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.

2.4.1.7 — Riqueza y Abundancia de 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.

2.4.1.8 — 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 µg/L de Clorofila a total.

2.4.1.9 — 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 µg/L de Clorofila a total.

2.4.1.10 — Riqueza y Abundancia de Plantas Acuáticas

Se determinó in situ, el porcentaje de 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*.

2.4.2 — Tratamiento Estadístico de Datos Físico-Químicos y Biológicos

2.4.2.1 — Análisis de datos por Campaña

El conjunto de datos por variable, fue analizado a través de 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.

2.4.2.2 — 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 el contraste de hipótesis.

3 — RESULTADOS

3.1 — Vegetación

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo de la vegetación realizado durante abril de 2013, el que incluye:

- Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama (Sección 3.1.1)
- Vegetación en la zona de conexión (Sección 3.1.2)
- Evaluación del estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*), ubicados en el área del pozo Camar 2 (Sección 3.1.3)

3.1.1 — Vegetación del Borde Este del Salar de Atacama

3.1.1.1 — Antecedentes

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

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

Observaciones realizadas desde la elaboración de la Línea Base (2006) y campañas posteriores de monitoreo, permiten 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). 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 Estado del follaje de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama en los meses de noviembre de 2005 y abril de 2006

Matorral de Brea-Cachiyuyo en sector de Quelana

Noviembre 2005



Abril 2006



Pradera de Grama Salada en sector camino a instalaciones SQM

Noviembre 2005



Abril 2006

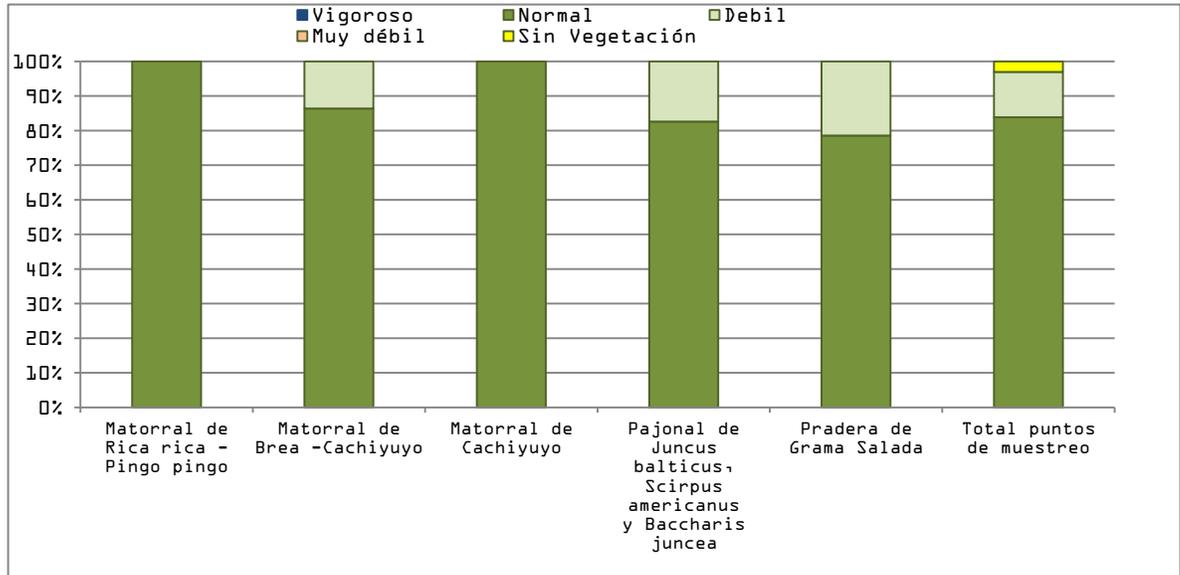


En consideración a lo anteriormente expuesto, el PSA Biótico del Salar de Atacama contempla evaluaciones anuales de la vegetación en el mes de abril, a fin de detectar cambios en la distribución, abundancia y vitalidad de la vegetación al final del periodo de crecimiento vegetativo de cada temporada.

3.1.1.2 — Estado vital de la vegetación del Borde Este

La evaluación de la vitalidad de la vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama, se basó en el seguimiento realizado sobre 99 puntos distribuidos sobre las formaciones vegetacionales de ésta área. Del total de observaciones realizadas en abril de 2013, 83,9% (83 puntos de muestreo) presentaron una vitalidad normal, en tanto que el 13,1% (13 puntos de muestreo) mostraron una vitalidad débil. El 3% restante de las observaciones (3 puntos de muestreo) correspondieron a zonas sin vegetación (Figura 3-2).

Figura 3-2. Vitalidad de las formaciones vegetacionales en el Borde este del Salar de Atacama. Campaña 2013.

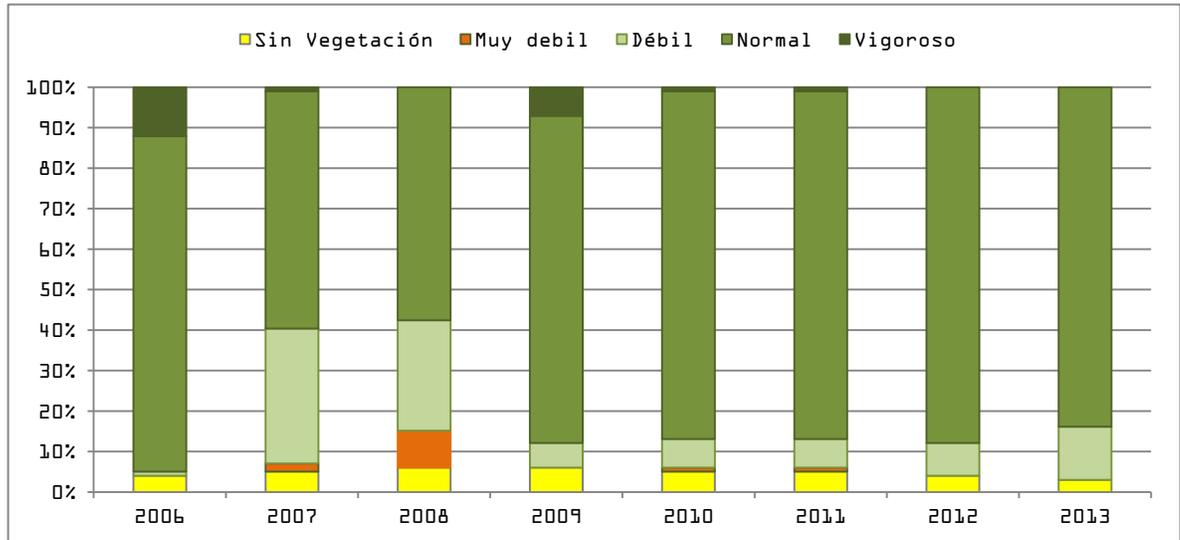


Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la vitalidad para cada una de las formaciones vegetacionales identificadas en el área de estudio, mostró que la totalidad de las observaciones realizadas en Matorral de Rica rica-Pingo pingo y Matorral de Cachiyuyo presentaron una vitalidad normal. Las observaciones realizadas sobre las Praderas de Grama salada mostraron que en 21,4% de los puntos muestreados (3 de 14 registros en esta formación vegetal) presentaron una vitalidad débil, en tanto que el 78,6% restante presentó una vitalidad normal. De las observaciones realizadas en 2013 sobre las formaciones vegetacionales de Pajonal y Matorral de Brea-Cachiyuyo, los resultados obtenidos mostraron que una proporción equivalente al 17,4% y 13,6% respecto del total de observaciones en esas formaciones vegetacionales respectivamente, mostraron una vitalidad débil. Para esas formaciones, el 82,6% y 86,4% respectivamente correspondieron a la categoría de vitalidad normal.

La evolución temporal de la vitalidad de la vegetación del Borde Este entre las diferentes temporadas de mediciones entre 2006 y 2013 se muestra en la Figura 3-3. Los resultados obtenidos en 2013 mostraron un comportamiento similar al obtenido en abril de 2012, donde, a excepción de los puntos de muestreo ubicados en zonas de sin vegetación, los puntos de muestreo dieron cuenta de sólo dos categorías de vitalidad definidas, las que correspondieron a débil o normal. Respecto del resultado obtenido el año anterior, en abril de 2013 se registró una disminución en las observaciones de vitalidad normal y un aumento del número de observaciones en la categoría débil que en 2013 alcanzó el 13,1%(13 puntos de muestreo) en relación al 8,1%(8 puntos de muestreo) obtenidos en 2012. Los puntos de muestreo con vitalidad normal en 2013 alcanzaron el 83,9% (83 puntos de muestreo) en comparación al 87,9%(87 puntos de muestreo) registrado en abril de 2012.

Figura 3-3. Categorías de vitalidad de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Evolución temporal campañas 2006-2013.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3-1 muestra las variaciones observadas en la vitalidad de la vegetación para cada una de las Formaciones Vegetacionales identificadas para el Borde Este del Salar de Atacama, a lo largo de todo el período de monitoreo (2006 a 2013). Los resultados obtenidos en 2013 muestran que las Formaciones Vegetacionales correspondientes a Matorral de Brea-Cachiyuyo, Pajonal y Pradera de Grama salada presentaron un mayor número de observaciones en la categoría de vigor débil y un menor número de observaciones en la categoría de vitalidad normal. Para el Matorral de Cachiyuyo y Matorral de Rica rica-Pingo pingo, no se registraron cambios respecto de lo observado en la campaña de monitoreo del año anterior.

Tabla 3-1. Frecuencia de puntos de muestreo de vegetación en categorías de vitalidad del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.

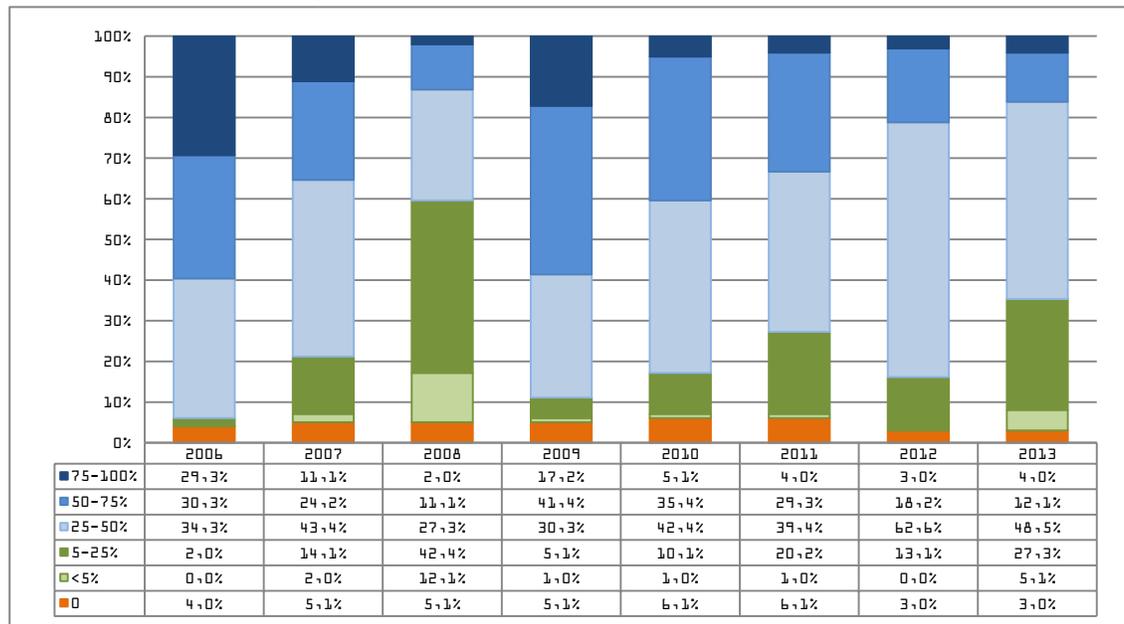
Formación Vegetal	Categoría de Vitalidad																												Total puntos de muestreo																				
	Seco								Muy débil								Débil								Normal								Vigoroso																
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	-	1	-	7	4	6	5	4	4	5	6	-	-	-	1	-	-	-	-	7	7	7	7	5	4	6	6	
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	12	19	4	4	7	4	6	40	30	19	35	39	38	39	38	4	1	-	4	-	-	-	-	-	44	43	43	43	43	45	43	44
Matorral de Cachiyuyo	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	6	4	1	7	8	7	7	7	1	-	-	-	-	-	-	-	7	7	7	7	8	7	7	7	
Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Scirpus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	9	1	-	1	-	2	4	16	11	22	19	23	23	21	19	3	-	-	2	-	1	-	-	-	19	21	24	21	24	24	24	23
Pradera de Grama Salada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	1	7	3	2	1	-	1	3	13	9	9	14	11	13	15	11	4	-	-	-	1	-	-	-	18	16	13	16	14	14	16	14	
Sin Vegetación	4	5	5	5	5	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	5	5	5	3	5	
Total puntos de muestreo	-	-	6	6	5	5	4	3	-	2	9	-	1	1	0	0	1	33	27	6	7	7	8	13	82	58	57	80	85	85	87	83	12	1	-	7	1	1	0	0	99	99	99	99	99	99	99	99	

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.3 — Evaluación del follaje verde de la vegetación del Borde Este

Los resultados obtenidos de las mediciones de follaje verde realizadas en abril de 2013 se presentan en Figura 3-4 y Tabla 3-2. Los resultados obtenidos en abril de 2013 mostraron que la vegetación en general presentó una menor proporción de follaje verde que el observado el año anterior. Los cambios más significativos respecto de lo registrado en 2012 muestran una disminución en la proporción de plantas con follaje verde de entre 25-50% (de 62,6% en 2012 bajó a 48,5% en 2013) y entre 50-75% (de 18,2% en 2012 bajo a 12,1% en 2013). Los resultados de 2013 muestran también un aumento en el número de registros de la categoría de follaje verde de 5-25% y menor a 5% de follaje verde. Los puntos de monitoreo que en 2013 registraron follaje verde de entre 75-100% no presentan cambios significativos respecto de lo observado el año anterior.

Figura 3-4. Proporción de follaje verde de las formaciones vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-2. Frecuencia de puntos de muestreo de la vegetación en clases de porcentaje de copa verde del borde del Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.

Formación vegetal	Clases de porcentaje de follaje verde																												Total puntos de muestreo																											
	0%								<5%							5-25%							25-50%						50-75%						75-100%																					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Matorral de Rica rica - Pingo pingo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	2	2	1	1	2	-	1	3	-	3	3	2	1	3	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	-	1	1	-	1	1	7	7	7	7	5	4	6	6
Matorral de Brea - Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-	1	18	1	4	7	2	13	12	22	13	5	19	20	32	25	16	15	8	25	15	15	9	4	16	4	2	12	4	3	-	2	44	43	43	43	43	45	43	44	
Matorral de Cachiyuyo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	3	4	4	4	1	2	3	3	3	2	1	2	7	3	3	4	1	1	-	1	-	1	1	-	7	7	7	7	8	7	7	7	
Pajonal de <i>Juncus balticus</i> , <i>Scirpus americanus</i> y <i>Baccharis juncea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	1	-	3	-	7	14	2	2	6	5	7	4	6	5	11	15	8	17	11	7	4	2	7	7	9	2	2	8	3	-	1	-	-	-	-	19	21	24	21	24	24	24	23	
Pradera de Grama Salada	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	-	-	-	-	2	2	4	7	1	3	4	6	6	12	11	2	7	5	8	7	6	2	1	-	6	5	1	2	2	-	-	2	-	-	1	-	18	16	13	16	14	14	16	14		
Sin Vegetación	4	5	5	5	5	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	5	5	5	5	5	3	5	
Total puntos muestreo	4	5	5	5	6	6	3	3	-	2	12	1	1	1	-	5	2	14	42	5	10	20	13	27	34	43	27	30	42	39	62	48	30	24	11	41	35	29	18	12	29	11	2	17	5	4	3	4	99							

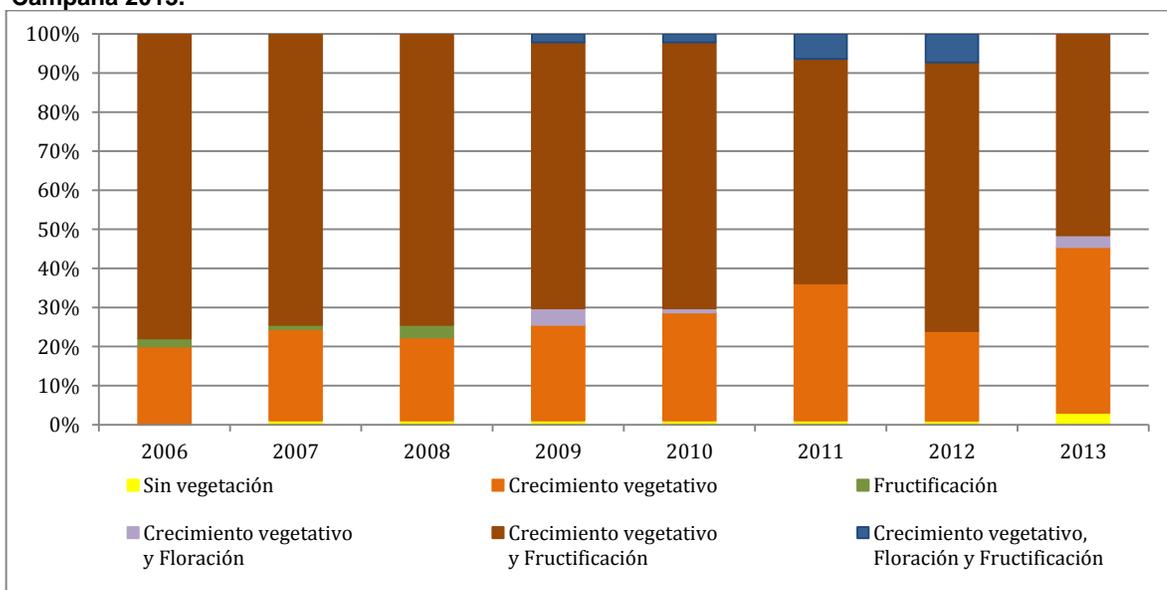
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.4 — Evaluación de la fenología de la vegetación del Borde Este

El análisis de la fenología observada en las formaciones vegetacionales estudiadas en 2013 se presenta en la Tabla 3-3 y Figura 3-5. Al igual que lo observado el año anterior (campaña 2012) durante la evaluación de abril de 2013 la mayor parte de las unidades vegetacionales muestreadas se encontraron al final de su etapa de crecimiento vegetativo (desarrollo de nuevos brotes) y con abundante presencia de fructificación. De los 99 puntos de muestreo evaluados durante la presente campaña de terreno, 42 observaciones (42,4%) dieron cuenta de formaciones vegetacionales que se encontraban en una fase fenológica de crecimiento vegetativo, en donde lo más característico es el desarrollo de nuevos brotes y hojas, lo que incrementa y renueva el follaje de las plantas. Adicionalmente, el 51,6% de los puntos muestreados (51 puntos de monitoreo), mostraron en forma combinada crecimiento vegetativo y fructificación, en este caso, además del desarrollo de nuevos brotes y hojas, se evidencia el desarrollo de estructuras reproductivas como son los frutos que a su vez contienen a las semillas de esas plantas.

Las fases fenológicas de crecimiento vegetativo y crecimiento vegetativo combinado con fructificación se reconocieron en 4 de las 5 formaciones vegetacionales estudiadas, correspondientes a: Matorral de Brea-Cachiyuyo; Matorral de Cachiyuyo; Pradera de Grama salada y Pajonal. La formación de matorral de Rica rica-Pingo pingo, además de presentar las fases fenológicas antes mencionadas, presentó crecimiento vegetativo combinado con floración, esto se verificó en 3 de los 9 puntos evaluados correspondientes a ésta formación vegetal.

Figura 3-5. Fenología de las formaciones vegetacionales del Borde Este del Salar de Atacama. Campaña 2013.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.5 — Distribución y abundancia de la vegetación del Borde Este mediante imágenes satelitales

En esta sección se presentan los resultados de la clasificación de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. Esta clasificación se realizó en base a la interpretación y análisis de imágenes satelitales obtenidas del área de estudio en abril de 2013, en concomitancia con la campaña de levantamiento de información realizada en esa fecha.

Producto de la interpretación visual de la imagen satelital, se delimitaron unidades vegetacionales homogéneas, para lo cual se utilizaron los patrones de color, textura y grano identificados sobre la imagen. Para la clasificación de las unidades vegetacionales definidas, se utilizó la información colectada en terreno en 118 puntos de muestreo para toda el área de estudio y representativos de las formaciones vegetacionales presentes en el sector, los cuales fueron establecidos mediante la RCA N°226/2006. Sobre cada punto de muestreo se realizó una descripción vegetacional, donde se determinó la cobertura de la vegetación y las especies vegetales dominantes, así también se realizaron mediciones para establecer el vigor, proporción de follaje verde y fenología de las plantas presentes. Del total de puntos de muestreo, 19 se ubicaron en la zona donde se presume la conexión del acuífero con la raíces de las plantas, los 99 puntos restantes fueron establecidos en base a la ubicación de los pozos de bombeo de agua dulce y las líneas de flujo hidrogeológicas, distribuidos sobre el Borde Este del Salar de Atacama.

La clasificación de la vegetación, se realizó en base a la información colectada en terreno la que permitió definir la formación vegetacional presente y sus especies dominantes. En una etapa posterior, la información vegetacional de las unidades cartográficas definidas, fue generalizada hacia las unidades vegetacionales no cubiertas por el muestreo, para ello se utilizó como criterio las similitudes en cuanto a color, grano y textura de las unidades vegetacionales identificadas sobre la imagen satelital. Como resultado de esta etapa se obtuvo un Mapa de la Vegetación del Borde Este de Salar de Atacama a una escala 1:50.000. Este mapa ha permitido contar con una representación de las principales formaciones vegetacionales presentes, que ha contribuido a la caracterización ambiental del lugar.

Los resultados obtenidos en base a los antecedentes registrados en terreno hasta 2012, se muestran en la Tabla 3-4 y Figura 3-6. De ellos se desprende que los tipos vegetacionales más representativos del Borde Este del Salar de Atacama, corresponden al matorral de Brea y praderas de Grama salada, con proporciones cercanas al 60% y 20% de toda la superficie cubierta con vegetación, respectivamente.

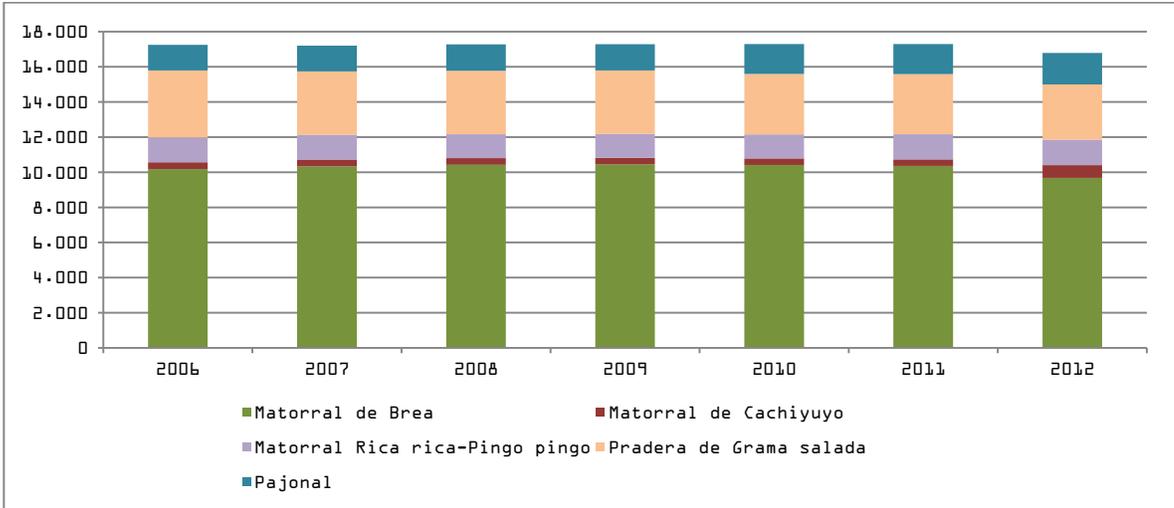
Tabla 3-4. Superficie (ha) de los Tipos Vegetacionales identificados en el Borde este del Salar de Atacama

Tipo vegetacional	Año de monitoreo													
	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%
Matorral de Brea	10.177	59,0	10.331	60,1	10.425	60,3	10.446	60,4	10.412	60,2	10.357	59,9	9.679	57,7
Matorral de Cachiyuyo	394	2,3	394	2,3	380	2,2	375	2,2	377	2,2	377	2,2	724	4,3
Matorral Rica rica-Pingo pingo	1.410	8,2	1.410	8,2	1.358	7,9	1.361	7,9	1.366	7,9	1.430	8,3	1.450	8,6
Pradera de Grama salada	3.809	22,1	3.603	20,9	3.609	20,9	3.609	20,9	3.442	19,9	3.424	19,8	3.141	18,7
Pajonal	1.463	8,5	1.465	8,5	1.503	8,7	1.501	8,7	1.702	9,8	1.711	9,9	1.792	10,7
TOTAL (ha)	17.253	100	17.203	100	17.275	100	17.292	100	17.299	100	17.299	100	16.786	100

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias en la superficie total cubierta con vegetación presentadas en la Tabla 3-4 y Figura 3-6, se deben fundamentalmente a la interpretación de la imagen satelital de cada año y a la generalización de la información obtenida en los puntos de muestreo hacia las unidades vegetacionales que no fueron visitadas en terreno.

Figura 3-6. Tipos vegetacionales y superficie cubierta con vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama. Período 2006 a 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Durante las campañas de monitoreo realizadas desde 2007 a la fecha, en forma complementaria a la información colectada en los 118 puntos de muestreo establecidos en la RCA N°226/2006, se ha realizado un número variable de descripciones vegetacionales sobre diferentes unidades vegetacionales distribuidas sobre toda el área de estudio. Esta información complementaria ha sido generada en el permanente interés de SQM-Salar de contar con antecedentes suficientes que aporten a un conocimiento más detallado de las formaciones vegetacionales presentes en el área del Borde Este del Salar de Atacama. La obtención de nueva información respecto de la presencia y extensión de las formaciones vegetacionales presentes en el área, ha sido utilizada en la clasificación de la vegetación y en la estimación de las superficies ocupadas por las diferentes formaciones vegetacionales descritas para el sector, Adicionalmente, la información complementaria obtenida, ha permitido realizar correcciones y mejoras continuas en la representación de la vegetación para el Borde Este del Salar de Atacama.

Durante el desarrollo del monitoreo de la vegetación (2007 a 2013) en el Borde Este del Salar de Atacama, se han detectado algunas limitaciones del uso de imágenes satelitales con el propósito de identificar áreas con presencia de vegetación. Estas limitaciones guardan relación con tres aspectos principales:

- a. Baja cobertura de la vegetación, dificulta su identificación sobre la imagen satelital
- b. Diferencias en el color del sustrato conducen a interpretaciones erróneas de la imagen satelital
- c. Alta reflectancia de la costra salina, impide la identificación de vegetación sobre la imagen satelital

Las limitaciones señaladas en la interpretación de imágenes satelitales con el propósito de identificación de la vegetación se ejemplifican en la Figura 3-7.

Figura 3-7. Limitaciones del uso de imágenes satelitales para la identificación de áreas cubiertas con vegetación. Baja cobertura de la vegetación (izquierda); diferencias en el color del sustrato (centro) y reflectancia de costra salina (derecha).



Fuente: Elaboración propia.

Con el propósito de subsanar estas limitaciones, de obtener un conocimiento más acabado de la presencia de vegetación en el Borde Este del Salar de Atacama, durante la campaña de terreno efectuada en abril de 2013, se realizaron 324 nuevas descripciones vegetacionales distribuidas sobre toda el en el área de estudio. El principal objetivo de este muestreo complementario fue reducir las fuentes de error derivadas de la extrapolación de la información colectada en terreno en los 118 puntos considerados en el monitoreo de la vegetación.

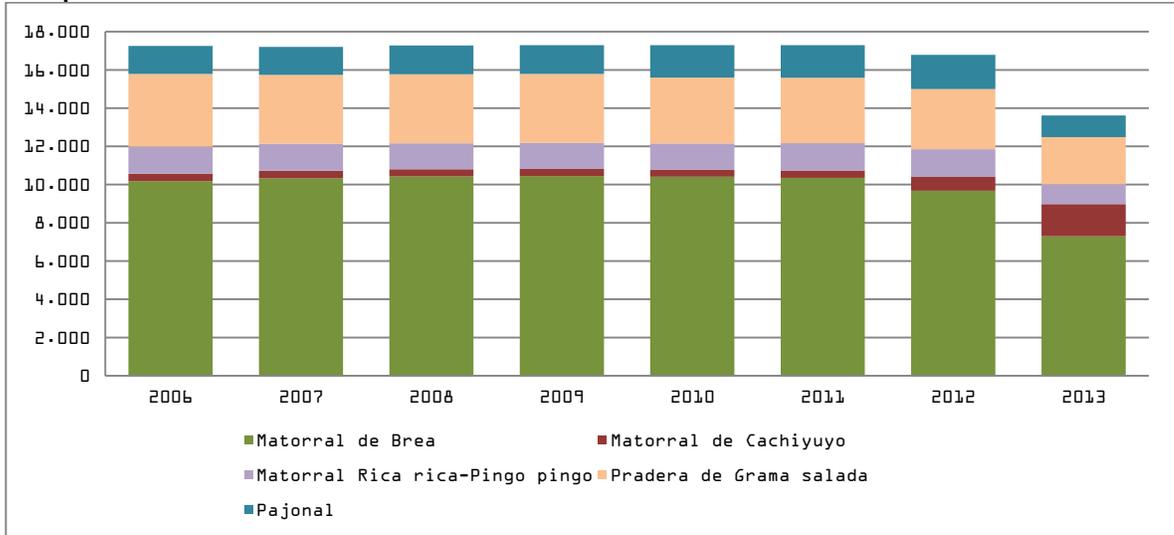
En base a la información registrada en terreno durante 2013 (118 puntos de muestreo para el monitoreo de la vegetación y 324 descripciones vegetacionales complementarias) se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 3-5 y Figura 3-8.

Tabla 3-5. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.

Nº	Formación vegetal	Superficie (ha)								Variación en superficie 2013-2012 (ha)	
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
1	Matorral de Brea (1)	10.177,0	10.331,0	10.425,0	10.446,0	10.412,0	10.357,0	9.679,0	7.300,8	-25%	-2.378,2
2	Matorral de Cachiyuyo	394,0	394,0	380,0	375,0	377,0	377,0	724,0	1.683,2	132%	959,2
3	Matorral de Rica rica – Pingo pingo	1.410,0	1.410,0	1.358,0	1.361,0	1.366,0	1.430,0	1.450,0	1.041,7	-28%	-408,3
4	Pradera de Grama salada	3.809,0	3.603,0	3.609,0	3.609,0	3.442,0	3.424,0	3.141,0	2.318,9	-26%	-822,1
5	Pajonal de <i>Juncus balticus</i> - <i>Scirpus amaricanus</i> y <i>Baccharis juncea</i> .	1.463,0	1.465,0	1.503,0	1.501,0	1.702,0	1.711,0	1.792,0	1.290,1	-28%	-501,9
Total		17.253,0	17.203,0	17.275,0	17.292,0	17.299,0	17.299,0	16.786,0	13.6234,7	100%	-3.162,3

(1) El matorral de Brea, tradicionalmente se había denominado como matorral de Brea-Cachiyuyo.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-8. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013



Fuente: Elaboración propia.

En relación a la superficie cubierta por vegetación registrada en 2012, los resultados obtenidos en 2013 muestran una reducción de 3.162,3 ha. El análisis de las diferencias en la superficie con vegetación de 2012 y 2013, mostró que la principal razón de esta reducción corresponde a la reclasificación de unidades vegetacionales, las que a la fecha no habían sido incluidas dentro de los puntos de muestreo en terreno y cuya información derivaba de extrapolaciones en base a los patrones de color, textura y grano identificados sobre las imágenes satelitales.

Las descripciones vegetacionales adicionales realizadas durante abril de 2013 (nuevos puntos de muestreo), permitieron tener certeza de la presencia de vegetación sobre áreas cuya información de manera histórica había sido definida en base a generalizaciones de la información colectada en los puntos de muestreo establecidos en la RCA N°226/2006. El análisis de los datos registrados en 2013, mostró que las principales diferencias la clasificación de la vegetación respecto de las realizadas años anteriores, tienen relación con la reclasificación de unidades vegetacionales con cobertura rala (5-10% de recubrimiento) hacia la categoría de Zonas con Vegetación Escasa (ZVE: 1-5% de recubrimiento). Esta nueva asignación, explica las reducciones en las superficies cubiertas con vegetación presentadas en la Tabla 3-5. La reclasificación de unidades vegetacionales con cobertura rala a la categoría de ZVE, se verificó en todas las formaciones vegetacionales identificadas para el Bordes Este del Salar de Atacama.

El análisis de la imagen satelital unido a los resultados obtenidos de las prospecciones de terreno realizadas en abril de 2013, mostraron que la caracterización de la vegetación del Bordes Este del Salar de Atacama mediante la metodología propuesta presenta limitaciones con dos aspectos principales:

- Dificultad para identificar y diferenciar dos formaciones vegetacionales distintas (ej. Pradera y matorral) cuando presentan cobertura rala (5-10% de recubrimiento) o menor cobertura.
- Diferencias en el color del sustrato, pueden conducir a interpretaciones erróneas de la imagen satelital, presumiendo la existencia de vegetación con baja cobertura (<10%) donde no la hay. La baja cobertura vegetal limita los resultados de índices de vegetación (NDVI, SAVI) que pueden ser utilizados como herramienta de apoyo.

Las limitaciones señaladas representan una fuente de error en la correcta asignación de la formación vegetal y su cobertura sobre unidades vegetacionales que no fueron incluidas en el muestreo de terreno y cuya asignación fue obtenida como resultado de la generalización de la unidades vegetacionales muestreadas en terreno.

Frente a las limitaciones señaladas y con el propósito de tener certeza de la presencia/ausencia de vegetación sobre algunas unidades vegetacionales, durante septiembre de 2013, se realizó una campaña de terreno complementaria a la realizada en abril. El principal objetivo de esta prospección de terreno fue la verificación de la presencia de vegetación sobre unidades cartográficas que:

- Presentan baja cobertura (<10% de recubrimiento) las cuales no habían sido incluidas en prospecciones de terreno realizadas en años anteriores.
- En la interpretación de imágenes satelitales, sus patrones de color, textura y grano no permiten realizar una adecuada delimitación de las unidades vegetacionales ni presumir la presencia de vegetación.

En base a los resultados complementarios obtenidos de la campaña de verificación realizada en septiembre de 2013, se confirmó y también descartó la presencia de vegetación sobre algunas unidades vegetacionales definidas en el Borde Este del Salar de Atacama, esos resultados son presentados en la Tabla 3-5 y Figura 3-8.

Todas aquellas unidades vegetacionales, la cuales conforme a los resultados obtenidos en terreno durante 2013 fueron reclasificadas desde formaciones vegetacionales ralas (con recubrimiento entre 5 a 10%) a Zonas con vegetación escasa (ZVE: cobertura entre 1 a 5%) fueron analizadas sobre la serie de imágenes satelitales utilizadas durante el período de monitoreo anterior al presente informe (2006 a 2012). El análisis de la sobreposición de las unidades vegetacionales definidas y verificadas en terreno en 2013 sobre las imágenes satelitales de años anteriores, permitió confirmar la inexistencia de vegetación sobre esas áreas en años anteriores (2006 a 2012) y permitió realizar correcciones en la superficie de las diferentes formaciones vegetacionales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, los resultados obtenidos de esa verificación y corrección se presentan en la Tabla 3-6 y Figura 3-9.

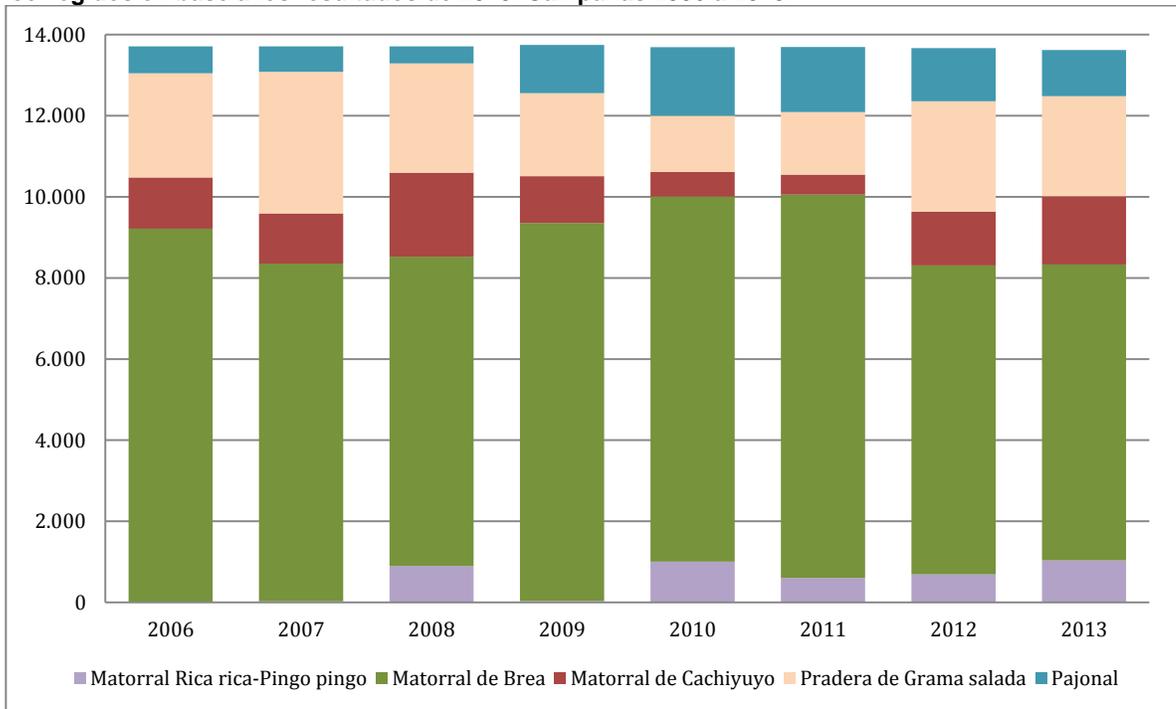
Tabla 3-6. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, corregidos en base a los resultados de 2013. Campañas 2006 a 2013.

Tipo vegetal	Año de monitoreo							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Matorral de Brea	9.195	8.327	7.626	9.319	9.006	9.452	7.616	7.300,8
Matorral de Cachiyuyo	1.263	1.235	2.069	1.156	603	493	1.325	1.683,2
Matorral Rica rica-Pingo pingo	20	28	900	36	1.003	604	692	1.041,7
Pradera de Grama salada	2.569	3.495	2.696	2.048	1.389	1.544	2.725	2.318,9
Pajonal	664	628	422	1.186	1.689	1.604	1.311	1.290,1
TOTAL (ha)	13.712	13.712	13.712	13.745	13.690	13.696	13.670	13.634,7

Fuente: Elaboración propia.

Como consecuencia de las correcciones realizadas, se confirmó la presencia de 5 formaciones vegetacionales presentes en el Borde este del Salar de Atacama y que se señalan en la Tabla 3-6 y Figura 3-9. Los resultados muestran que durante el período de monitoreo la superficie cubierta con vegetación no ha sufrido cambios sustanciales ni evidencian ninguna tendencia que sugiera disminución en la superficie cubierta con vegetación como consecuencia de la operación del proyecto en ejecución por SQM y objeto del presente Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) en el área de estudio. La diferencia en la superficie de cada una de las formaciones vegetacionales identificadas entre los diferentes años, responden a diferencias en la clasificación realizada en gabinete como consecuencia de la generalización de los datos registrados en terreno durante las campañas de terreno realizadas cada año durante el período de análisis (2006 a 2013).

Figura 3-9. Superficie de los tipos vegetales presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, corregidos en base a los resultados de 2013. Campañas 2006 a 2013.



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

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

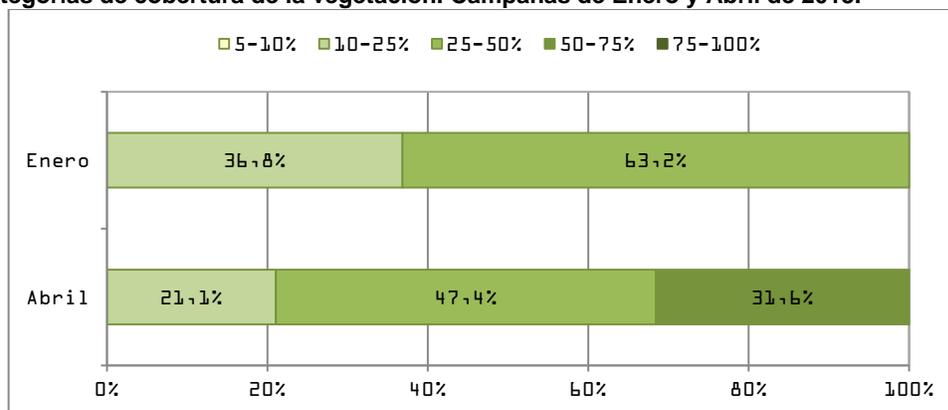
En la zona de conexión vegetación-acuífero, cubierta fundamentalmente por la formación de matorral de Brea (*Tessaria absinthioides*), se realizaron mediciones de cobertura, verdor del follaje de las plantas y se determinó el estado fenológico de ellas. Las mediciones se basaron en 19 puntos de muestreo distribuidos en el área de estudio, los que fueron evaluados en dos campañas de terreno efectuadas en enero y abril de 2013.

Los resultados de la cobertura de la vegetación para la zona de conexión vegetación-acuífero, obtenidos de ambas campañas de terreno efectuadas en 2013 se presentan en la Figura 3-10 y Tabla 3-7. Conforme a lo

presentado en la Figura 3-10, los resultados muestran cambios en la cobertura de la vegetación entre las mediciones realizadas en enero y abril de 2013. Los resultados obtenidos en abril de 2013 muestran que los puntos de muestreo registraron coberturas de la vegetación mayores a las obtenidas de las mediciones realizadas en enero del mismo año.

Las mediciones enero de 2013 indican que del total de puntos muestreados, 36,8% (7 puntos) de ellos presentó vegetación cuya cobertura se encontró en el rango de 10 a 25%, en tanto que el 63,2% restante (12 puntos), presentaron vegetación donde la cobertura varió entre 25 a 50%. Las mediciones realizadas en abril de 2013, mostraron que 31,6% de los puntos muestreados (6 puntos) presentaron vegetación cuya cobertura se encontró en el rango de 50-75%, categoría de cobertura que no fue registrada en la campaña realizada en enero del mismo año, lo que representa una mayor proporción de cobertura vegetal en abril respecto de lo registrado en enero. Adicionalmente, los resultados obtenidos en abril de 2013, mostraron que 47,4% de los puntos muestreados (9 puntos) presentaron vegetación con cobertura de entre 25 y 50%, así también el 21,1% (4 puntos) presentaron una cobertura vegetal de entre 10 a 25%.

Figura 3-10. Clasificación de los puntos de muestreo en la zona de conexión vegetación-acuífero, por categorías de cobertura de la vegetación. Campañas de Enero y Abril de 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-7. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero. Campañas de Enero y Abril de 2013.

Parcela	Coordenadas (Datum PSAD-56)		Cobertura de la vegetación (%)		Especie dominante	Especies acompañantes
	Norte	Este	Enero	Abril		
VA-01	7.424.993	591.384	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-02	7.424.350	592.160	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-03	7.422.420	593.118	10-25%	10-25%	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-04	7.422.185	593.147	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-05	7.421.044	593.307	10-25%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-06	7.419.893	593.553	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-07	7.419.552	593.654	25-50%	25-50%	<i>Atriplex atacamensis</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>
VA-08	7.417.167	593.184	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-09	7.413.078	593.306	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Atriplex atacamensis</i>
VA-10	7.412.433	593.522	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Atriplex atacamensis</i>

Tabla 3-7. Cobertura y composición de especies en la zona de conexión Vegetación-Acuífero. Campañas de Enero y Abril de 2013.

Parcela	Coordenadas (Datum PSAD-56)		Cobertura de la vegetación (%)		Especie dominante	Especies acompañantes
	Norte	Este	Enero	Abril		
VA-11	7.411.924	593.746	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-12	7.410.914	594.377	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-13	7.410.318	594.819	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-14	7.408.958	595.180	10-25%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Distichlis spicata</i>
VA-15	7.407.872	595.489	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Atriplex atacamensis</i>
VA-16	7.406.407	595.684	10-25%	10-25%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-17	7.406.023	595.531	10-25%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	<i>Distichlis spicata</i>
VA-18	7.404.708	595.464	25-50%	50-75%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-
VA-19	7.404.521	595.459	25-50%	25-50%	<i>Tessaria absinthioides</i>	-

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la cobertura vegetal obtenidos en enero y abril de 2013 no permiten extraer tendencias o conclusiones definitivas respecto de la cobertura vegetal entre ambas épocas de muestreo. De los 19 puntos de muestreo, 42% (8 puntos) aumentaron su cobertura vegetal, así también 16% de ellos (3 puntos), disminuyó su cobertura, en tanto el 42% restante no mostró diferencias en cobertura al comparar las mediciones de enero y abril de 2013.

3.1.3 — Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) y proporción de follaje verde.

En la presente sección se exponen los resultados de las mediciones de Vitalidad y Porcentaje de follaje verde efectuadas durante abril de 2013, sobre la población de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*) ubicada en las inmediaciones del pozo Camar 2. El Anexo VI contiene un registro fotográfico de cada ejemplar evaluado durante la presente campaña de terreno. Los resultados que aquí se presentan corresponden a las mediciones de los árboles que fueron identificados y rotulados durante la campaña de 2006, y que forman parte del monitoreo de la vegetación contemplado en la RCA N°226/2006.

3.1.3.1 — Estado vital de ejemplares de Algarrobos (*Prosopis flexuosa*)

Los resultados obtenidos de las mediciones de vitalidad de los ejemplares realizadas durante abril de 2013, así como los de campañas de monitoreo anteriores (años 2006 a 2012) se presentan en la Tabla 3-8 y Figura 3-11.

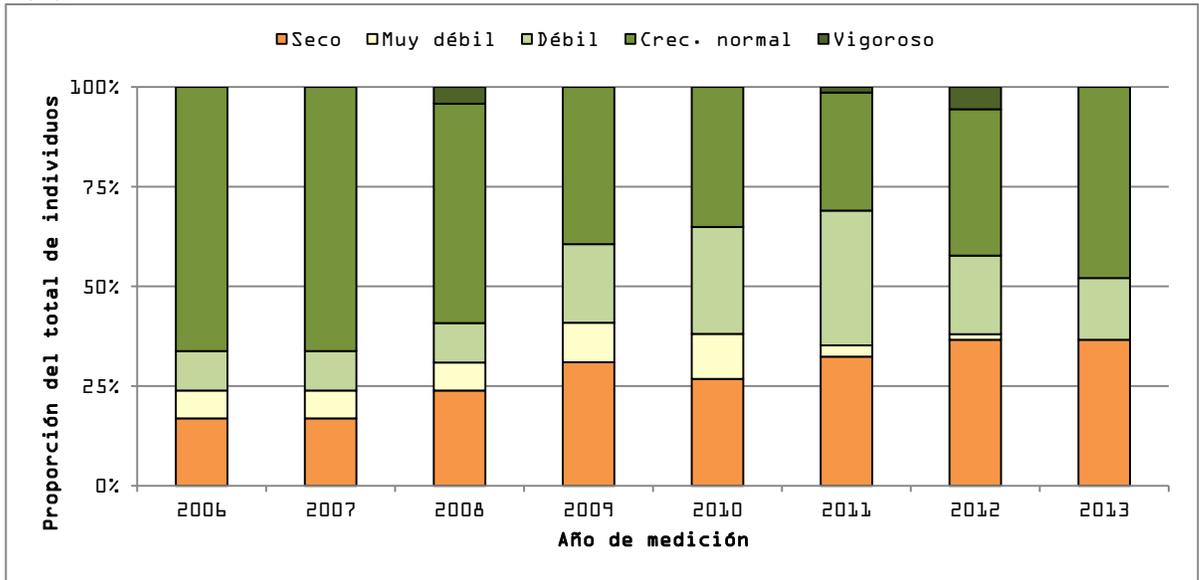
Tabla 3-8. Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2013.

ESTADO VITAL	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Nº DE INDIVIDUOS	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%								
Ejemplar seco, no presenta follaje verde ni estructura reproductivas de ningún tipo	12	16,9	12	16,9	17	23,9	23	31,0	19	26,8	23	32,4	26	36,6	26	36,6
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	8	11,3	2	2,8	1	1,4	0	0
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	19	26,8	24	33,8	14	19,7	11	15,5
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	25	35,1	21	29,6	26	36,7	34	47,9
Ejemplar excepcionalmente vigoroso, presenta abundancia de follaje y estructuras reproductivas	0	0	0	0	3	4,2	0	0,0	0	0,0	1	1,4	4	5,6	0	0
TOTAL	71	100	71	100,0	71	100	71	100								

Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en 2013 mostraron que de los 71 ejemplares objeto de estudio, 45 de ellos (63,4%) presentaron una vitalidad entre las categorías de muy débil a vigoroso, 25 ejemplares (36,6%) se encontraron secos, sin evidencia de follaje verde ni estructuras reproductivas. Estos resultados no difieren de los reportados durante las mediciones realizadas en el marco del monitoreo el año anterior.

Los resultados obtenidos en 2013 muestran que los ejemplares en la categoría de vitalidad considerada normal aumentó de 26 a 34, en tanto que el número de ejemplares con vitalidad débil se redujo de 14 a 11. Durante 2013, no se registraron individuos en la categoría de muy débil, ni tampoco ejemplares considerados con una vitalidad vigorosa.

Figura 3-11. Vitalidad de los ejemplares de *Prosopis flexuosa* en la quebrada Camar. Campañas 2006-2013.



3.1.3.2 — Proporción de copa verde en ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*)

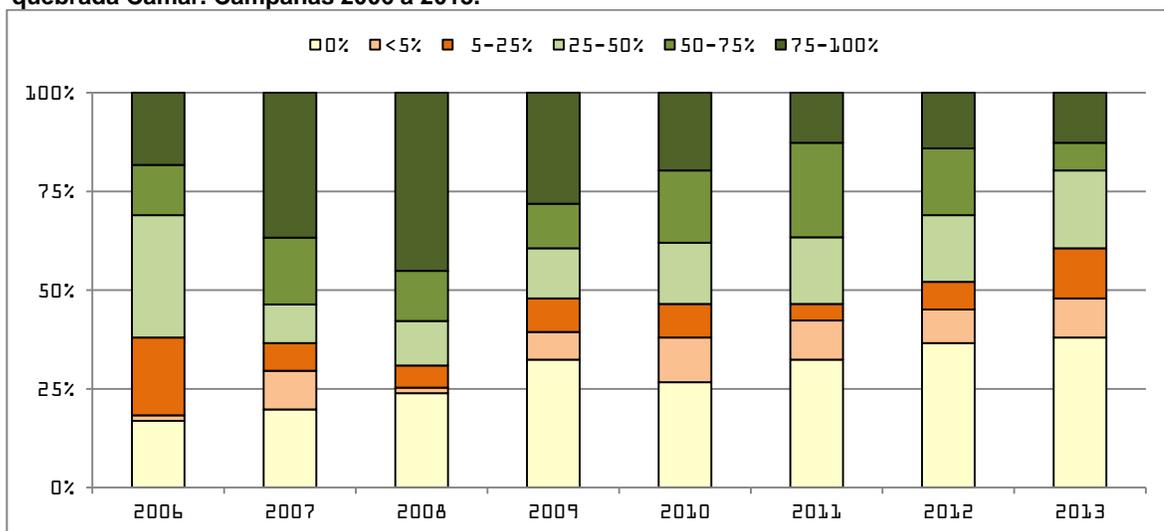
Los resultados de las mediciones de follaje verde realizadas sobre los Algarrobo en 2013 y durante las campañas de monitoreo anteriores (período 2006 a 2012) se muestran en la Tabla 3-9 y Figura 3-12. En comparación con los resultados obtenidos el año anterior, durante 2013 los ejemplares de Algarrobo mostraron una menor proporción de follaje que la registrada durante 2012. Los cambios más significativos registrados en 2013 corresponden al aumento de 5 a 9 ejemplares con follaje de 5-25% y la reducción de 12 a 5 ejemplares con proporción de follaje verde entre 50 y 75%. Cabe hacer notar, que según lo registrado en las mediciones realizadas durante 2012, ese año se registraron entre enero y marzo 90,4 mm de precipitaciones (Estación meteorológica Camar, administrada por la Dirección General de Aguas DGA). Ese nivel de precipitaciones representó una situación muy inusual para esta localidad y significó una condición favorable para que la vegetación presente desarrollara mayor proporción de follaje verde que la registrada durante 2013.

Tabla 3-9. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2013.

Follaje Verde (%)	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%	Nº DE IND.	%										
0	12	16,9	14	19,8	17	23,9	23	32,4	19	26,7	23	32,4	26	36,6	27	38,0
<5	1	1,4	7	9,8	1	1,4	5	7	8	11,3	7	9,9	6	8,5	7	9,9
5-25	14	19,7	5	7	4	5,6	6	8,5	6	8,5	3	4,2	5	7,0	9	12,7
25-50	22	31	7	9,8	8	11,3	9	12,7	11	15,5	12	16,9	12	16,9	14	19,7
50-75	9	12,7	12	16,9	9	12,7	8	11,3	13	18,3	17	23,9	12	16,9	5	7,0
75-100	13	18,3	26	36,7	32	45,1	20	28,1	14	19,7	9	12,7	10	14,1	9	12,7
TOTAL	71	100	71	100,0	71	100,0	71	100,0								

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-12. Proporción (%) de follaje verde de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en quebrada Camar. Campañas 2006 a 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Conforme a antecedentes bibliográficos disponibles, *P. flexuosa* se comporta como especie freatófita obligada en áreas donde las precipitaciones son menores a los 300 mm (FAO, 2000). 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 ubica la población de *Prosopis flexuosa*, en su nivel menos profundo alcanza 51 metros. Sin embargo en este caso la población de Algarrobos en estudio, no dependerían 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. 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 follaje verde de una temporada a otra, podría tener relación con las precipitaciones que recibe el lugar. En reportes de monitoreo de años anteriores se relacionó la vitalidad de la población de Algarrobos con la información pluviométrica de la estación meteorológica Camar (administrada por la DGA, coordenadas UTM 7.411.774N, 607.294E, Datum PSAD 56, huso 19s). Dicha estación meteorológica fue cerrada en junio de 2012, ello interrumpió los registros pluviométricos obtenidos en el lugar e impidió poder incorporarlos en el presente informe.

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 desarrollo radicular de las plantas (suelo mineral superficial).

A continuación se entregan los resultados de la prospección de terreno efectuada durante el mes de abril de 2013.

3.2.1 — Riqueza florística

En base a las campañas de monitoreo de la flora realizadas entre 2007 y 2013, la riqueza florística del Borde Este del Salar de Atacama alcanza 25 especies. Durante la campaña de terreno de 2013 se verificó la presencia de 18 especies, 14 de ellas fueron registradas en los puntos de monitoreo de flora y 4 fuera de ellos. Cabe destacar la presencia de la especie *Hoffmannseggia doelliifue* observada en la campaña de terreno realizada en 2013, pero fuera de los puntos definidos en los transectos de flora. A la fecha en estos lugares se contabiliza un total de 25 taxa, de ellos 24 fueron clasificados a nivel de especie y 1 taxón clasificado a nivel de género (Tabla 3-10). Se hace presente que durante las prospecciones de terreno en el Borde Este del Salar de Atacama, realizadas entre 2006 a 2013 se ha registrado un total de 34 especies dentro de toda el área, tanto en los transectos de flora como fuera de ellos.

Conforme a los resultados presentados en la Tabla 3-10, los taxa *Agrostis* sp., *Atriplex glaucescens*, *Atriplex madariagae*, *Cortaderia jubata*, *Muhlenbergia asperifolia* y *Zameioscirpus atacamensis* (anteriormente *Scirpus*

atacamensis) no fueron registrados durante la campaña de 2013, siendo registrados fuera de los transectos de flora en campañas de monitoreo anteriores.

Adicionalmente, durante la campaña realizada en 2013 dentro del área del Borde Este del Salar de Atacama, y fuera de los puntos de monitoreo, se registraron 3 especies las que no habían sido registradas con antelación, un listado de ellas junto a sus descripciones generales se entregan en la Tabla 3-11.

Las 25 taxa identificadas en 2013, se agrupan en 13 familias, representadas principalmente por las familias Poaceae y Chenopodiaceae con 6 taxa cada una, equivalente al 24% del total.

Considerando el hábito de crecimiento, la mayor representatividad corresponde a Hierba (incluyendo hierba perenne y hierba anual) con el 60% (15 especies), le sigue Arbusto con el 36% (9 especies) y Suculento con 4% (1 especie).

En relación al origen de los taxa, de las 25 especies contabilizadas, un 72% (18 especies) corresponde a taxa nativo no endémicos; 24% (6 especies) corresponde a taxa endémicos de Chile. Solo una especie, de las 25 especies registradas (4% restante), no fue posible determinar su origen fitogeográfico ya que por la insuficiencia de material vegetal disponible no fue posible identificarla a nivel de especie y sólo se registró a nivel de género.

En relación al origen de las especies, se hace presente, que en base a la clasificación propuesta por Zuloaga *et al.* (2008), actualmente se considera que el origen de la especie *Sarcocornia fruticosa* es nativo (Base de datos de la Flora del Cono Sur en su versión en línea), lo que coincide con otras publicaciones (Riedeman *et al.*, 2006). Sin embargo conforme a los antecedentes disponibles, en informes de monitoreo anteriores el origen de esta especie fue adventicio, ya que de acuerdo a los mismos autores se presentaba bajo dicho status.

Tabla 3-10. Riqueza de especies presentes en el área de estudio

Nº	Nombre Científico	Familia	Hábito de crecimiento	Origen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	<i>Acantholippia deserticola</i>	Verbenaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	<i>Agrostis</i> sp.	Poaceae	Hierba	Indeterminado	X (*)	-	-					
3	<i>Atriplex atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémico	X	X	X	X	X	X	X	X
4	<i>Atriplex glaucescens</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X (*)	-	-					
5	<i>Atriplex imbricata</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
6	<i>Atriplex madariagae</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémico	X (*)	-	-					
7	<i>Baccharis juncea</i>	Asteraceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
8	<i>Cistanthe celosioides</i>	Montiaceae ³	Hierba	Endémico	X (*)	X (*)	-	-	-	X (*)	X (*)	X (*)
9	<i>Cortaderia jubata</i> ⁴	Poaceae	Hierba	Nativo	X (*)	-						
10	<i>Distichlis spicata</i>	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
11	<i>Ephedra multiflora</i>	Ephedraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
12	<i>Festuca hypsophilla</i>	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	-	-	-	-	X	X
13	<i>Hoffmannseggia doellii</i> Phil. ssp. doellii	Fabaceae	Hierba	Endémico	-	-	-	-	-	-	-	X (*)
14	<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
15	<i>Lycium humile</i>	Solanaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
16	<i>Muhlenbergia asperifolia</i> ⁵	Poaceae	Hierba	Nativo	-	-	-	X (*)	X (*)	X (*)	X (*)	-
17	<i>Nitrophila atacamensis</i>	Chenopodiaceae	Hierba	Endémico	X	X	X	X	X	X	X	-
18	<i>Maihueniopsis aff. atacamensis</i> ⁶	Cactaceae	Suculento	Endémico	X (*)							
19	<i>Puccinellia frigida</i>	Poaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
20	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
21	<i>Schoenoplectus americanus</i> ⁷	Cyperaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
22	<i>Zameioscirpus atacamensis</i> ⁸	Cyperaceae	Hierba	Nativo	X (*)	-	-					
23	<i>Tessaria absinthioides</i>	Asteraceae	Arbusto	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X
24	<i>Tiquilia atacamensis</i>	Boraginaceae	Hierba	Endémico	X (*)	X	X (*)					
25	<i>Triglochin concinna</i>	Juncaginaceae	Hierba	Nativo	X	X	X	X	X	X	X	X

³ Sinónimo actual de Portulacaceae

⁴ Sinónimo actual de Cortaderia atacamensis

⁵ Agrostiseremophila y Agrostis distichophylla son sinónimos de Muhlenbergia asperifolia.

⁶ Sinónimo actual de Opuntia atacamensis

⁷ Sinónimo actual de Scirpus americanus

⁸ Sinónimo actual de Scirpus atacamensis

(*) Especies registradas fuera de transecto

En la Tabla 3-11 se presenta en forma complementaria, un listado donde se exponen los taxa observadas excepcionalmente durante la campaña abril 2013 en el sector del Pozo Camar 2. De esas especies, sólo *Tarasa operculata* fue registrada por primera vez como especie presente en el área de estudio, *Adesmia rahmeri* y *Cistanthe salsoloides*, fueron registrada de manera excepcional durante la campaña de terreno realizada en 2012. Su establecimiento en terreno en esa fecha probablemente responda a condiciones ambientales no habituales para el sector, como fueron las lluvias por sobre 40 mm durante el mes de Febrero de 2012, valores registrados por dos estaciones meteorológicas próximas al área del monitoreo, esta condición resulta completamente inusual en el área de estudio conforme a registros pluviométricos disponibles. En efecto, para estas especies herbáceas, su crecimiento está sujeto a condiciones climáticas puntuales, por lo cual son denominadas y conocidas como “pastos de lluvias” (Sinclair, 1985; Villagrán *et al.*, 1998), razón por lo cual no habían sido descritas para el sector en monitoreos previos (2006 a 2012) donde las precipitaciones variaron entre 0 mm (durante los meses secos) y 4 mm (en los meses de lluvia).

Tabla 3-11. Riqueza de especies presentes en el Área de Estudio. “Pastos de Lluvia”.

División	Clase	Familia	Especie	Hábito de Crecimiento	Origen	Distribución
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia rahmeri</i> Phil.	Hierba anual	Nativo	II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i> (Cav.) Krapov.	Hierba perenne	Nativo	I-II
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe salsoloides</i> (Barnéoud) Carolin ex Hershkovitz	Hierba anual	Nativo	I-II-III-IV

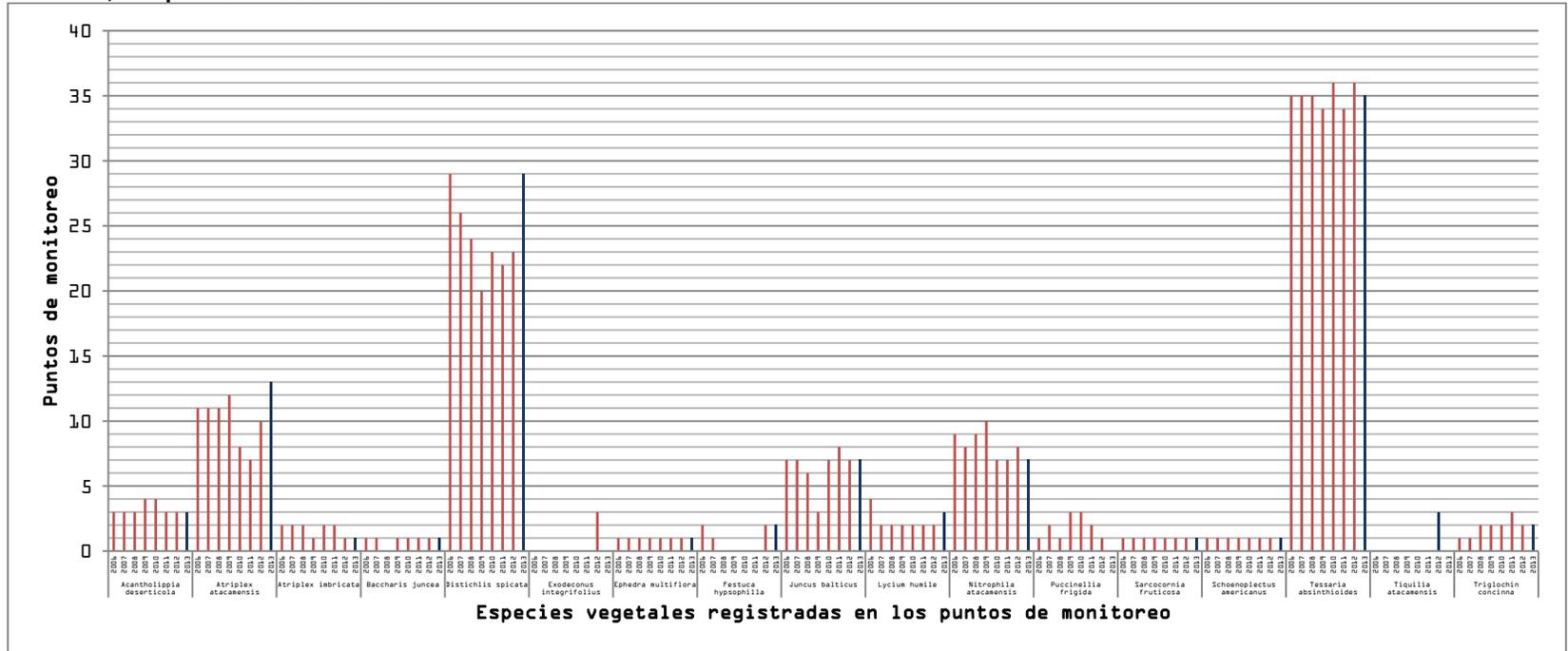
Las tres especies presentadas en la Tabla 3-11, corresponden a especies pertenecientes a la clase Magnoliophyta, división Magnoliopsida y cuyo origen a Nativas no endémicas.

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 las mediciones de pH y salinidad del suelo en la zona de mayor acumulación de raíces (suelo mineral superficial).

La Figura 3-13 muestra la frecuencia de especies en las parcelas medidas en el Borde Este del Salar de Atacama en la presente campaña (abril de 2013) y en las campañas anteriores (abril de 2006 a abril de 2012). *Tessaria absinthioides* es la especie más frecuentemente observada en 35 (47%) de los 75 puntos de muestreo, seguida de *Distichlis spicata* que estuvo presente en 29 puntos (39% del total de puntos de muestreo). Menos frecuentes son las especies *Atriplex atacamensis* observada en 13 puntos de muestreo (17%), *Nitrophila atacamensis* y *Juncus balticus* observadas en 7 puntos de muestreo (9%) cada una. El resto de las especies presentan frecuencias del 4% o inferiores.

Figura 3-13. Frecuencia de las especies vegetales en los puntos de monitoreo dentro de los transectos de flora en el Borde Este del Salar de Atacama, campañas de 2006 a 2013.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3-12 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.

Los resultados obtenidos durante la campaña de terreno de 2013 o muestran variaciones significativas en la frecuencia de especies en los transectos durante todo el periodo analizado (2006 – 2013).

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.

3.2.3.1 — pH

El pH obtenido en el año 2013 para los puntos de flora varió entre las categorías ligeramente alcalino a muy fuertemente alcalino (Tabla 3-13). La mayor parte de los puntos muestreados se distribuyó entre las categorías moderadamente alcalino con un 57,3% (43 puntos) y fuertemente alcalino con un 30,7% (23 puntos) Los valores obtenidos en las muestras analizadas se encuentran dentro de un rango normal para este tipo de suelos de acuerdo a los reportados en la bibliografía especializada disponible. En análisis a muestras realizadas para otros salares se ha detectado valores de pH alcalinos, variando entre 8,5 a 8,9, aumentando con la profundidad hasta valores de 9,8 (Luzio *et al.*, 2010).

Tabla 3-13. Rangos de pH del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013

Categorías de pH	pH	Color	Nº de puntos 2013	%
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		-	-
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5		-	-
Neutro	6,6 – 7,3		-	-
Ligeramente alcalino	7,4 – 7,8		9	12,0
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4		43	57,3
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0		23	30,7
Muy fuertemente alcalino	> 9,0		-	-
Total			75	100,0

Fuente: Schoeneberger *et al.*, 2002.

En la Tabla 3-14 está el valor de pH obtenido en el muestro realizado en los transectos de flora. En Figura 3-14 se representa la variación espacial este a oeste (izquierda a derecha). En los transectos TF-2, TF-5, TF-6 y TF-7 se aprecia que aumenta su acidez o disminuye su pH hacia el Núcleo del Salar ($R^2 = 0,52, 0,42, 0,75$ y $0,65$ respectivamente); mientras que, los transectos TF-1, TF-3 y TF-4 no se apreció ninguna tendencia espacial.

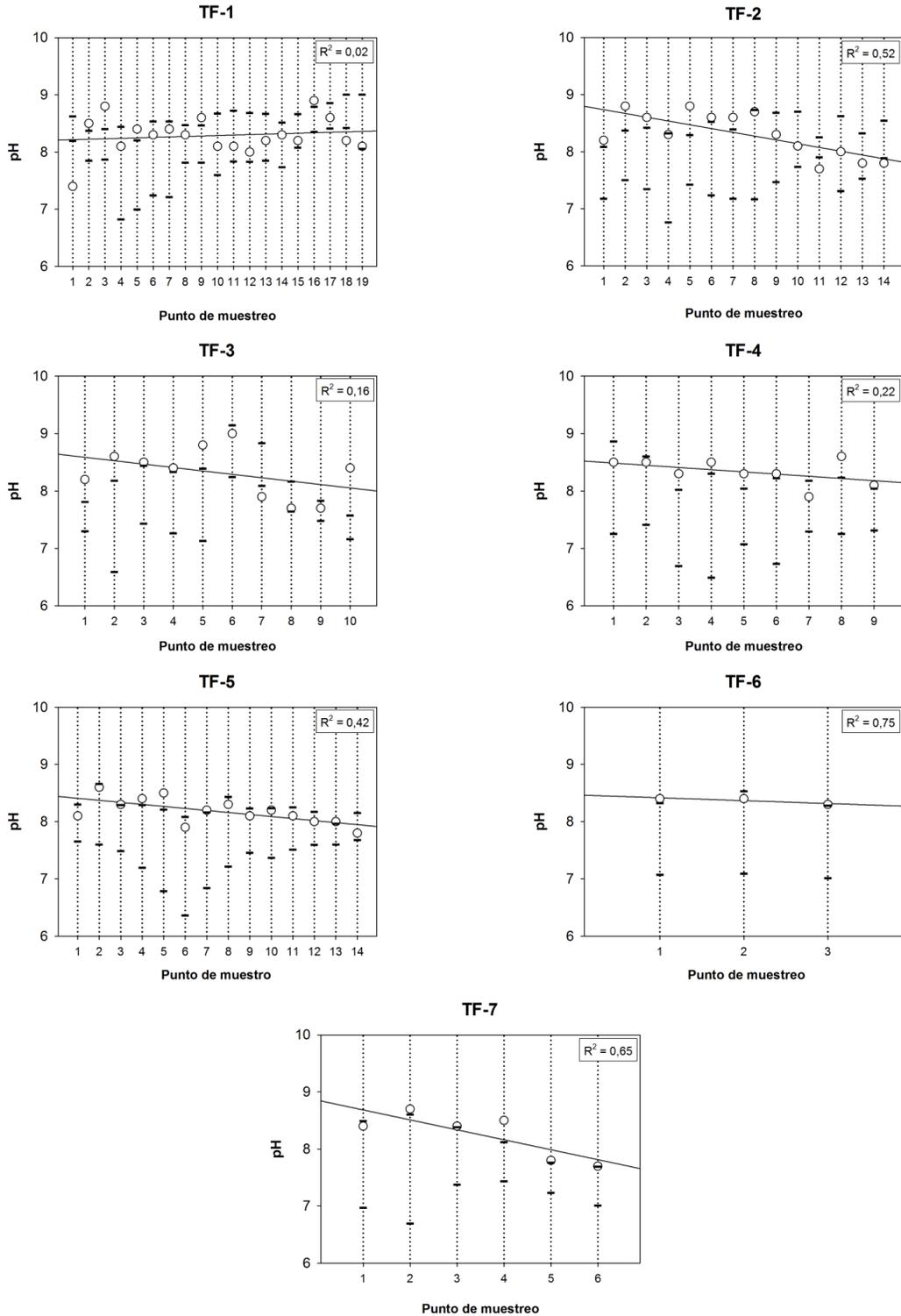
Tabla 3-14. Distribución de rangos de pH en los transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013

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	7,4	8,5	8,8	8,1	8,4	8,3	8,4	8,3	8,6	8,1	8,1	8,0	8,2	8,3	8,2	8,9	8,6	8,2	8,1
TF-2	8,2	8,8	8,6	8,3	8,8	8,6	8,6	8,7	8,3	8,1	7,7	8,0	7,8	7,8					
TF-3	8,2	8,6	8,5	8,4	8,8	9,0	7,9	7,7	7,7	8,4									
TF-4	8,5	8,5	8,3	8,5	8,3	8,3	7,9	8,6	8,1										
TF-5	8,1	8,6	8,3	8,4	8,5	7,9	8,2	8,3	8,1	8,2	8,1	8,0	8,0	7,8					
TF-6	8,4	8,4	8,3																
TF-7	8,4	8,7	8,4	8,5	7,8	7,7													

En los gráficos también se representa los valores máximos y mínimos obtenidos en el período 2006-2012, y se compara con el valor actual obtenido (2013). A nivel general, los valores de pH se distribuyeron al interior del rango de valores observados en años anteriores, aunque hubo casos en los cuales el pH aumentó respecto de los límites observados. Lo cual puede ser a causa de factores naturales, tales como: la composición de los cationes intercambiables, la naturaleza de los materiales de intercambio iónico, la composición y la concentración de las sales solubles, y la presencia o ausencia de yeso y carbonatos alcalinotérreos (carbonatos de calcio y magnesio) (Luzio y Casanova, 2006).

Figura 3-14. Comparación del pH actual con el obtenido en años anteriores.

O : Valor actual; — : Valores máximos y mínimos registrados

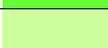
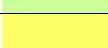


3.2.3.2 — Conductividad eléctrica

En la Tabla 3-15 se resumen los resultados obtenidos para la salinidad, medidos por medio de la conductividad eléctrica, en los puntos de muestreo de flora en abril del 2013. Los resultados indican que la flora del Borde Este del Salar de Atacama se desarrolla en un sustrato fuertemente salino, dado que en 64 puntos, equivalente al 85,4% de las mediciones, registraron una salinidad superior a 6,7 dS/m. Se registró una salinidad moderada en siete puntos (9,3%), fue ligeramente salina y muy ligeramente salina en un sólo punto (1,3%) y no salina en dos puntos (2,7%).

En base antecedentes recopilados en otros salares del país, los valores de C.E. pueden alcanzar valores de hasta 500 dS/m en superficie, tendiendo a disminuir a medida que aumenta la profundidad (Luzio, 2010). A pesar de registrarse altas concentraciones de sales en el sustrato se observa que existe un normal desarrollo de la flora, lo cual se encuentra relacionado con mecanismos de adaptación de los individuos a ambientes extremadamente salinos. Algunas estrategias de supervivencia están relacionadas con modificaciones en el potencial osmótico interno de la planta, exudación de sales a través de las hojas o su acumulación en el mismo órgano, ya sea para desarrollar succulencia o para luego suprimirlo y con ello desechar el elemento tóxico (Salisbury y Ross, 1985).

Tabla 3-15. Rangos de conductividad eléctrica del suelo en transectos de muestreo de flora. Campaña abril de 2013

Categorías de salinidad	Conductividad eléctrica (dS/m)	Color	Nº de puntos 2013	%
No salino	0 – 0,98		2	2,7
Muy ligeramente salino	0,98 – 1,71		1	1,3
Ligeramente salino	1,71 – 3,16		1	1,3
Moderadamente salino	3,16 – 6,07		7	9,3
Fuertemente salino	> 6,07		64	85,4
TOTAL			75	100,0

Fuente: USDA NRCS, 2001.

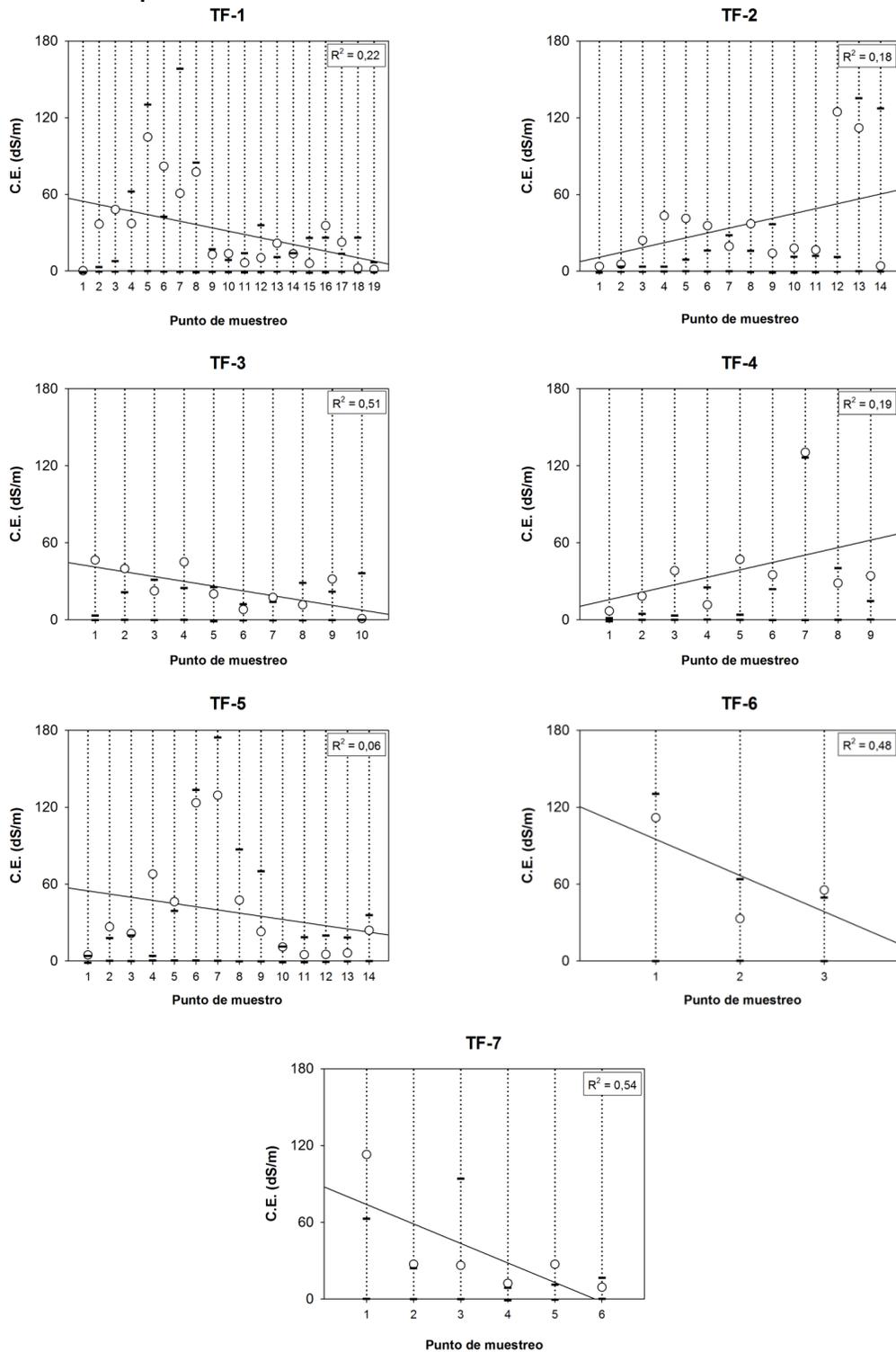
La Tabla 3-16 presenta los valores obtenidos para la medición de conductividad eléctrica en cada uno de los puntos de muestreo de flora de los 7 transectos. Respecto al comportamiento espacial, en la Figura 3-15, los transectos TF-3, TF-6 y TF-7 demuestran la tendencia a reducir su conductividad hacia el oeste ($R^2= 0,51$, $0,48$ y $0,54$ respectivamente); mientras que, los transectos TF-1, TF-2, TF-4 y TF-5 no demuestran ninguna tendencia espacial.

Tabla 3-16. Conductividad eléctrica obtenida en cada punto de muestreo de flora. Campaña abril de 2013.

Transecto	Conductividad eléctrica (dS/m)																		
	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	0,2	36,7	48,1	37,1	104,8	82,0	60,8	77,4	12,8	13,6	6,4	10,3	21,7	13,4	5,9	35,5	22,5	2,3	1,3
TF-2	3,7	5,3	24,1	43,2	41,2	35,5	19,4	37,0	14,0	17,9	16,5	124,5	112,0	4,0					
TF-3	46,5	39,8	22,4	45,0	20,1	8,0	17,4	11,6	31,7	0,9									
TF-4	6,8	18,4	38,2	11,6	47,0	35,0	130,4	28,5	34,2										
TF-5	4,7	26,6	21,5	67,9	46,2	123,4	129,3	47,5	22,8	10,9	4,9	5,1	6,1	23,9					
TF-6	111,8	33,0	55,3																
TF-7	112,9	27,2	26,3	12,2	27,1	9,2													

Al comparar los datos respecto de las campañas anteriores (abril de 2006 a abril de 2012), Figura 3-15, se aprecia resultados similares dentro de los valores registrados anteriormente, con aumentos en la conductividad en algunas ocasiones. Se hace énfasis en que las condiciones observadas, de un 85,4% de los puntos con salinidad fuerte, es una condición común para un suelo de salar, donde se observan valores de hasta 500 dS/m.

Figura 3-15. Comparación de la conductividad eléctrica actual con la obtenida en años anteriores.



3.3 — Fauna

3.3.1 — Riqueza de Especies

La Tabla 3-17 presenta la composición de la fauna registrada en el área de estudio a través de todo el proceso de seguimiento. De acuerdo con las prospecciones de terreno efectuadas desde abril de 2006 hasta abril 2013 el catálogo de fauna silvestre del Borde Este del Salar de Atacama está compuesto por un total de 56 especies, correspondientes a un anfibio, dos reptiles, 45 aves (28 no paseriformes y 17 paseriformes) y ocho mamíferos. Durante la presente campaña (abril de 2013) se observó la presencia de cuatro especies de aves que no habían sido registradas anteriormente, la garza boyera (*Bubulcus ibis*) observada en laguna Salada, la tagüita del norte (*Gallinula chloropus*) observada en Aguas de Quelana, la loica argentina (*Sturnella superciliaris*) registrada en el sector Cruce Camar y el minero puna (*Geositta punensis*) observada en el sector cruce a SQM (cruce para ingresa a Campamento Andino). Por otro lado, si bien la chilla (*Pseudalopex griseus*) no ha sido registrada en el área monitoreada se incluye en el catálogo ya que fue considerada en la Línea de Base.

En esta campaña se registraron 29 especies, dos reptiles, 23 aves y cuatro mamíferos. Todas las especies del área son nativas, no existen en el sector de estudio taxa introducidos, aun cuando se observan burros (*Equus asinus*), animales domésticos que en ocasiones se hacen silvestres (en este caso se consideran animales domésticos y no se incluyen en el catálogo).

Dentro de las especies presentes en el Borde Este del Salar de Atacama, hay dos taxa endémicos, la lagartija de Fabián (*Liolaemus fabiani*) y la lagartija de Constanza (*Liolaemus constanzae*), ambas exclusivas de la región de Antofagasta. Por su parte el análisis del estado de conservación indica que de los vertebrados nativos presentes en el área, cinco especies se encuentran citadas en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. De acuerdo al séptimo proceso (D. S. N° 42, MMA) el suri (*Pterocnemia pennatta tarapacensis*) es Vulnerable. Según el quinto proceso de clasificación (D. S. N° 33, MMA) el guanaco (*Lama guanicoe*) es Vulnerable y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) y la chilla (*Pseudalopex griseus*) están en categoría Preocupación Menor igual que el sapo de rulo andino (*Bufo spinulosus*, D. S. N° 41, MMA), esta última no es una categoría de amenaza y agrupa a todos aquellos taxa abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo (definición de UICN).

De acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (SAG, 2012) de las especies nativas presentes en este sector, siete se encuentran en alguna categoría de amenaza a nivel de la zona norte; los dos reptiles del área (*Liolaemus fabiani* y *L. constanzae*) son Raras, mientras que los tres flamencos (*Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus andinus* y *P. jamesi*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el chululo (*Ctenomys fulvus*) son Vulnerables.

Tabla 3-17. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

Nº	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución		Origen	Conservación ¹	Observada en:							
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Amphibia														
1	<i>Bufo spinulosus</i>	Sapo de rulo andino	Arica Parinacota	Biobío	Nativa	*Preocupación Menor								X
Reptilia														
2	<i>Liolaemus fabiani</i>	Lagartija de Fabián	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X	X	X	X	X
3	<i>Liolaemus constanzae</i>	Lagartija de Constanza	Antofagasta	Antofagasta	Endémica	Rara	X	X	X	X	X	X	X	X
Aves														
4	<i>Pterocnemia pennata tarapacensis</i>	Suri	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	*Vulnerable					X			
5	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada								X
6	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X					X	
7	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X	X
8	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Parina grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X	X
9	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Parina chica	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X	X
10	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato juarjual	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
11	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada		X	X	X	X			
12	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada				X	X			
13	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
14	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X		X				
15	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	Vulnerable	X	X					X	
16	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada							X	
17	<i>Gallinula chloropus</i>	Tagüita del norte	Arica y Parinacota	Valparaíso	Nativa	No citada								X
18	<i>Phalacrocorax melanopterus</i>	Carancho cordillerano	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O'higgins	Nativa	No citada		X	X	X		X	X	X
19	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada				X		X		
20	<i>Charadrius alticola</i>	Chorlo puna	Arica y Parinacota	Metropolitana de Santiago	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
21	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X					
22	<i>Recurvirostra andina</i>	Caití	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 3-17. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

Nº	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución		Origen	Conservación ¹	Observada en:							
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
23	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
24	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada	X	X					X	X
25	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
26	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X			X	
27	<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
28	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
29	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	Caza Permitida	X	X						
30	<i>Metopelia aymara</i>	Tortolita puna	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X		X				X
31	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada		X	X			X		
32	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X						X
33	<i>Geositta punensis</i>	Minero puna	Arica y Parinacota	Atacama	Nativa	No citada								X
34	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	Arica y Parinacota	Lib. Bdo. O'higgins	Nativa	No citada				X				
35	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X			X	X	X	
36	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X					
37	<i>Agriornis microptera</i>	Mero de Tarapacá	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada				X	X	X	X	X
38	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X					
39	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
40	<i>Muscisaxicola frontalis</i>	Dormilona frente negra	Arica y Parinacota	Los Lagos	Nativa	No citada		X	X					
41	<i>Lessonia oreas</i>	Colegial andino	Arica y Parinacota	Coquimbo	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
42	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina lomo negro	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X			X		
43	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X					
44	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X					
45	<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X	X	X	X	X
46	<i>Sicalis auriventris</i>	Chirihue dorado	Arica y Parinacota	Araucanía	Nativa	No citada	X	X						
47	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	No citada	X	X	X	X				
48	<i>Sturnella superciliaris</i>	Loica argentina	Antofagasta	Coquimbo	Nativa	No citada								X

Tabla 3-17. Catálogo de vertebrados presentes en el área de estudio

Nº	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución		Origen	Conservación ¹	Observada en:							
			Desde	Hasta			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Mammalia														
49	<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca andina	Arica y Parinacota	Antofagasta	Nativa	No citada	X	X	X	X		X		
50	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	*Preocupación menor	X	X	X	X	X	X	X	X
51	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Antofagasta	Magallanes	Nativa	*Preocupación menor	X							
52	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Arica y Parinacota	Magallanes	Nativa	*Vulnerable			X					
53	<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo	Tarapacá	Antofagasta	Nativa	Vulnerable	X	X	X	X	X	X	X	X
54	<i>Abrothrix andinus</i>	Laucha andina	Arica y Parinacota	Maule	Nativa	Caza Permitida	X	X	X	X	X	X	X	
55	<i>Eligmodontia puerulus</i>	Lauchita pie sedoso	Antofagasta	Atacama	Nativa	No citada		X	X	X	X	X	X	X
56	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Lauchón orejudo	Arica y Parinacota	Aisén	Nativa	No citada	X	X	X	X		X	X	X

¹ Conservación: Consigna el estado de conservación según Reglamento de Clasificación de Especies (*) o 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 las especies de fauna observadas durante la prospección de terreno de abril de 2013.

3.3.2.1 — Abundancia de herpetofauna

Los resultados del estudio de abundancias para la herpetofauna se muestran en la Tabla 3-18. Se registró la presencia de la lagartija de Constanza (*Liolaemus constanzae*) en siete de los 17 transectos realizados en los cuatro sectores de estudio, constatándose esta temporada en hábitats de Rica-rica Pingo-pingo, Pajonal y un registro en Brea Cachiyuyo. En general las abundancias de la lagartija de Constanza, se mantienen o disminuyen con respecto al año anterior; se observó entre uno y seis animales por transecto, con promedios que variaron entre 0,33 y 3,33 individuos.

En el caso de la lagartija de Fabián (*Liolaemus fabiani*) se registró en siete transectos en hábitats de pajonal y marginal de salar. En general la presencia de esta especie se encuentra asociada al borde de los cuerpos de agua (lagunas) y/o a las costras salinas cercanas al agua. La abundancia para el monitoreo del 2013 varió entre 0,33 y 3,33 individuos en promedio, con uno a cinco ejemplares por transecto. Esta especie se observa con frecuencia en el área de visitantes de la Reserva Nacional Los Flamencos, en el sendero de interpretación.

Tabla 3-18. Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)							
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	0,33	-	0,33	0,66	1
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	-	0,33	-	-	-
	3	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	1,33	-	-	0,66	2	0,66
4	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	-	2,33	1	-	0,66	0,66	0,33	
Cruce Camar	5	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	-	1	0,33	2,33	1,33	2
	6	Brea-Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	-	0,66	0,66	1	1	1	0,33
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	-	(**)	-
	7	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,66	-	0,33	-	-	-	(**)	0,33
<i>Liolaemus fabiani</i>			-	-	-	-	-	0,33	0,66	1+(**)	
8	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	0,33	0,33	-	-	-	3	-	2	
Aguas de Quelana	9	Rica rica-Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,66	0,33	0,66	0,66	1
	10	Brea-Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,66	0,66	-	0,66	-	-	-
	11	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	0,33	-	-	-	-	-	-	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	0,33	0,33	-	-	0,33	-	0,33
12	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	2,33	0,33	3	-	-	2	4	3,33	

Tabla 3-18. Abundancias de reptiles en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)								
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Cruce SQM	13	Rica rica– Pingo pingo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	0,33	-	-	0,66	3,33	
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	-	0,33	-	
	14	Brea– Cachiyuyo	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	1	-	-	-	1,66	0,33	-	
			<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	-	1	1	0,66	1	
	15	Pajonal	<i>Liolaemus constanzae</i>	-	0,33	-	-	-	-	0,33	0,66	-
			<i>Liolaemus fabiani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Salar	<i>Liolaemus fabiani</i>	-	1,66	-	1,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,33	
		<i>Liolaemus fabiani</i>	2,66	1,33	-	0,33	-	-	-	-	-	
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. (**) al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de transecto).

3.3.2.2 — Abundancias de avifauna

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

a. Abundancia de aves terrestres

Tal como se observa en la Tabla 3-19, las abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama son bajas en todos los años estudiados, llegando a cero en abril de 2008 (no se observó ningún ejemplar en los numerosos transectos); esto independiente de la cobertura y composición de la vegetación. En la campaña realizada en 2013, la frecuencia de aves terrestres presentó un aumento con respecto al año anterior, hubo avistamientos en siete de los 17 transectos realizados, más tres registros fuera de transecto (en un transecto pero fuera del período de observación). Se registraron 10 especies en los transectos, incluyendo el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), el chorlo puna (*Charadrius alticola*), el caití (*Recurvirostra andina*) y el playero de Baird (*Calidris bairdii*) en hábitat marginal de Salar (por presencia de pozas de agua cercanas) y el bailarín chico (*Anthus correndera*) en hábitat de rica rica – pingo pingo (por cercanía del sector Aguas de Quelana). Fuera de censo se registró un ejemplar de gaviota andina (*Larus andinus*) en ambiente de rica rica - pingo pingo, sobrevolando el área en dirección hacia la laguna Puilar.

Las abundancias medias variaron entre 0,33 y 1,66 individuos, con uno a dos ejemplares por transecto. En el hábitat marginal del Salar de Atacama en los tres sectores estudiados (Vega de Carvajal, Aguas de Quelana y Cruce Camar) no se registran aves terrestres, con excepción de un aguilucho fuera de transecto en 2013. En el área de la Laguna Interna no se ha registrado aves en el sector terrestre (el paseriforme *Lessonia oreas*) desde el año 2006.

Tabla 3-19 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)								
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Vega de Carvajal	1	Rica rica– Pingo pingo	<i>Buteo polysoma</i>						(**)			
			<i>Larus serranus</i>								(**)	
			<i>Metropelia aymara</i>					0,33				
			No se observó especies								+	
	2	Brea– Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						(**)			
			<i>Anthus correndera</i>	1,33								
			No se observó especies		+		+		+	+	+	
	3	Pajonal	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>		0,33				(**)			
			<i>Asthenes modesta</i>							(**)		
			<i>Buteo polysoma</i>						0,33			
			<i>Anthus correndera</i>						0,33		0,33	
			No se observó especies	+		+				+	+	
4	Marginal de Salar	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+	+		
Cruce Camar	5	Rica rica– Pingo pingo	<i>Agriornis montana</i>	0,33								
			<i>Buteo polyosoma</i>							(**)		(**)
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						0,33			
			<i>Sturnella superciliaris</i>									0,33
			<i>Metropelia aymara</i>									0,66
	6	Brea– Cachiyuyo	No se observó especies		+	+				+	+	
			<i>Buteo polyosoma</i>							(**)		
			<i>Metropelia aymara</i>									3+(**)
			<i>Agriornis microptera</i>				1	0,66	0,33	(**)	0,66	
	7	Pajonal	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						1,33		(**)	
			<i>Anthus correndera</i>	-	0,33	-	-	-	0,33			
	8	Marginal de Salar	No se observó especies								+	+
<i>Charadrius alticola</i>											(**)	
Aguas de Quelana	9	Rica rica– Pingo pingo	<i>Buteo polyosoma</i>								(**)	
			<i>Phalcooboenus megalopterus</i>		0,33							
			<i>Muscisaxicola frontalis</i>		0,33							
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>		0,33							
			No se observó especies									+
	10	Brea– Cachiyuyo	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	0,33								
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>							(**)	0,33	
			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>									

Tabla 3-19 Abundancias de aves terrestres en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013

Sector	Transecto	Hábitat	Especies observadas	Abundancia (*)									
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Cruce SQM	11	Pajonal	<i>Hirundo rustica</i>			(**)							
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>						0,33				
			<i>Zonotrichia capensis</i>				0,33						
			No se observó especies		+			+		+	+		
			<i>Buteo polyosoma</i>								0,33		
			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>				(**)						
			<i>Zonotrichia capensis</i>				(**)						
			No se observó especies	+	+	+		+	+	+			
			12	Marginal de Salar	<i>Charadrius alticola</i>							3	3+(**)
					<i>Calidris bairdii</i>								1,66
	<i>Phoenicoparrus andinus</i>										1,33		
	No se observó especies	+			+	+	+	+	+	+			
	13	Rica rica–Pingo pingo			<i>Phalcoboenus megalopterus</i>			(**)					
			<i>Leptasthenura aegithaloides</i>						0,33				
			<i>Geositta cunicularia</i>										
			<i>Geositta punensis</i>								0,66		
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>								0,33		
			<i>Sicalis auriventris</i>			(**)							
			<i>Anthus correndera</i>							0,33			
			No se observó especies		+		+		+				
	14	Brea-Cachiyuyo	<i>Buteo polyosoma</i>					(**)		(**)			
			<i>Muscisaxicola maculirostris</i>				0,66	0,33		(**)			
			No se observó especies						+		+		
			15	Pajonal	No se observó especies	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Buteo polyosoma</i>											(**)		
16			Marginal de Salar	<i>Recurvirostra andina</i>								0,33	
				<i>Charadrius alticola</i>							1	0,66	
				<i>Calidris bairdii</i>							3	0,66	
				No se observó especies	+	+	+						
				17	Salar	<i>Lessonia oreas</i>	0,33						
No se observó especies		+	+			+	+	+	+	+			

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

(**) Al menos un ejemplar registrado fuera del tiempo de recorrido (fuera de censo)

b. Abundancia de aves acuáticas

A continuación se presentan los resultados generales obtenidos durante las campañas de monitoreo realizadas en abril de cada año entre el 2006 y el 2013 (ocho años). En la Sección b.1 se analizan las abundancias de este grupo de fauna para toda el área de estudio, y posteriormente en las Secciones b.2. a la b.4., se analizan las abundancias para los sistemas lacustres Soncor (que incluye las lagunas Chaxa, Puilar, Barros Negros y Canal Burro Muerto), Aguas de Quelana y Peine (que incluye las lagunas Salada, Saladita e Interna).

- Abundancias de aves acuáticas en el Borde Este del Salar de Atacama

La Tabla 3-20 muestra los resultados del censo de aves acuáticas correspondiente a las campañas del mes de abril desde 2006 a 2013. Del análisis de la tabla, se puede observar que durante la presente campaña (2013) se registró un total de 3.741 individuos de 17 especies, incluyendo dos passeriformes usualmente asociados a cuerpos de agua, el colegial (*Lessonia oreas*) en los espacios abiertos con una película de agua y el bailarín chico (*Anthus correndera*) en la franja de vegetación palustre (ej. juncal). En comparación con la situación registrada en los años anteriores se observa un aumento en el número de especies (17 taxa) y hay un leve aumento en el número de individuos (de 3.520 a 3.741) en relación al monitoreo de abril de 2012. Los flamencos son las especies dominantes por su abundancia en el salar. La parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 1.026 individuos es la especie más abundante, le siguen la parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) con 887 ejemplares adultos el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) presentó 386 aves adultas, con respecto a los pollos de flamencos, en esta temporada se contabilizaron 699 siendo mayoritariamente ejemplares de parina grande, se observan además algunos pollos de flamenco chileno. Otras especies abundantes fueron el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) con 280, el playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 176, el caití con 106 y el chorlo puna con 101; el playero de Baird y pollito de mar son migrantes boreales (proveniente del hemisferio norte). Las especies más escasas fueron el colegial (*Lessonia oreas*), especie con abundancias mayores en otros años, también la garza boyera (*Bubulcus ibis*) y la tagüita del norte (*Gallinula chloropus*) especies registradas por primera vez en el área de estudio.

La mayor riqueza de especies se sigue presentando en Aguas de Quelana con 12 taxa (dos de ellos passeriformes) y la menor riqueza se observa en la laguna Barros Negros, donde se observaron sólo cinco especies y 27 individuos, le sigue la laguna Interna con siete especies y 55 individuos. Las especies más frecuentes fueron las tres especies de flamencos, que están presentes en casi todos los sectores monitoreados, les siguen el caití (*Recurvirostra andina*), el chorlo puna (*Charadrius alticola*) y el playero de Baird (*Calidris bairdii*). Los dos passeriformes, el colegial (*Lessonia oreas*) y el bailarín chico (*Anthus correndera*), sólo se observaron en Aguas de Quelana.

Tabla 3-20. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2013.

Especies	Puillar								Chaxa								Barros Negros								Canal Burro Muerto								Aguas de Quelana							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Bubulcus ibis</i>																																								
<i>Phoenicopus chilensis</i>	149	65	15	36	30	78	28	98	125	159	209		135	213	126	144	191				93	23	7		54	91	37	35	101	75	35	51	82	23	17	53	41	41	30	35
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	809	227	346	151	51	221	538	409	219	115	202	97	98	53	69	96	377				7	14		1	124	57	46	52	28	33	21	62	301	73	49	100	106	76	142	113
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>		194	51	54	93	113	66	84		179	179	79	148	27	166	754							1	5		41	28	60	57	5	11	66		11	14	3	11	20	5	13
<i>Pollos de flamencos</i>		400	420				970	678			86	1			37																	2								
<i>Flamencos no determinados</i>				98				6						60				5		58								25			10					30				
<i>Lophonetta specularioides</i>													5	2		2					2								2				9	7	4	14	7	6	6	6
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>																																		1	8	2	4			
<i>Anas cyanoptera</i>																																				2	5			
<i>Gallinula chloropus</i>																																								2
<i>Pluvialis dominica</i>																																				2				
<i>Charadrius alticola</i>	6		4		8					9	11	4	8	6	4	6	3				9	23	4	9	47	29	17	7	10	4	28	23	53	89	60	103	42	73	45	53
<i>Recurvirostra andina</i>		11	16	14	11	21	13	4	36	2	14	40	24	30	45	41	31				7	7	11	8	117	30	13	25	34	55	51	21	69	40	32	49	41	24	35	22
<i>Tringa melanoleuca</i>			16		3	15						120		12	2	6																7		7	4	9	1	1	3	15
<i>Tringa flavipes</i>																	7						1										3							5
<i>Calidris bairdii</i>	25		115		17	25		6	57	18	21	27	12	19	13	3	8				18	38	2	4	42	87	53	79	82	96	38	102	53	54	50	98	56	40	57	48
<i>Calidris melanotos</i>		70							18		9												1		3								6		9			4	7	
<i>Phalaropus tricolor</i>		18	39				140	12	170	241	54	128	121	239	39	244												3		24										
<i>Larus serranus</i>		1	3							1			2	6			2										4					2	2		1	2	1	2		
<i>Lessonia oreas</i>					1																												24	8	6	11	11	18	4	1
<i>Anthus correndera</i>																																	10	41	14	30	31	33	30	11
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>																						1												2						
<i>Hirundo rustica</i>																																	20							
N° de especies	4	7	9	4	8	6	6	6	6	8	8	7	9	10	9	9	7	1	0	1	6	6	8	5	6	6	7	7	7	7	7	8	12	12	13	14	13	12	11	12
N° de individuos	989	986	1.025	353	214	473	1755	1297	625	724	785	496	553	667	501	1296	619	5	0	58	136	106	138	27	387	335	198	286	314	292	194	336	632	356	268	508	356	338	364	324

Tabla 3-20. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama Campañas 2006 a 2013. (Continuación).

Especies	Salada								Saladita								Interna							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Bubulcus ibis</i>								1																
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	108	39	24	54	36	35	40	44	23	12	4	25	16	17	3	7	30	6	8	8	7	9		7
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	271	158	206	157	253	138	333	136		71	12	29	55	9	10	43		21	18	32	12	-		27
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	162	95	124	85	35	125	95	49	22	64	21	43	79	44	45	47		48	56	17	34	32		8
Pollos de flamencos		16					4			75	57					19								
Flamencos no determinados		31						4																
<i>Lophonetta specularioides</i>		3			2		7	3	4															
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>			1																					
<i>Pluvialis dominica</i>																								
<i>Charadrius alticola</i>	2			3		2	2	4			4				2	4	17	3	1				3	2
<i>Recurvirostra andina</i>	17	13	20	14	12	6	13	21	7						2	2	9							1
<i>Tringa melanoleuca</i>								1												1	2			4
<i>Calidris bairdii</i>	10		2		2		2	4					2			3	27	8		1	3		5	6
<i>Calidris melanotos</i>		27															4							
<i>Phalaropus tricolor</i>		18	2	54				24	8	7									1	1				
<i>Larus serranus</i>	5	1			3	1		2	2				1			2	2						2	
<i>Lessonia oreas</i>																								
<i>Anthus correndera</i>																								
<i>Hirundo rustica</i>	2								4															
N° de especies	8	8	7	6	7	6	8	11	7	4	4	3	5	3	5	7	6	5	5	6	5	2	3	7
N° de individuos	577	401	379	367	343	307	496	293	70	229	98	97	153	70	62	127	89	86	84	60	58	41	10	55

Tabla 3-21. Abundancia de aves acuáticas en el Salar de Atacama, Campañas 2006 a 2013. Total por especie.

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Bubulcus ibis</i>								1
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	762	395	314	211	459	491	269	386
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	2101	722	879	618	610	544	1113	887
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	184	632	473	341	457	366	389	1026
Pollos de flamencos		91	563	1			1122	699
Flamencos no determinados		41		211		60	10	10
<i>Lophonetta specularioides</i>	13	10	4	14	18	8	13	11
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>		1	9	2	4			
<i>Anas cyanoptera</i>				2	5			
<i>Gallinula chloropus</i>								2
<i>Pluvialis dominica</i>				2				
<i>Charadrius alticola</i>	128	130	97	117	77	108	88	101
<i>Recurvirostra andina</i>	286	96	95	142	129	143	170	106
<i>Tringa melanoleuca</i>		7	20	130	6	28	5	33
<i>Tringa flavipes</i>	10						1	5
<i>Calidris bairdii</i>	222	167	241	205	192	218	117	176
<i>Calidris melanotos</i>	31	97	18			4	8	
<i>Phalaropus tricolor</i>	178	284	96	186	121	263	179	280
<i>Larus serranus</i>	13	3	8	2	7	9	2	6
<i>Lessonia oreas</i>	24	8	6	11	12	18	4	1
<i>Anthus correndera</i>	10	41	14	30	31	33	30	11
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>		2				1		
<i>Hirundo rustica</i>	26							
N° de especies	14	15	14	15	14	14	14	17
N° de individuos	3.988	2.722	2.837	2.225	2.128	2.294	3.520	3.741

- 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 y la abundancia varían según la localidad, es así como en Chaxa y en Canal Burro Muerto se registraron ocho especies en cada sector, mientras que en Puilar se observaron seis especies y en Barros Negros cinco especies.

La Tabla 3-22, la Figura 3-16, la Figura 3-17, la Figura 3-18 y la Figura 3-19, presentan el número de flamencos censados en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto durante las campañas de monitoreo de abril desde 2006 a 2013.

Con respecto a las abundancias registradas en esta temporada, estas también varían en las diferentes lagunas del sistema Soncor. Puilar es la laguna con mayor abundancia, con 1.275 aves y la laguna Barros Negros con seis individuos tiene la menor abundancia. Por especie la más abundante fue la parina chica con 909 individuos seguido por la parina grande con 568 ejemplares.

En relación con los censos de abril de años anteriores, la riqueza de especies del sistema general se mantiene dentro de los rangos de variación. En cuanto al número de individuos, en el 2013 en Puilar hay una disminución del flamenco andino y aumentan su presencia de las parinas chicas y los flamencos chilenos; mientras que en Chaxa y en Burro Muerto aumentan las tres especies de flamencos; en Barros Negros hay pocas aves de estos taxa.

La Tabla 3-23 expone los censos realizados sobre otras especies de la avifauna acuática durante las campañas de abril desde 2006 a 2013. En esta temporada se registró 256 individuos de siete especies, siendo las más abundantes el playero de Baird (*Calidris bairdi*) con 115 ejemplares, le sigue el Caití (*Recurvirostra andina*) con 74 individuos. Dos especies, el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*) y la gaviota andina (*Larus serranus*), presentaron las abundancias más bajas, con dos ejemplares cada una.

Tabla 3-22. Abundancia de flamencos en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2013.

Especies	Laguna Puilar								Laguna Chaxa								Laguna Barros Negros								Canal Burro Muerto								Total Sistema Soncor							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	149	65	15	36	30	78	28	98	125	159	209	-	135	213	126	144	191	-	-	-	93	23	7		54	91	37	35	101	75	35	51	519	315	261	71	359	389	196	293
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	809	227	346	151	51	221	538	409	219	115	202	97	98	53	69	96	377	-	-	-	7	14		1	124	57	46	52	28	33	21	62	1.529	399	594	300	184	321	628	568
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	-	194	51	54	93	113	66	84	-	179	179	79	148	27	166	754	-	-	-	-	-	-	1	5	-	41	28	60	57	5	11	66	-	414	258	193	298	145	244	909
<i>Pollos de flamencos</i>	-	400	420	-	-	-	970	678	-	-	86	1	-	-	37	-	-	-	-	-	-	-	111		-	-	-	-	-	-	-	2	-	400	506	1	-	-	1118	680
<i>Flamencos no determinados</i>	-	-	-	98	-	-		6	-	-	-	-	-	-			-	5	-	58	-	-			-	-	-	25	-	-	10		-	5	-	181	-	-	10	6
Total	958	886	832	339	174	412	1.602	1.275	344	453	676	177	381	293	398	994	568	5	-	58	100	37	119	6	178	189	111	172	186	113	77	181	2.048	1533	1619	746	841	855	2.196	2.456

Tabla 3-23. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las lagunas Puilar, Chaxa, Barros Negros y Canal Burro Muerto. Campañas 2006 a 2013.

Especies	Laguna Puilar								Laguna Chaxa								Laguna Barros Negros								Canal Burro Muerto								Total Sistema Soncor							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Lophonetta specularioides</i>	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	5	-	2		-	-	-	-	2	-			-	-	-	-	2	-			-	-	-	-	9	-	-	2
<i>Charadrius alticola</i>	6	-	4	-	8	-			-	9	11	4	8	6	4	6	3	-	-	-	9	23	4	9	47	29	17	7	10	4	28	23	56	38	32	11	35	33	36	38
<i>Recurvirostra andina</i>	-	11	16	14	11	21	13	4	36	2	14	40	24	30	45	41	31	-	-	-	7	7	11	8	117	30	13	25	34	55	51	21	184	43	43	79	76	113	120	74
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	-	16	-	3	15			-	-	-	120	-	12	2	6	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-		7	-	-	16	120	3	27	2	13
<i>Tringa flavipes</i>	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-			7	-	-	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-			7	-	-	-	-	-	1	-
<i>Calidris bairdii</i>	25	-	115	-	17	25		6	57	18	21	27	12	19	13	3	8	-	-	-	18	38	2	4	42	87	53	79	82	96	38	102	132	105	189	106	129	178	53	115
<i>Calidris melanotos</i>	-	70	-	-	-	-			18	-	9	-	-	-			-	-	-	-	-	-	1		3	-	-	-	-	-			21	70	9	-	-	-	1	-
<i>Phalaropus tricolor</i>	-	18	39	-	-	-	140	12	170	241	54	128	121	239	39		-	-	-	-	-	-			-	-	-	3	-	24			170	259	93	131	121	263	179	12
<i>Larus serranus</i>	-	1	3	-	-	-			-	1	-	-	2	6			2	-	-	-	-	-			-	-	4	-	-	-		2	2	2	7	-	2	6		2
<i>Lessonia oreas</i>	-	-	-	-	1	-			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	1	-		-
Total	31	100	193	14	40	61	153	22	281	271	109	319	172	306	103	58	51	-	-	-	36	68	19	21	209	146	87	114	128	179	117	155	572	517	389	447	376	620	392	256

Figura 3-16. Abundancia de flamencos en Laguna Puilar

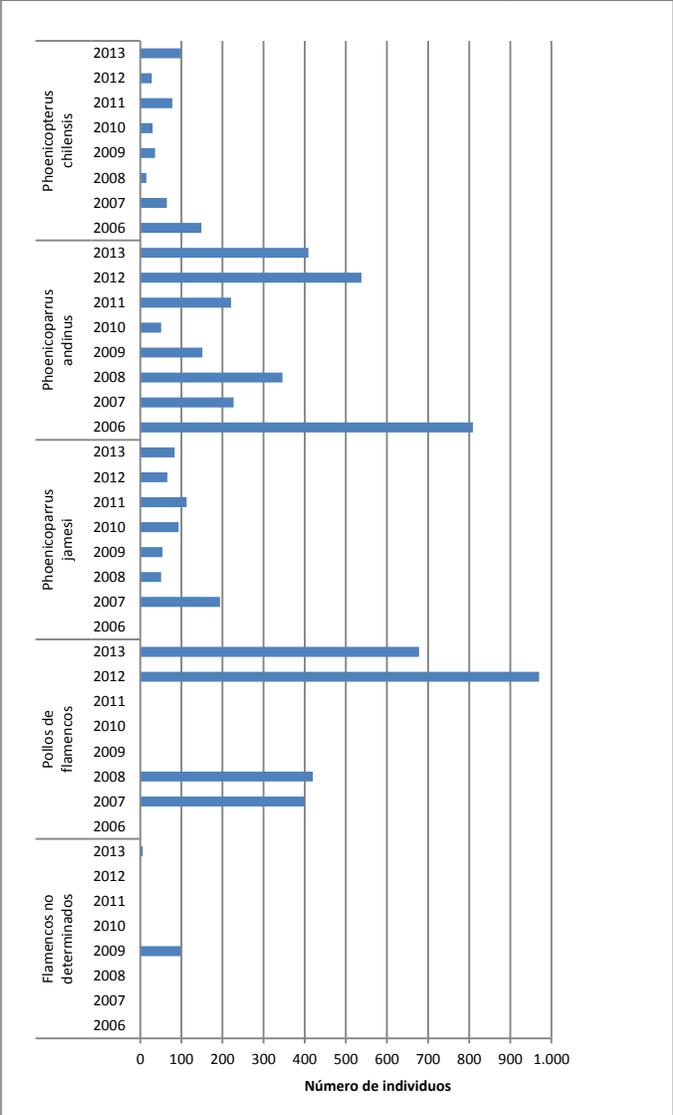


Figura 3-17. Abundancia de flamencos en laguna Chaxa

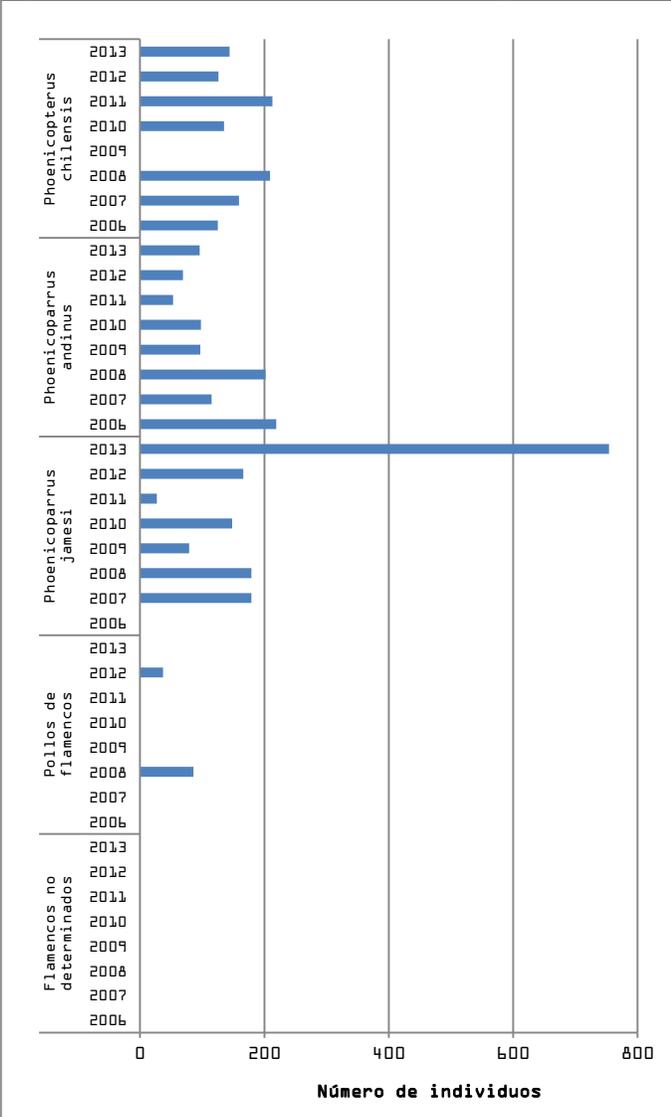


Figura 3-18. Abundancia de flamencos en laguna Barros Negros

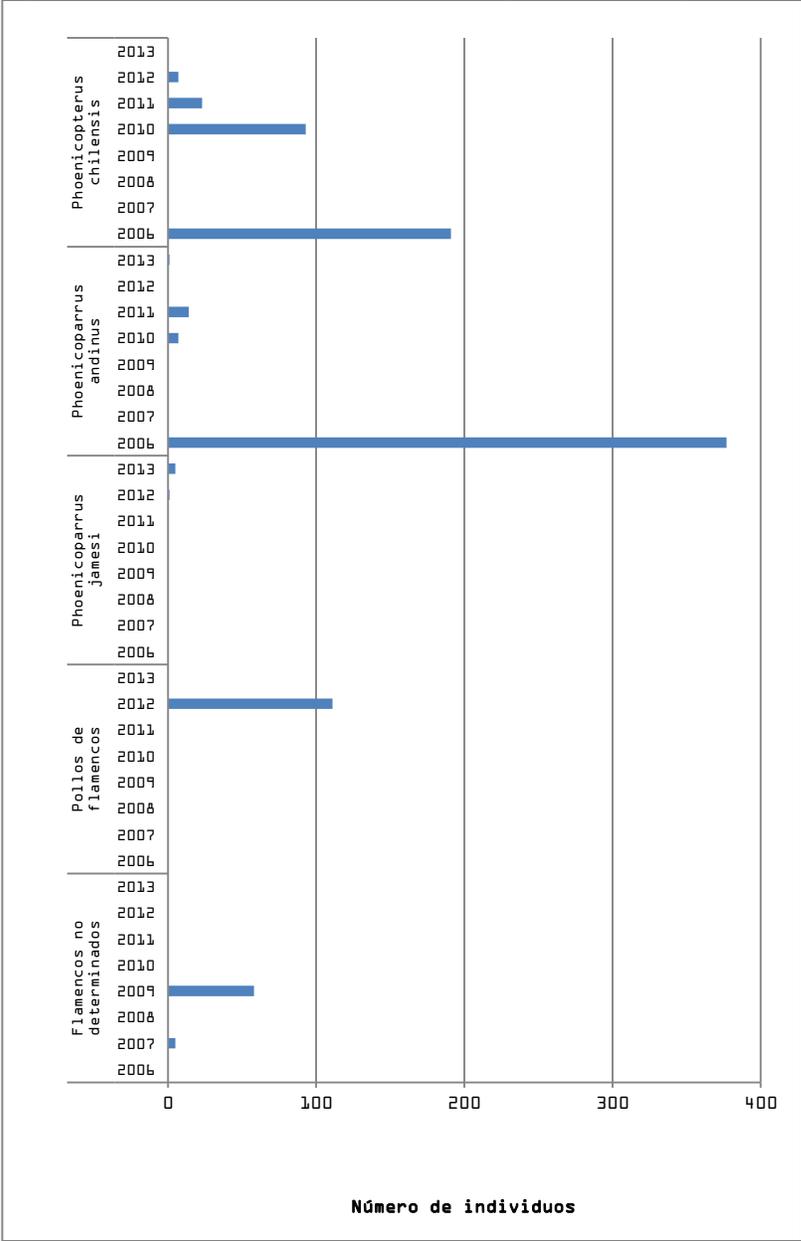
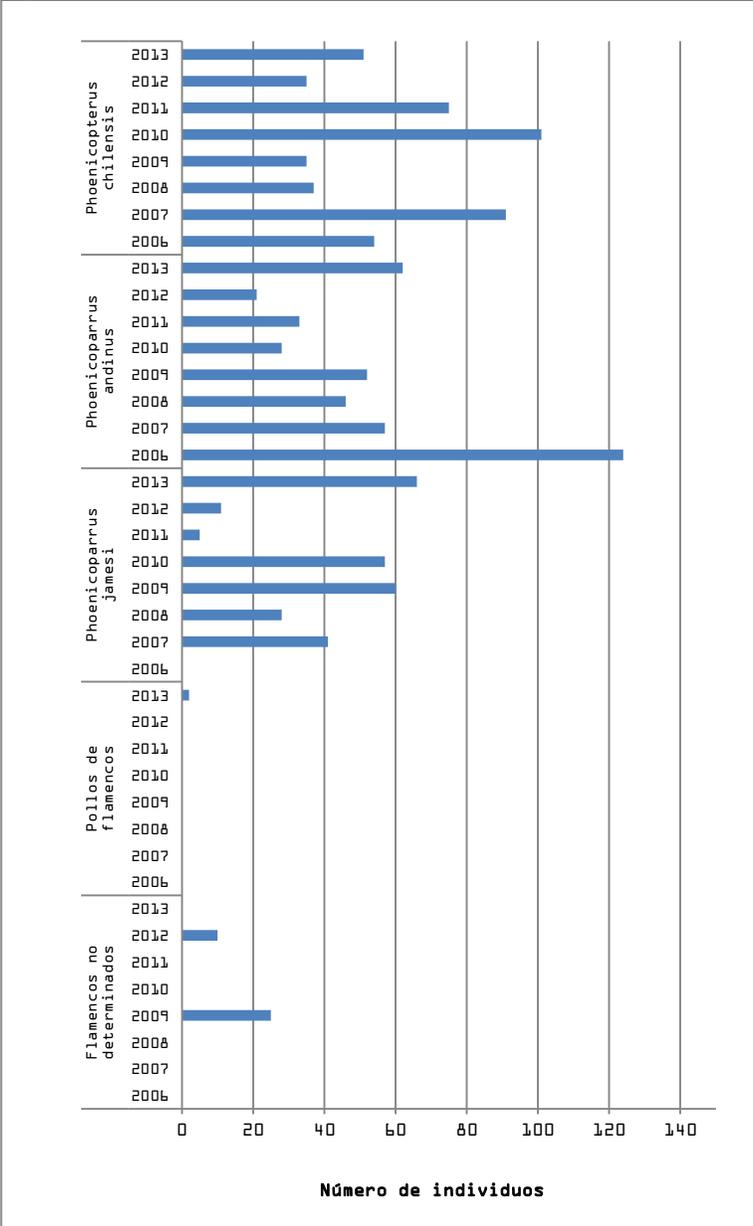


Figura 3-19. Abundancia de flamencos en canal Burro Muerto



- 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 (2013), el sector de Aguas de Quelana presentó la mayor riqueza de especies con respecto a los otros sistemas lacustres, mostrando 12 taxa de un total de 19 registradas para los sistemas acuáticos del Borde Este del Salar de Atacama, sin embargo, el número de especies es levemente menor que el registrado en seguimientos anteriores, donde se han registrado a 14 taxa.

La riqueza de especies de este sistema lacustre se relaciona con la diversidad de ambientes: lagunas salobres, afloramientos de agua menos salobre y presencia de vegetación en torno a las lagunas, la que proporciona alimento y refugio a algunas especies que no habitan en las lagunas salobres sin vegetación (ej. Puilar, Chaxa, Barros Negros), como los patos y los paseriformes (Ej. colegial y bailarín chico).

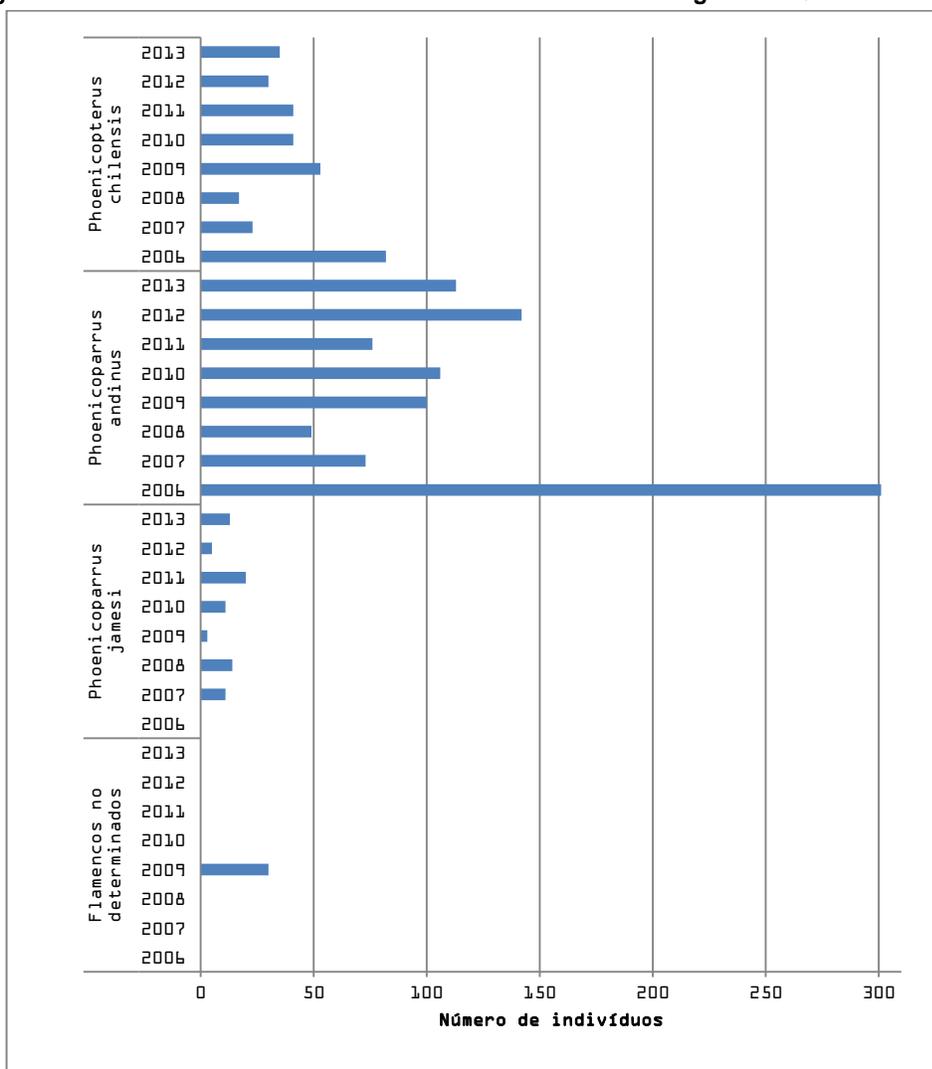
En la Tabla 3-24 y Figura 3-20 se presenta el número de flamencos censados en el Sistema Lacustre Aguas de Quelana durante las campañas de abril de 2006 hasta abril de 2013.

Tabla 3-24. Abundancia de flamencos en sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campaña Abril 2006 a 2013.

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	82	23	17	53	41	41	30	35
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	301	73	49	100	106	76	142	113
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	-	11	14	3	11	20	5	13
<i>Flamencos no determinados</i>	-	-	-	30	-	-	-	-
Total	383	107	80	186	158	137	177	161

Respecto a los flamencos presentes en el sistema Aguas de Quelana, se registró un total de 161 individuos, un número menor que el año anterior. La Parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) presenta la mayor abundancia con 113 individuos, seguida por el Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), con 35 individuos, y la Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), con 13 individuos.

Figura 3-20. Abundancia de flamencos en el sistema Lacustre Aguas de Quelana



La Tabla 3-25 expone los censos realizados sobre las otras especies de avifauna acuática durante las campañas de abril desde 2006 a 2013. En este monitoreo se contabilizó nueve taxa con un total de 163 aves, este valor de abundancia es el más bajo registrado durante los ocho años de seguimientos.

Tabla 3-25. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en sistema Lacustre Aguas de Quelana. Campañas 2006 a 2013.

Especie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Lophonetta specularioides</i>	9	7	4	14	7	6	6	6
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	-	1	8	2	4	-		
<i>Anas cyanoptera</i>	-	-	-	2	5	-		
<i>Gallinula chloropus</i>								2
<i>Pluvialis dominica</i>	-	-	-	2	-	-		
<i>Charadrius alticola</i>	53	89	60	103	42	73	45	53
<i>Recurvirostra andina</i>	69	40	32	49	41	24	35	22
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	7	4	9	1	1	3	15
<i>Tringa flavipes</i>	3							5
<i>Calidris bairdii</i>	53	54	50	98	56	40	57	48
<i>Calidris melanotos</i>	6	-	9	-	-	4	7	
<i>Larus serranus</i>	2	-	1	2	1	2		
<i>Lessonia oreas</i>	24	8	6	11	11	18	4	1
<i>Anthus correndera</i>	10	41	14	30	31	33	30	11
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	2	-	-	-			
<i>Hirundo rustica</i>	20	-	-	-	-			
TOTAL	98	249	189	322	199	201	187	163

Las especies más abundantes registradas durante la presente temporada fueron el Chorlo de la puna (*Charadrius alticola*) con 53 ejemplares (esta especie aumentó su número), el Playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 48 ejemplares, y el caití (*Recurvirostra andina*) con 22 ejemplares, sin embargo ambas taxa disminuyeron el número de ejemplares observados con respecto al año pasado. El colegial (*Lessonia oreas*) fue el taxón menos abundante, con un ejemplar. Este año apareció nuevamente el pitotoy chico (*Tringa flavipes*) con cinco ejemplares, esta especie no se registraba desde el año 2006, mientras que la *Gallinula chloropus* (tagüita del norte) se registró por primera vez en Aguas de Quelana.

- 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 la laguna Salada con 11 especies, mientras que en Saladita e Interna se observaron siete taxa. Con respecto al año anterior, en la presente campaña (abril de 2013), aumentó la riqueza de especies y disminuyó la abundancia de individuos.

La Tabla 3-26, Figura 3-21, Figura 3-22 y Figura 3-23, presentan el número de flamencos censados en las lagunas Salada, Saladita e Interna, respectivamente durante las campañas de abril desde el año 2006 hasta el 2013. Este año hay una disminución del número de flamencos observados en este sistema, con respecto a todos los años anteriores.

Considerando el conjunto de las tres lagunas, las especies más abundantes son los flamencos: la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) con 206 ejemplares, la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) con 104 ejemplares y el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) con 58 ejemplares. En la presente campaña, al

igual que las anteriores, se observaron 19 pollos o volantones, los que en esta oportunidad correspondían a parina chica.

La Tabla 3-27 presenta los censos realizados sobre las otra especies de la avifauna acuática durante las campañas de abril desde 2006 a 2013. En este año se registró 84 individuos de ocho especies. La mayor abundancia la presentaron el caití (*Recurvirostra andina*) y el pollito de mar (*Phalaropus tricolor*) con 24 ejemplares, le siguen el playero de Baird (*Calidris bairdii*) con 13 ejemplares y el chorlo puna (*Charadrius alticola*) con 10 (Tabla 3-27). Aparece por primera vez en laguna Salada la garza boyera (*Bubulcus ibis*), mientras que la golondrina bermeja (*Hirundo rustica*) no se ha vuelto a registrar en este sistema.

En la presente campaña (abril de 2013) se observó un aumento en el número de individuos de esta avifauna en el sistema lacustre Peine, respecto a la campaña anterior, pero los números son bajos en comparación con otros años (ej. 2006, 2007).

Tabla 3-26. Abundancia de flamencos en las lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2013

Especie	Laguna Salada								Laguna Saladita								Laguna Interna								Total Sistema Peine							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	108	39	24	54	36	35	40	44	23	12	4	25	16	17	3	7	30	6	8	8	7	9		7	161	57	36	87	59	61	43	58
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	271	158	206	157	253	138	333	136	-	71	12	29	55	9	10	43	-	21	18	32	12	-		27	271	250	236	218	320	147	343	206
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	162	95	124	85	35	125	95	49	22	64	21	43	79	44	45	47	-	48	56	17	34	32		8	184	207	201	145	148	201	140	104
Pollos de flamencos	-	16	-	-	-	-	-	4	-	75	57	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-		-	-	91	57	-	-	-	-	4
Flamencos no determinados	-	31	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	31	-	-	-	-	-	4
Total	541	339	354	296	324	298	472	233	45	222	94	97	150	70	58	116	30	75	82	57	53	41	-	42	616	636	530	450	527	409	530	391

Tabla 3-27. Abundancia de otras especies de aves acuáticas en las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Campañas 2006 a 2013.

Especie	Laguna Salada								Laguna Saladita								Laguna Interna								Total Sistema Peine							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Bubulcus ibis</i>								1																								1
<i>Lophonetta specularioides</i>	-	3	-	-	2	-	7	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-	-	2	-	7	3
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Charadrius alticola</i>	2	-	-	3	-	2	2	4	-	-	4	-	-	-	2	4	17	3	1	-	-	-	3	2	19	3	5	3	-	2	7	10
<i>Recurvirostra andina</i>	17	13	20	14	12	6	13	21	7	-	-	-	-	-	2	2	9	-	-	-	-	-	-	1	33	13	20	14	12	6	15	24
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	4	-	-	-	1	2	-	-	5
<i>Calidris bairdii</i>	10	-	2	-	2	-	2	4	-	-	-	-	2	-	-	3	27	8	-	1	3	-	5	6	37	8	2	1	7	-	7	13
<i>Calidris melanotos</i>	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	27	-	-	-	-	-	-
<i>Phalaropus tricolor</i>	-	18	2	54	-	-	-	24	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	8	25	3	55	-	-	-	24
<i>Larus serranus</i>	5	1	-	-	3	1	-	2	2	-	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	-	9	1	-	-	4	1	2	4
<i>Hirundo rustica</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Total	36	62	25	71	19	9	24	60	25	7	4	-	3	0	4	11	59	11	2	3	5	0	10	13	120	80	31	74	27	9	38	84

Figura 3-21. Abundancia de flamencos en laguna Salada

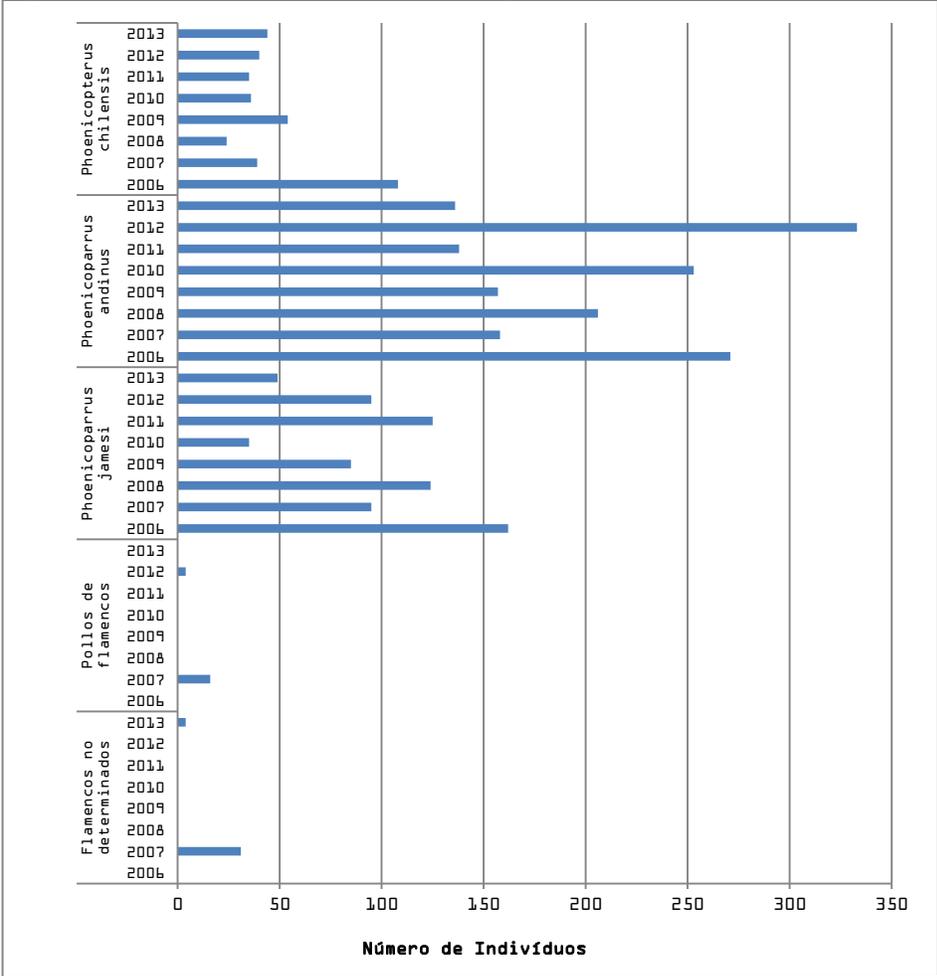


Figura 3-22. Abundancia de flamencos en laguna Saladita

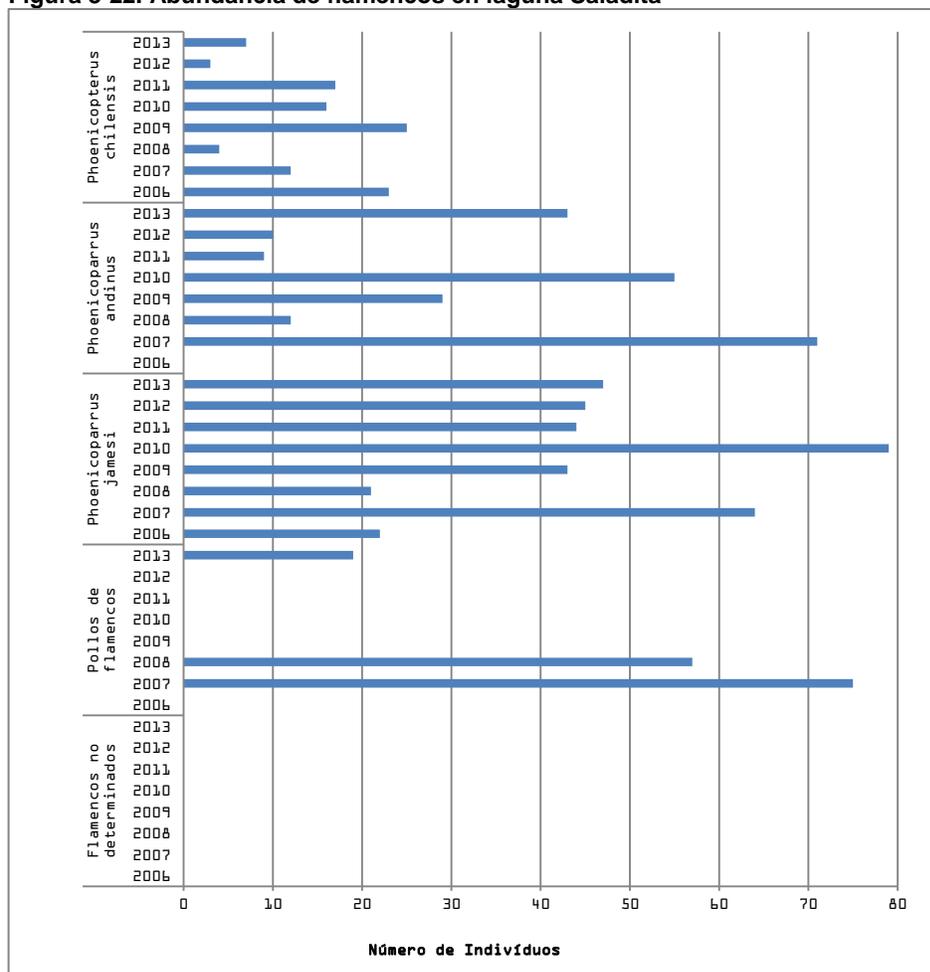
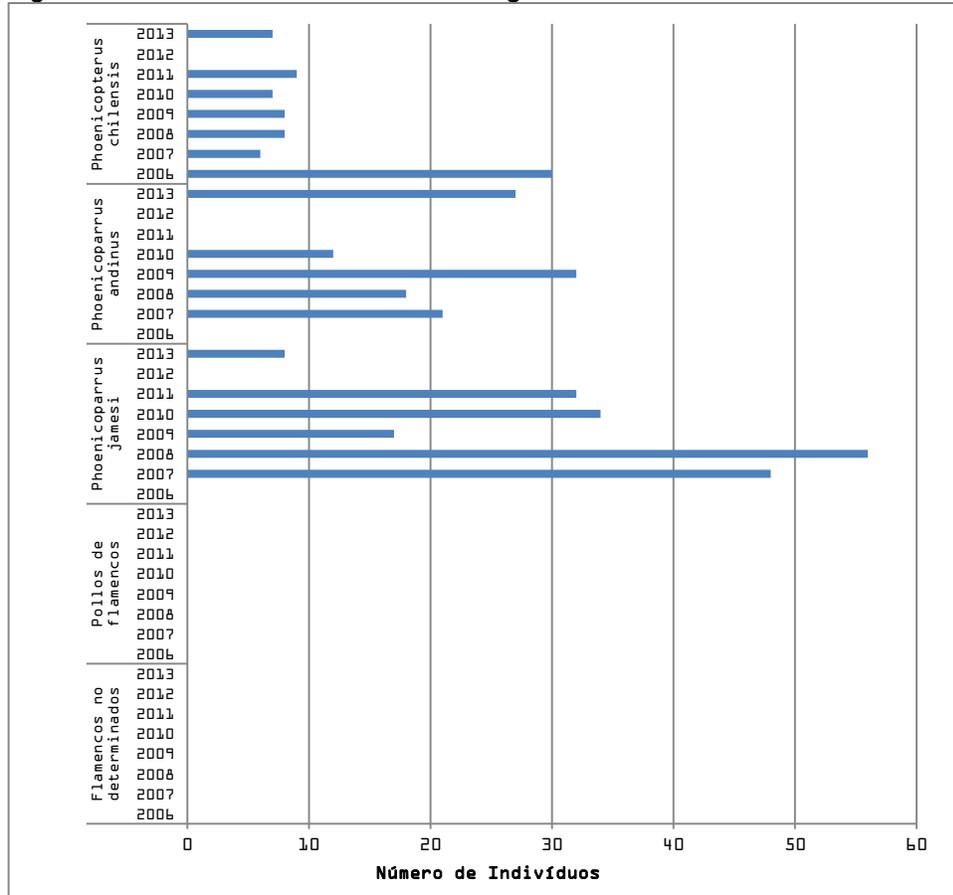


Figura 3-23. Abundancia de flamencos en laguna Interna



3.3.2.3 — Abundancias de mamíferos

La Tabla 3-28 presenta los resultados de los trapeos de micro mamíferos para las campañas de abril de 2006 hasta abril 2013, donde resalta la heterogeneidad de la riqueza y abundancia en relación con los hábitats y sectores muestreados.

En Vega de Carvajal, en la presente campaña (abril de 2013) hubo capturas en dos de los tres hábitats muestreados y se registró dos especies, con una abundancia que varió entre 0,33 y 1,33 individuos. En este sector, en hábitat de Rica rica - Pingo pingo se capturó la lauchita sedosa (*Eligmodontia puerulus*) y el lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*), con un índice de abundancia promedio de uno y 1,33 individuos respectivamente. En el ambiente de Brea-Cachiyuyo de Vega de Carvajal, este año se capturó el lauchón orejudo, con abundancia de 0,33 (no se había capturado antes en este lugar). En el hábitat de Pajonal no hubo capturas.

En el sector de Aguas de Quelana hubo capturas en dos hábitats muestreados y se registró dos especies con una abundancia que varió entre 0,66 y 1,33 individuos. En hábitat de Rica rica Pingo pingo se capturó dos especies, la lauchita sedosa con 0,66 individuos y el lauchón orejudo con 1,33; en Brea- Cachiyuyo se capturó una especie, el lauchón orejudo (*Phyllotis xanthopygus*), con índice de abundancia promedio de un individuo. En hábitat de Pajonal no se capturó animales.

En relación con el estudio de macro-mamíferos solo se ha registrado la presencia y determinado abundancias del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Este año se registró presencia de huellas en dos de las cuatro estaciones olfativas instaladas para atraer zorros (Tabla 3-29), en Vega Carvajal en ambiente de breca cachiyuyo y en Aguas de Quelana en ambiente de borde de salar-pajonal. Como en las campañas anteriores, también se evidencia la presencia del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) a través de fecas observadas en distintos ambientes, este año se contaron seis fecas en Aguas de Quelana; resulta evidente que los individuos de esta especie presentan amplios ámbitos de hogar, estando activos en todo el borde este del Salar de Atacama.

Tabla 3-28. Abundancia de micromamíferos en el Borde Este del Salar de Atacama. Campañas 2006 a 2013.

Sector	Transecto	Hábitat	Especies Observadas	Abundancia							
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vega de Carvajal	1	Rica rica-Pingo pingo	<i>Eligmodontia puerulus</i>	1	0,33	3,66	5,33	3,66	1,66	1,33	1
			<i>Phyllotis xanthopigus</i>			0,33		0,33	0,66	1,33	
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Abrothrix andinus</i>	0,33	-						
			<i>Eligmodontia puerulus</i>			4,66					
			<i>Phyllotis xanthopigus</i>							0,33	
	3	Pajonal	<i>Eligmodontia puerulus</i>			1,33					
<i>Abrothrix andinus</i>			0,33	0,66	0,66	2,66		0,33	1	-	
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	0,33		2	0,66
			<i>Phyllotis xanthopigus</i>		0,66					0,33	1,33
	2	Brea-Cachiyuyo	<i>Thylamys pallidior</i>		0,66		0,33	-	0,33		
			<i>Phyllotis xanthopigus</i>				0,66	-	0,33	1,66	1
			<i>Abrothrix andinus</i>					0,66	0,33	0,33	-
	3	Pajonal	<i>Phyllotis xanthopigus</i>		2,33				1,66	1	-
			<i>Abrothrix andinus</i>						0,33		-

Tabla 3-29. Índice de visitas de Zorro Culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) a estaciones olfativas. Campañas 2007 a 2013.

Sector	Hábitat	% Visitas							Observaciones						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vega de Carvajal	Rica rica- Pingo pingo	33	0	0	0	0	0	0	Visitada por zorro	Sin visita	Sin visita	Sin visita	Sin visita	Sin visita	Sin visita
	Brea – Cachiyuyo	0	66	33	0	66	0	100	Visitada por <i>Phyllotis xanthopygus</i>	Sólo visitada por zorro	Sólo visitada por zorro	Sin visita	Visitada por zorro	Sin visita	Visitada por zorro y roedor
Aguas de Quelana	Rica rica- Pingo pingo	33	33	0	0	33	0	0	Visitada por <i>Phalcoboenus megalopterus</i> y <i>Phyllotis xanthopygus</i>	Sólo visitada por zorro	Sin visita	Sin visita	Visitada por zorro	Visitada por insecto y roedor	Visitada por roedor Cricétido y <i>Ctenomys</i>
	Borde de Salar-Pajonal	66	33	0	0	0	66	33	Visitada por zorro	Sólo visitada por zorro.	Sin visita	Sin visita	Sin visita	Dos zorros en una visita	Visitada por zorro

3.4 — Biota Acuática

3.4.1 — Medio Abiótico y Medición de Clorofilas

3.4.1.1 — Parámetros físico químico in situ

a. Sector Soncor

La Tabla 3-29 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo de Abril de 2013 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 3-30. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Soncor. Sistema Sonco Campaña de Abril 2013

CÓDIGO MUESTRA	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
BN-1	12:15	19,0	7,73	1,9	20	154,3	151
BN-2	SECTOR SIN LAMINA DE AGUA SUPERFICIAL						
BN-3	10:26	18,2	7,50	1,1	14	162,5	268
CH-1	12:46	24,4	7,79	3,3	46	117,4	89
BM-1	15:25	28,1	7,92	4,9	49	97,3	75

Temperatura (°C):

La Tabla 3-30, muestra los valores de temperatura de la columna de agua en la campaña de Abril de 2013, en el Sistema Soncor. Los valores registrados oscilaron entre los 18,2°C y 28,1°C (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones BN-3 y BM-1, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 22,4 +/- 4,68°C (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación entre distintas campañas de monitoreo (Figura 3-24 A), se aprecia que la mediana de temperatura de la presente campaña, fue ligeramente inferior a la de la campaña previa (2012), pero estuvo dentro del rango de fluctuación interanual del período 2006 y 2012. En cuanto a la distribución de los datos, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75% (Figura 3-24 A). El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas para los valores temperatura del agua no variaron significativamente en el período 2006-2013 (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

En la tabla 3-30 se muestran los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2013. Se observan valores con tendencia a alcalinos para la columna de agua, en un rango que osciló entre 7,5 y 7,92 unidades de pH, en las estaciones BN-3 y BM-1, respectivamente (Anexo I:

Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 7,7 +/- 0,18 unidades de pH.

La Figura 3-24-B, presenta el análisis de variación interanual para el pH. Se observa que la mediana de la campaña 2013, fue más baja que la registrada en el año 2012, acercándose a los valores de las campañas previas al 2012. Esta disminución se observó en todas las estaciones monitoreadas (con excepción de la estación BN-2, puesto que no se encontraba con lámina de agua superficial, durante la presente campaña), por lo que podría ser efecto de un parámetro de efecto global (ej. actividad geotérmica de la zona, eventos climáticos, etc.). Los valores se acumularon en el percentil 25%, mostrando ambos percentiles (25% y 75%) una baja dispersión respecto del valor de la mediana. A pesar del incremento registrado en la presente campaña, respecto de años previos, el análisis de comparación de medianas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas), muestra que el pH no varió significativamente en el período 2006-2013.

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sistema Sóncor para la campaña 2013, se presentan en la Tabla 3-29, en la cual se observa que dicha variable fluctuó entre 1,1 mg/L (BN-3) y 4,1 mg/L (BM-1), con un valor promedio de 2,8 +/- 1,67 mg/L (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

El valor de la mediana para esta variable, en comparación con los períodos previos (2006-2012) estuvo dentro del rango de variación interanual observado (Figura 3- 25 A). Respecto del año 2012, los valores mostraron una ligera disminución, manteniendo un grado de dispersión similar. Al igual que lo registrado en la campaña del año 2012, en el presente monitoreo los valores estuvieron principalmente agrupados en el percentil 75%.

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: Tablas Comparación de Medianas).

En cuanto a los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3-30), éstos fueron cercanos al 30%, en promedio. Lo anterior, indicaría que esta variable disminuyó respecto de campañas previas. Además, estos bajos valores de porcentaje de saturación de oxígeno, indican que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema siguen siendo limitados.

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 3-30. El rango de fluctuación de esta variable fue de 97,3 (BM-1) y 162,5 mS/cm (BM-1 y BN-3), con un valor promedio de 132,9 +/- 30,78 (Anexo: Tablas Estadísticas Descriptivas). Como en campañas anteriores al 2013, de todas las lagunas analizadas, Barros Negros mostró el valor más alto de conductividad (Tabla 3-30).

El análisis histórico de la Conductividad Eléctrica del agua (Figura 3-25 B), muestra que sus valores fueron ligeramente superiores a los medidos en la campaña 2012, pero conservativos si se considera todo el período de análisis (2006-2013). En esta campaña, la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 25%. Además se observó una baja dispersión de valores respecto de la mediana, esto en ambos percentiles. 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 2012, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-24. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Sóncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006-2013

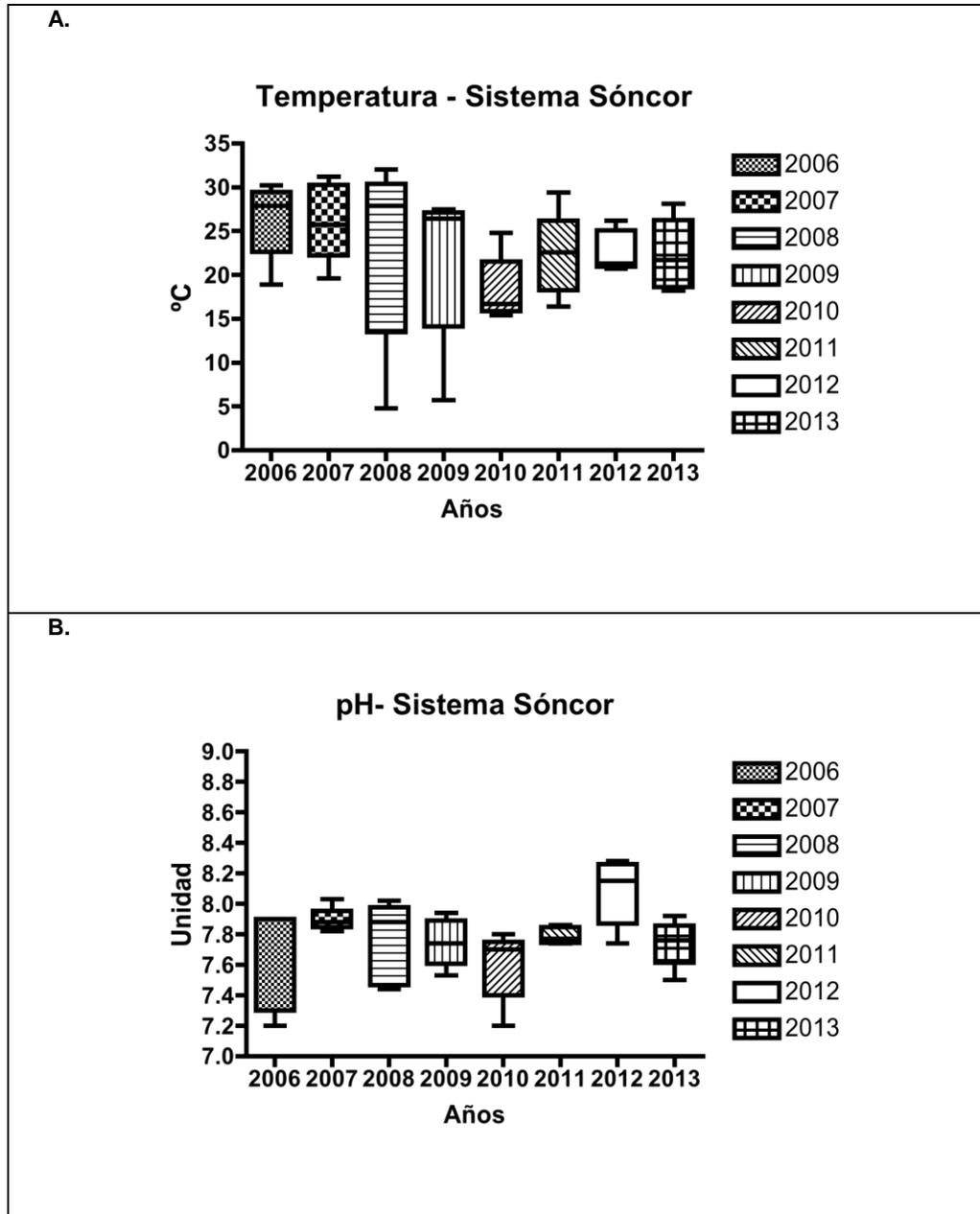


Figura 3-25. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Sóncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006-2013

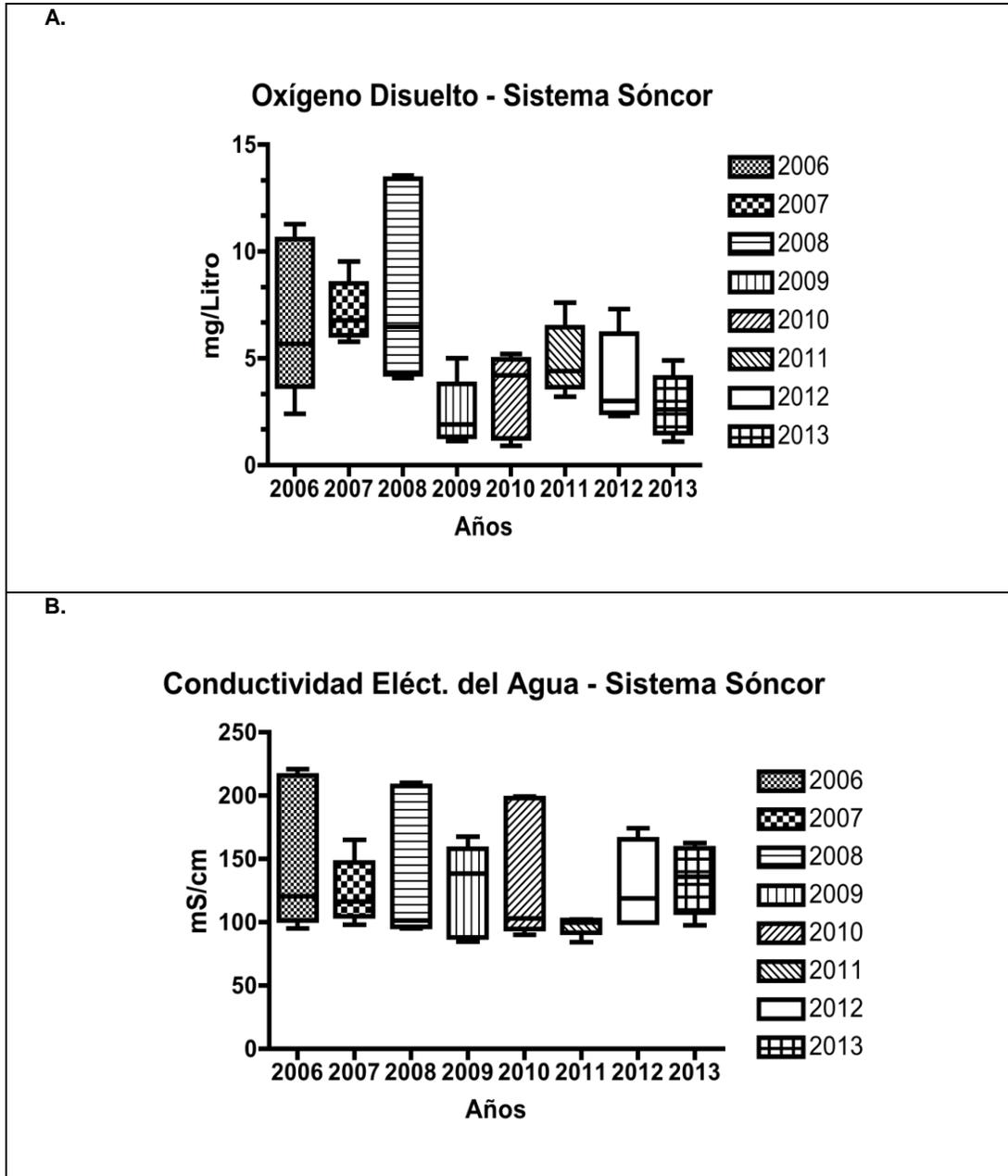
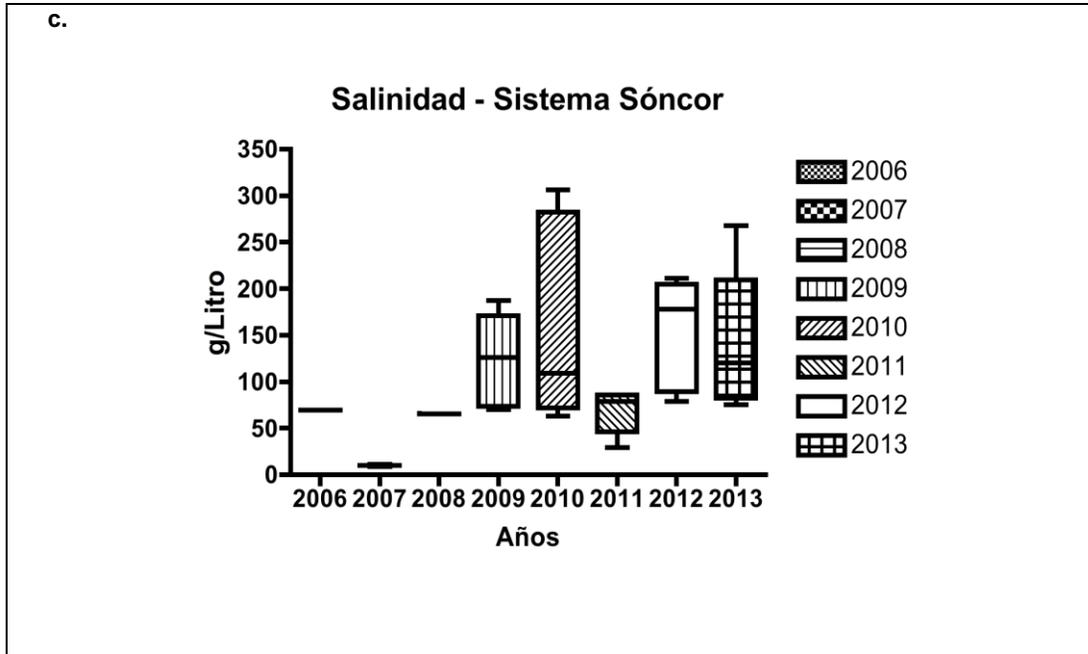


Figura 3-25. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Sóncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006-2013



Salinidad (g/L):

Los valores de Salinidad de las estaciones del Sector Sóncor, correspondientes a la campaña 2013, se presentan en la Tabla 3-30. Para esta variable, los valores fluctuaron entre 75 y 268 g/L en las estaciones BM-1 y BN-3, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue 145,8 +/- 87,94 g/L (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación interanual, la Figura 3-25 C muestra que el valor de la mediana para la salinidad en el presente año, disminuyó notoriamente respecto de la campaña previa (2012), mostrando esta variable una gran fluctuación interanual. Respecto de los datos de la campaña 2013, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%. Pese a los cambios en el tiempo antes señalados, el análisis de varianza realizado a través del test no paramétrico de Kruskal-Wallis, indica que no hay diferencias significativas para esta variable entre las distintas campañas de monitoreo. (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 3-31, 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.

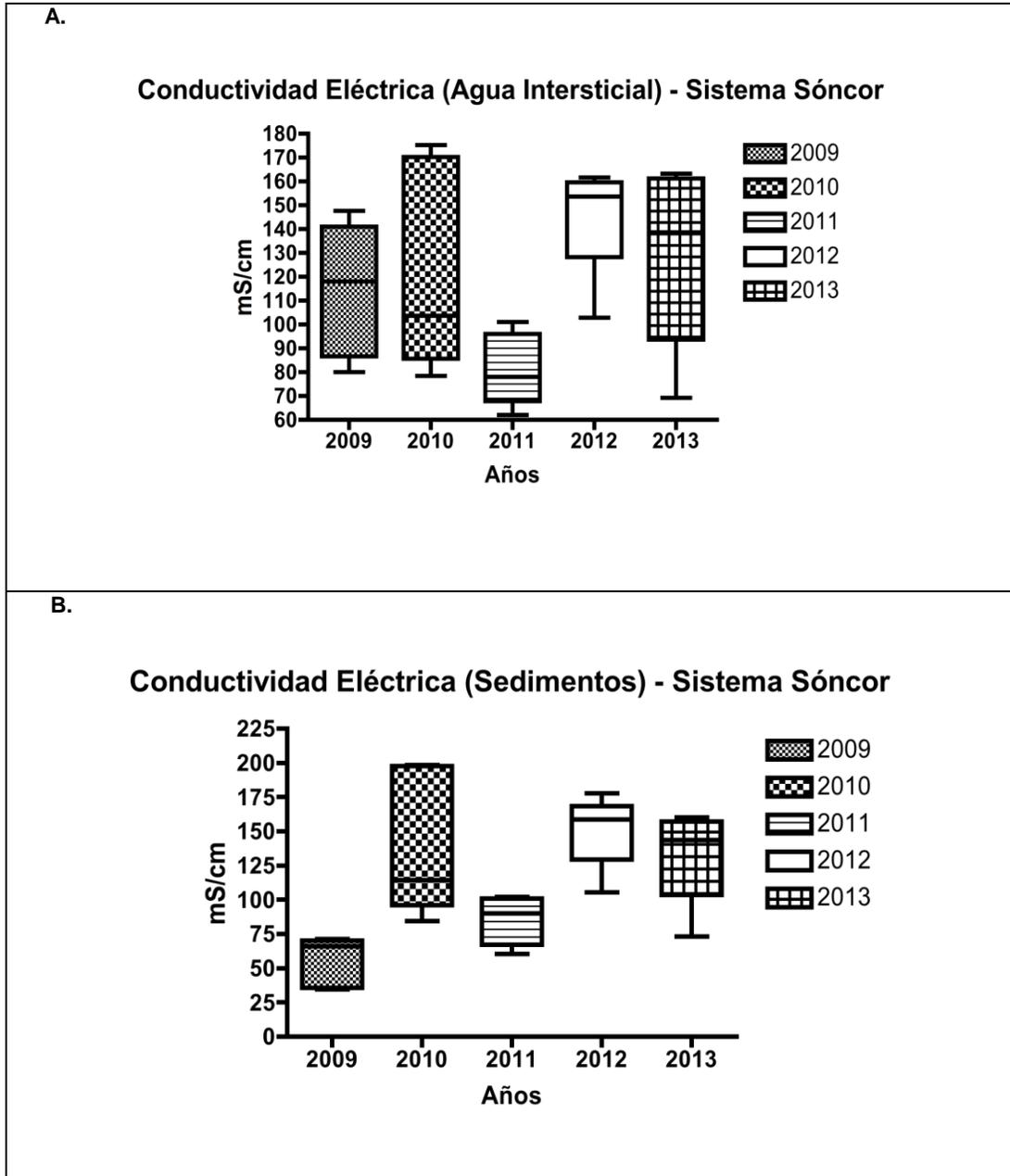
Tabla 3-31. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos sector Soncor. Sistema Soncor Campaña de Abril 2013

CÓDIGO	Cond. Eléct.	Tª Sedimentos	Cond. Eléct.	Tª Agua Intersticial
MUESTRA	Sedimentos		Agua Intersticial	
Unidad	(mS/cm)	(°C)	(mS/cm)	(°C)
BN-1	160,2	21	159,1	21
BN-2	SECTOR SIN LAMINA DE AGUA SUPERFICIAL			
BN-3	153,8	20	163,2	20
CH-1	133,8	21	118,2	21
BM-1	73,1	20	69,2	20

En cuanto al comportamiento de la conductividad eléctrica en ambas matrices (Tabla 3-31), se observan rangos de variación similares. Asimismo, los valores promedio y sus desviaciones fueron semejantes en ambas matrices, con 130,2 +/- 39,71 mS/cm en los sedimentos y 127,4 +/- 43,81 mS/cm en el agua intersticial (Anexo I: Estadística Descriptiva).

En cuanto al análisis interanual de la conductividad eléctrica, ésta mostró un comportamiento distinto en las matrices analizadas. Así, en el agua intersticial los valores tendieron a ser más bajos que los registrados en el año previo (2012), mientras que en el sedimento los valores tendieron a aumentar respecto del mismo período. En cuanto al comportamiento de los datos en el agua intersticial, éstos tendieron a acumularse en el percentil 25%, mostrando en este percentil una dispersión alta respecto de la mediana. Por otra parte, los datos de C.E. en los sedimentos se agruparon principalmente en el percentil 25%. El análisis de la varianza a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que para el caso de los sedimentos si hay diferencias estadísticamente significativas, para los valores de conductividad medidos entre los años 2009 y 2013, en tanto que, en el caso del agua intersticial no se observaron diferencias estadísticamente significativas para el mismo periodo (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-26. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2009 - 2013



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

La Tabla 3-32, contiene los datos de Clorofila a del fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en el Sistema Soncor, en la presente campaña (año 2013)

Tabla 3-32. Clorofila "a" del fitoplancton y perifiton sector Soncor. Sistema Soncor Campaña de Abril 2013

Variable	Punto de Monitoreo				
	BN-1	BN-2	BN-3	CH-1	BM-1
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	2,42	SSA	ND	6,82	4,25
Clorofila "a" Perifiton ($\mu\text{g/L}$)	9,54	SSA	16,31	31,31	ND

SSA: Sectores sin lámina de agua superficial

ND: Bajo Nivel de Detección de la Técnica ($0,02 \mu\text{g/L}$)

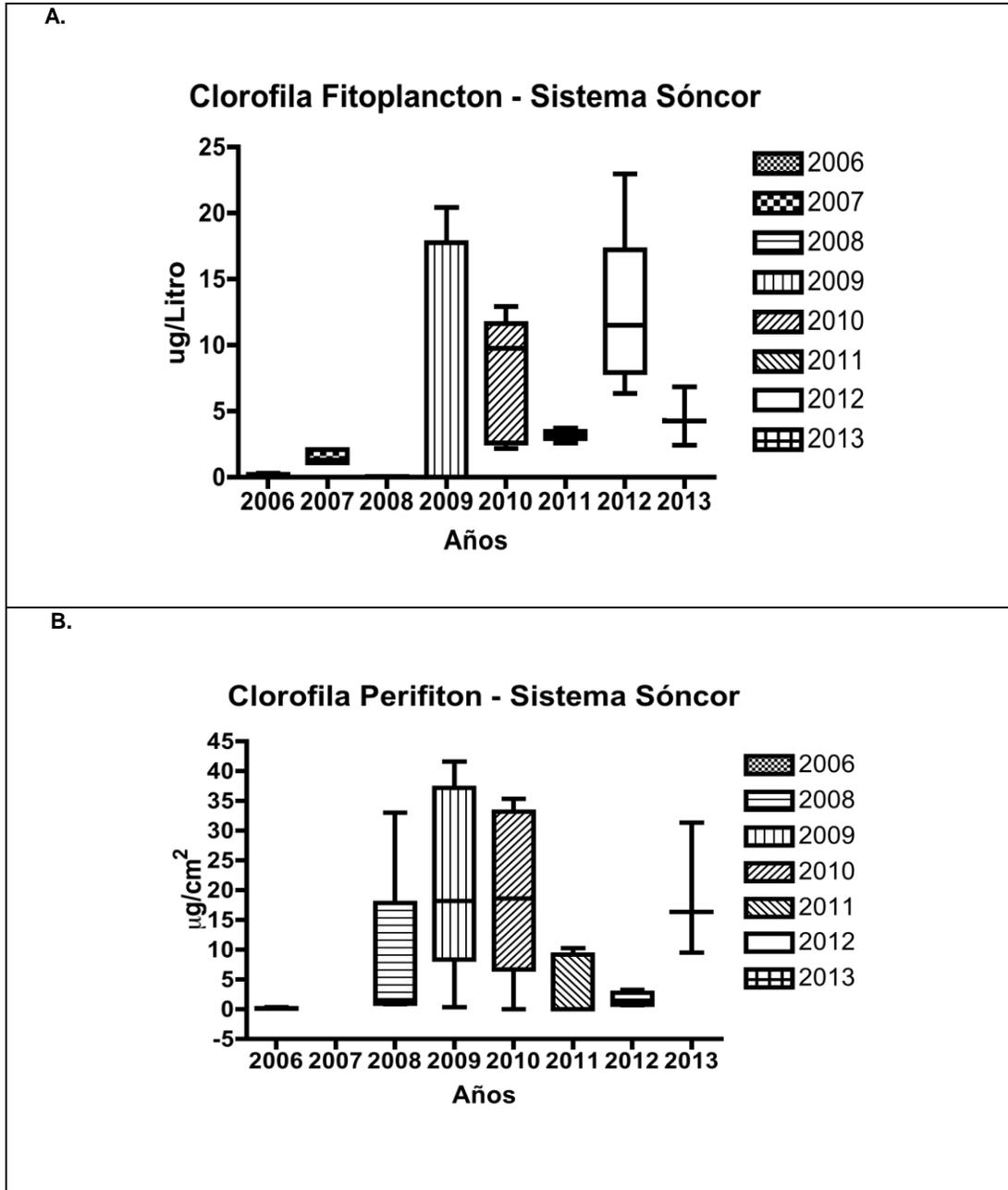
Los valores de Clorofila *a* del fitoplancton (columna de agua) fluctuaron entre $< 0,02 \mu\text{g/L}$ (BN-3) y $6,82 \mu\text{g/L}$ (CH-1) con un valor promedio de $4,5 \pm 2,21 \mu\text{g/L}$ (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas). Estos valores representan un importante aumento, respecto de campañas anteriores.

Por su parte, la Clorofila *a* medida en el Perifiton mostró un amplio rango de valores que fluctuó entre $< 0,02 \mu\text{g/L}$ y $31,31 \mu\text{g/L}$, en las estaciones BM-1 y CH-1, respectivamente (Tabla 3-32). El valor promedio para esta variable fue de $19,05 \pm 11,4 \mu\text{g/L}$ (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas). Así, la laguna Chaxas (CH-1), presentó los mayores valores para esta variable tanto para su componente planctónico como bentónico.

Respecto de los períodos previos, la Figura 3-27 A, muestra que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue notablemente más bajo que el valor registrado en la campaña 2012, no obstante se acerca a los valores de mediana medidos en el período previo (2006-2011). Esta notable oscilación interanual podría coincidir con la dinámica geotérmica del lugar, afectando a las aguas que dan origen a los sistemas lagunares y/o también, como ha sido mencionado con anterioridad, estar afecto a fenómenos climáticos de circulación mayor. Estas diferencias históricas señaladas, se tradujeron en diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas). Respecto de la distribución de los datos, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%, el cual mostró además una importante dispersión de valores.

Para el caso de la Clorofila *a* en el perifiton (Figura 3-27 B), contrariamente a lo observado con los valores del fitoplancton, la mediana de la presente campaña aumentó notoriamente en relación con la campaña previa, siendo, sin embargo, del orden de lo registrado entre los años 2009 y 2010. El análisis de la varianza, llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo analizadas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas)

Figura 3-27. Variación anual de los parámetros clorofila “a” del fitoplancton y del perifiton sector Sóncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



Análisis Espacial:

Debido a que la estación de monitoreo BN-2, se encontraba sin una capa de agua superficial, no es posible realizar un análisis acabado del eje vega-canal-laguna, que forma junto a las estaciones BN-1 y BN-3. A pesar de lo anterior, se observa que la estación BN-3, correspondiente a la laguna presentó valores más altos de salinidad y conductividad eléctrica (Agua superficial, sedimentos y agua intersticial), lo cual concuerda con los gradientes registrados anteriormente para esta conjunto de estaciones de monitoreo.

En relación con las otras dos estaciones de monitoreo que conforman el sistema lagunar Sóncor, Chaxas y Burro Muerto, se evidenciaron algunas diferencias con la Laguna Barros Negros. Así, el Canal de Burro Muerto se caracterizó por presentar niveles más bajos de salinidad y conductividad del agua, lo que podría tener relación con la dinámica de las surgencias que afectan a este sector (Figuras 3-28 C y D). Respecto de esta misma estación de monitoreo, en ella se registraron altos valores de Oxígeno disuelto y de % porcentaje de saturación de oxígeno, lo que cual coincide con lo registrado en campañas previas al 2013 (Figuras 3-28 B y D).

Figura 3-28. Variación espacial de los parámetros físico químicos determinados in situ sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Campaña 2013

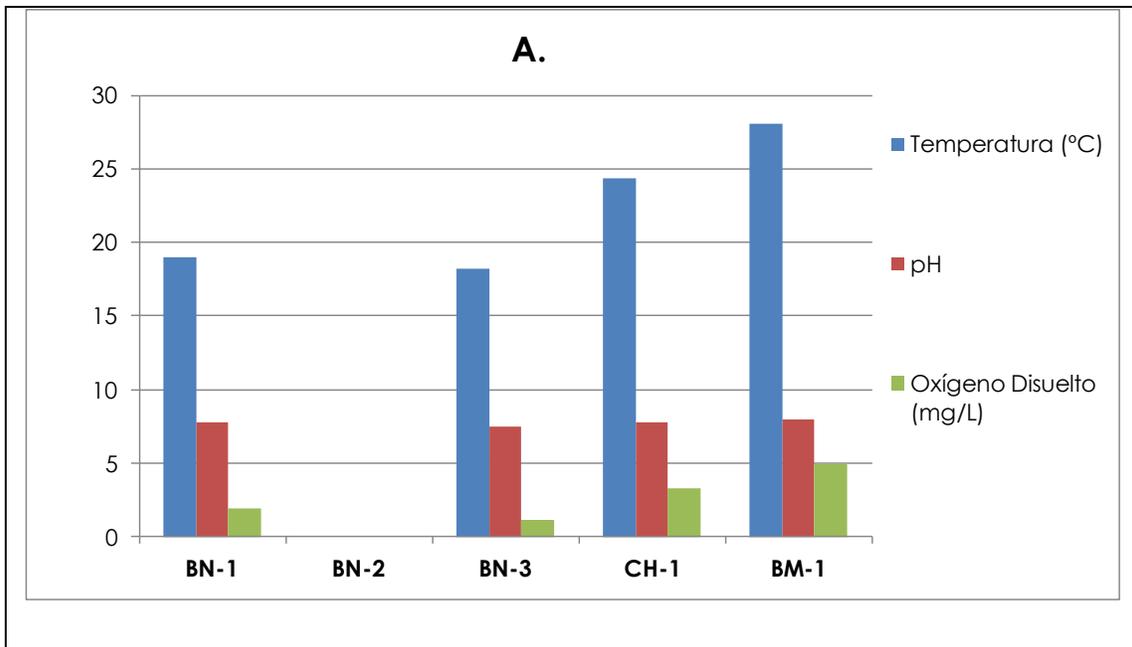


Figura 3-28. Variación espacial de los parámetros físico químicos determinados in situ sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Campaña 2013

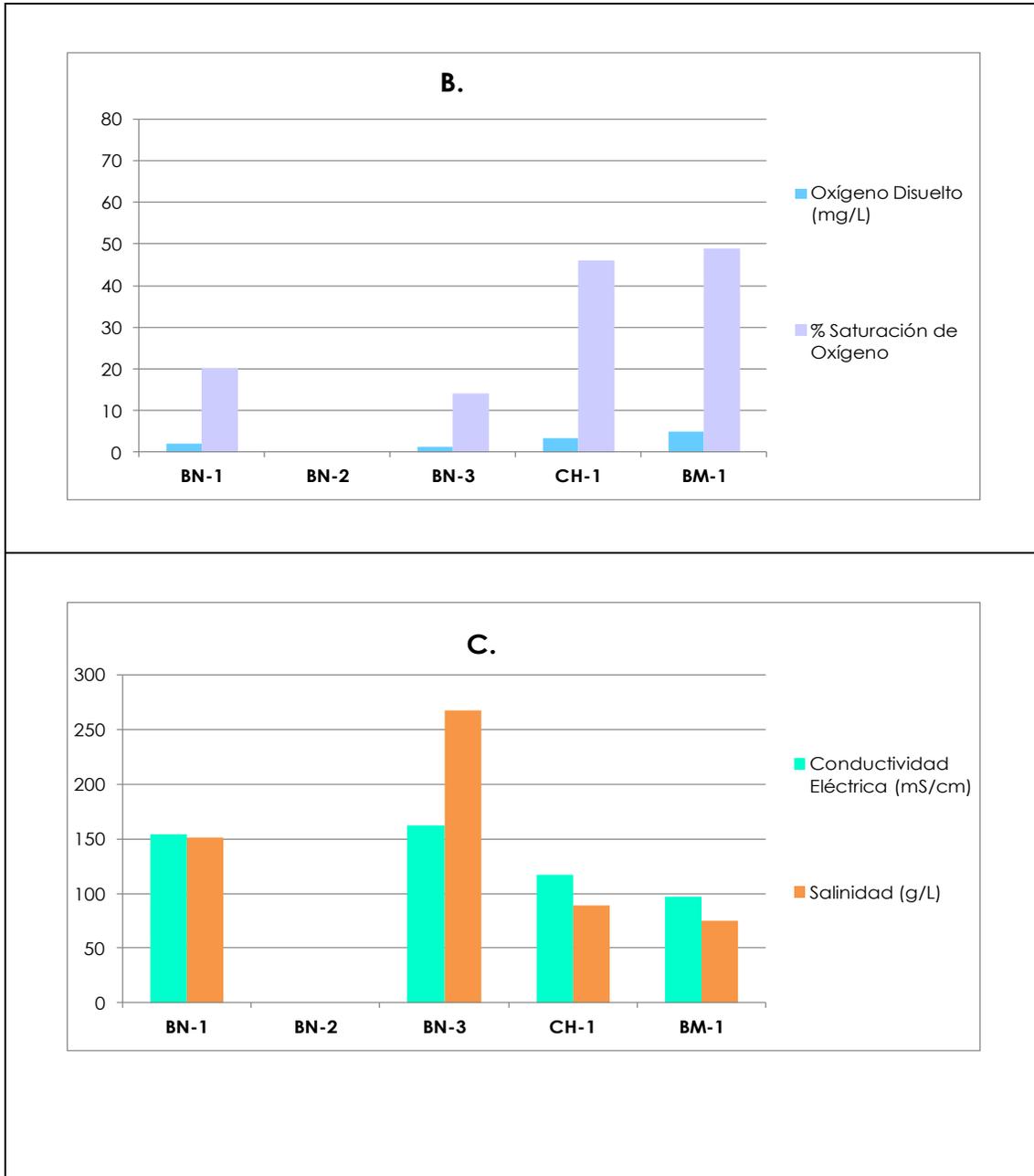
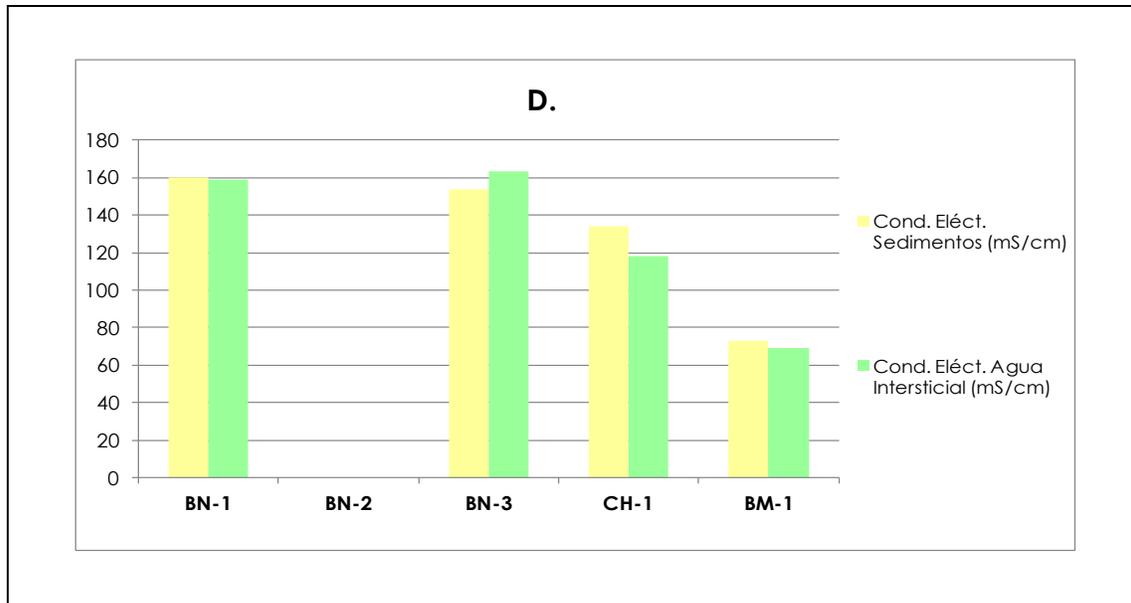


Figura 3-28. Variación espacial de los parámetros físico químicos determinados in situ sector Soncor (Laguna Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto) Salar de Atacama Campaña 2013



b. Sector Aguas de Quelana

La Tabla 3-33 presenta los resultados obtenidos durante el monitoreo correspondiente a Abril de 2013, 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. Como se aprecia en la Tabla en esta campaña se registraron varios sectores sin lámina de agua superficial, por lo que el análisis de dichos puntos no podrá ser incluido en el presente informe.

Tabla 3-33. Parametros de calidad de agua determinados in situ. Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013

CÓDIGO MUESTRA	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
Q-0	14:50	27,5	7,56	1,2	19	>199,99	276
Q-1	11:37	17,1	7,90	1,7	23	121,6	90
Q-2	13:40	21,5	7,80	1,2	18	169,2	18,8
Q-3	12:26	24,8	8,37	3,9	63	28,9	170
Q-4	12:10	20,4	8,03	4,4	62	25,5	12,6
Q-5	13:02	21,6	8,44	3,5	55	37,5	22
Q-6			Sectores sin lámina de agua superficial				
Q-7			Sectores sin lámina de agua superficial				

Tabla 3-33. Parametros de calidad de agua determinados in situ. Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013

CÓDIGO	Hora	Temperatura	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
Q-8				Sectores sin lámina de agua superficial			
Q-9				Sectores sin lámina de agua superficial			

Temperatura (°C):

Los valores de la temperatura de la columna de agua del Sistema Aguas de Quelana, en la campaña de Abril de 2013, se presentan en la Tabla 3-33. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 17,1°C y 27,5°C (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas) en las estaciones Q-1 y Q-0, respectivamente. El valor promedio para esta variable fue de 22,2 °C +/- 3,6°C (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación Interanual en la Figura 3-29 A, se observa que la mediana de temperatura del agua del año 2013 fue ligeramente inferior a la registrada en el año 2012, aunque estuvo dentro del rango de variación para todo el período de estudio (2006-2013). En cuanto al rango de variación de los valores, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%, mostrando en ambos percentiles un grado de dispersión similar respecto del valor de la mediana (Figura 3-29 A). Esta variable mostró diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de Temperatura de los distintos monitoreos (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

pH (Unidades de pH):

La tabla 3-33, contiene los valores de pH de la columna de agua en la campaña de Abril de 2013 en el Sistema Aguas de Quelana. En términos generales, se presentan valores de neutros a alcalinos para la columna de agua, variando entre 7,56 y 8,44 unidades de pH en las estaciones Q-0 y Q-5, respectivamente (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas). En cuanto al valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,0 +/- 0,34 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3-29 B. En ésta se puede apreciar que el valor de la mediana de la campaña 2013 fue ligeramente inferior a la registrada en el año 2012, aunque estuvo del rango de variación de todo el período de estudio (2006-2013). En esta campaña, los datos se agruparon, principalmente, en el percentil 75%, es decir los pHs se presentaron más alcalinos que neutros. El análisis de varianza realizado con el test no-paramétrico Kruskal-Wallis muestra que el pH no varió significativamente en el periodo 2006-2013. (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sector Aguas de Quelana, se presentan en la Tabla 3-33. En la presente campaña dicho parámetro mostró un rango de valores de entre 1,2 mg/L en la estación Q-0 y 4,4 mg/L en la estación Q-4. Respecto del valor promedio, éste fue de 2,7 +/- 1,45 mg/L de Oxígeno (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas), lo que muestra una reducción

en el valor de este parámetro respecto del año 2013, en este ecosistema, constituido por surgencias difusas y pequeñas lagunas.

La Figura 3-30 A, muestra que el valor de la mediana de Oxígeno disuelto, también fue inferior a la registrada en el año 2012 e inclusive inferior a todos los valores registrados previamente (2006-2011). Respecto de la disminución antes mencionada, habría que señalar que esta puede ser debido a que muchas estaciones no fueron incluidas entre los valores de la presente campaña (2013), por encontrarse sin cubierta de agua superficial al momento de ser monitoreadas. Por otra parte, los valores se agruparon equitativamente en ambos percentiles (25% y 75%), mostrando una baja dispersión de los valores en ambos casos. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales significativas entre los distintos monitoreos en el período 2006-2013 (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3-33), al igual que en campañas previas éstos estuvieron estadísticamente correlacionados con los valores de oxígeno disuelto en columna de agua ($p < 0,01$). El rango de valores para esta variable fluctuó entre 19% (QU-0) y 63% (QU-3). Aunque las diferencias registradas en esta variable se ven fuertemente asociadas a la presencia de vegetación acuática, en el contexto general se aprecia disminución del porcentaje de saturación, respecto de campañas previas.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de Conductividad Eléctrica de la columna de agua, de la presente campaña (2013) para los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana, se muestran en la Tabla 3-33. Al igual que lo observado en monitoreos previos al 2013, se destaca el amplio rango de valores alcanzado, el que fluctuó entre 25,5 mS/cm (Q-4) y >199,99 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 97,7 +/- 77,09 mS/cm (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas). Este elevado valor de desviación estándar da cuenta, nuevamente, de la diversidad química, hidrológica y biológica de las aguas del Sector.

Respecto de las campañas previas al año 2013, el valor de la mediana de Conductividad del agua se mostró notoriamente más elevado mostrando, a la vez, el rango de valores más amplio registrado en el período de estudio (Figura 3-30 B). En esta campaña, los valores se agruparon mayoritariamente en el percentil 75%, mostrando una baja dispersión de valores para cada percentil (Figura 3-30 B). El análisis de varianza, estimado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de Conductividad, entre los períodos 2006 y 2013, no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-29. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en la columna de agua sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013

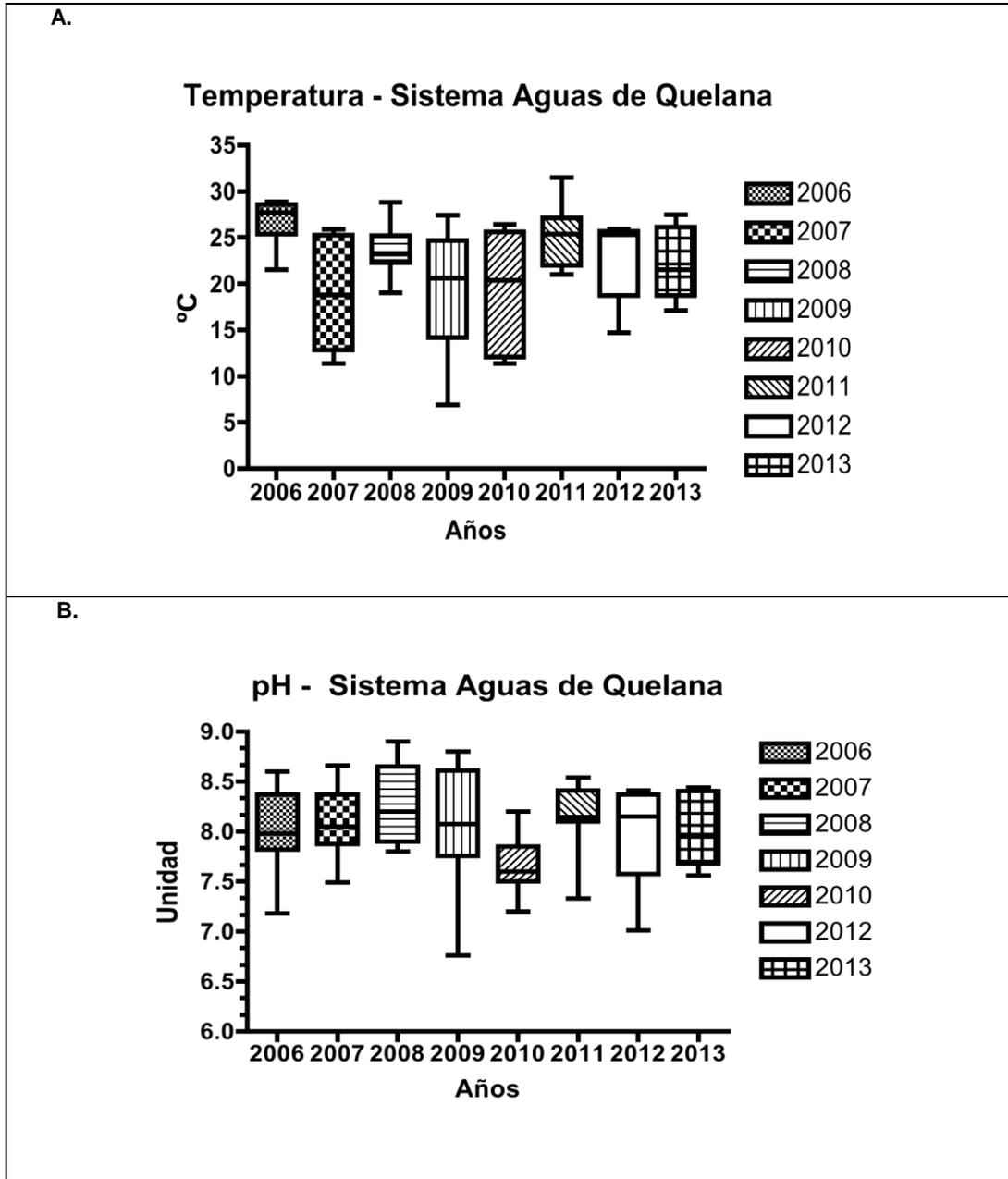


Figura 3-30. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013

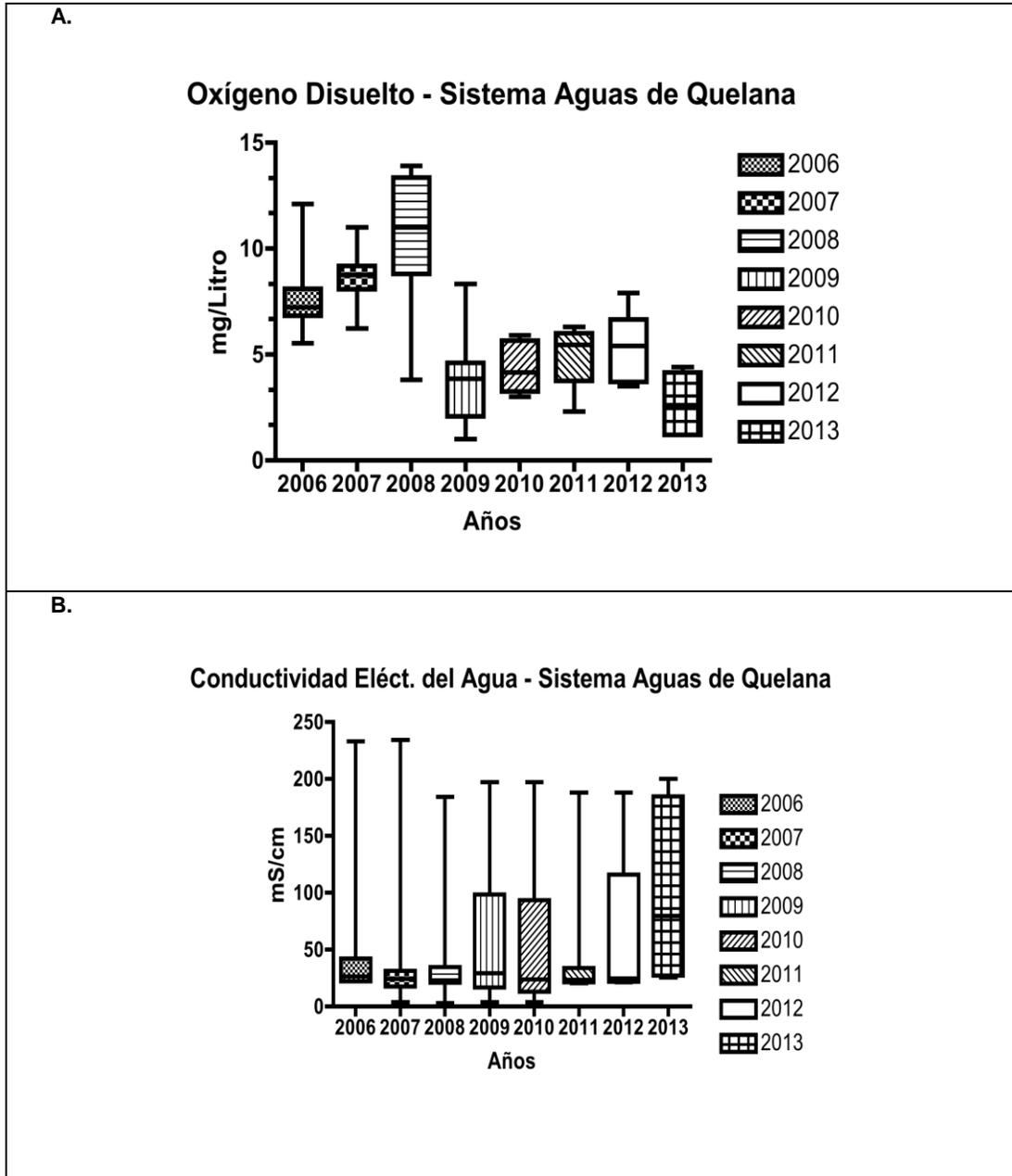
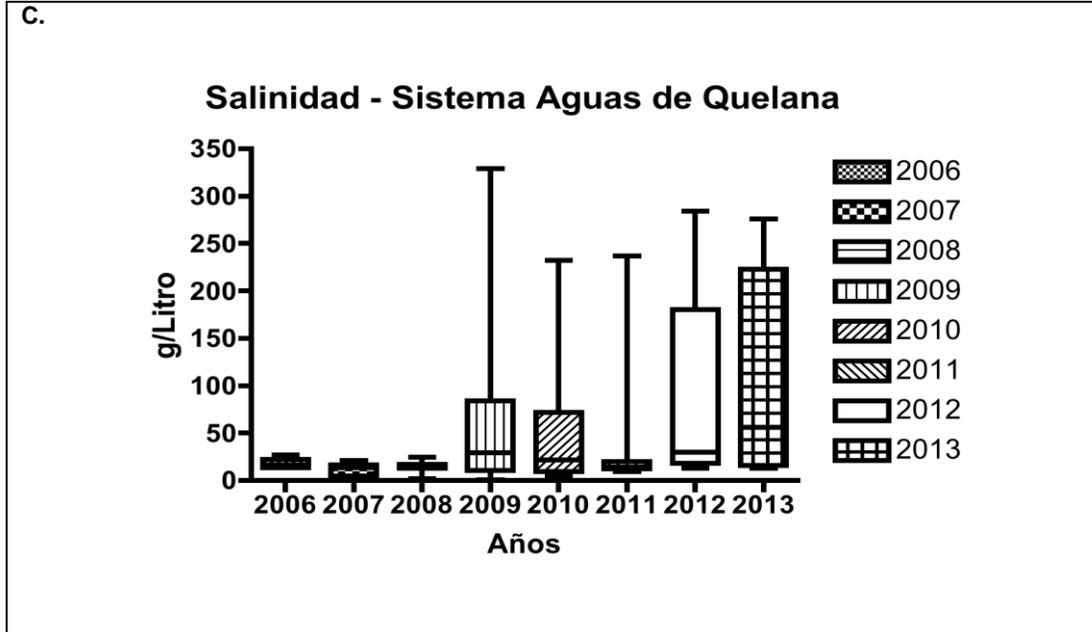


Figura 3-30. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto, salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



Salinidad (g/L):

Los valores de Salinidad de las estaciones del Sector Aguas de Quelana, correspondientes a la campaña de Abril del 2013, se presentan en la Tabla 3-33. Al igual que lo registrado con los valores de Conductividad Eléctrica del agua, para esta variable, el rango de valores fluctuó ampliamente, entre 12,6 g/L y 276 g/L, en las estaciones Q-4 y Q-0, respectivamente. Además, el valor promedio de esta variable fue 98,2 +/- 106,09 g/L (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En relación con la variación interanual (figura 3- 30 C), se observa que el valor de la mediana de la campaña 2013, fue ligeramente superior a las registradas en los monitoreo previos. Además, en esta campaña se presenta, un amplio rango de datos, acumulados preferentemente en el percentil 75%. El análisis de variación de las medianas, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas para esta variable entre las campañas realizadas entre 2006 y 2013 (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

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

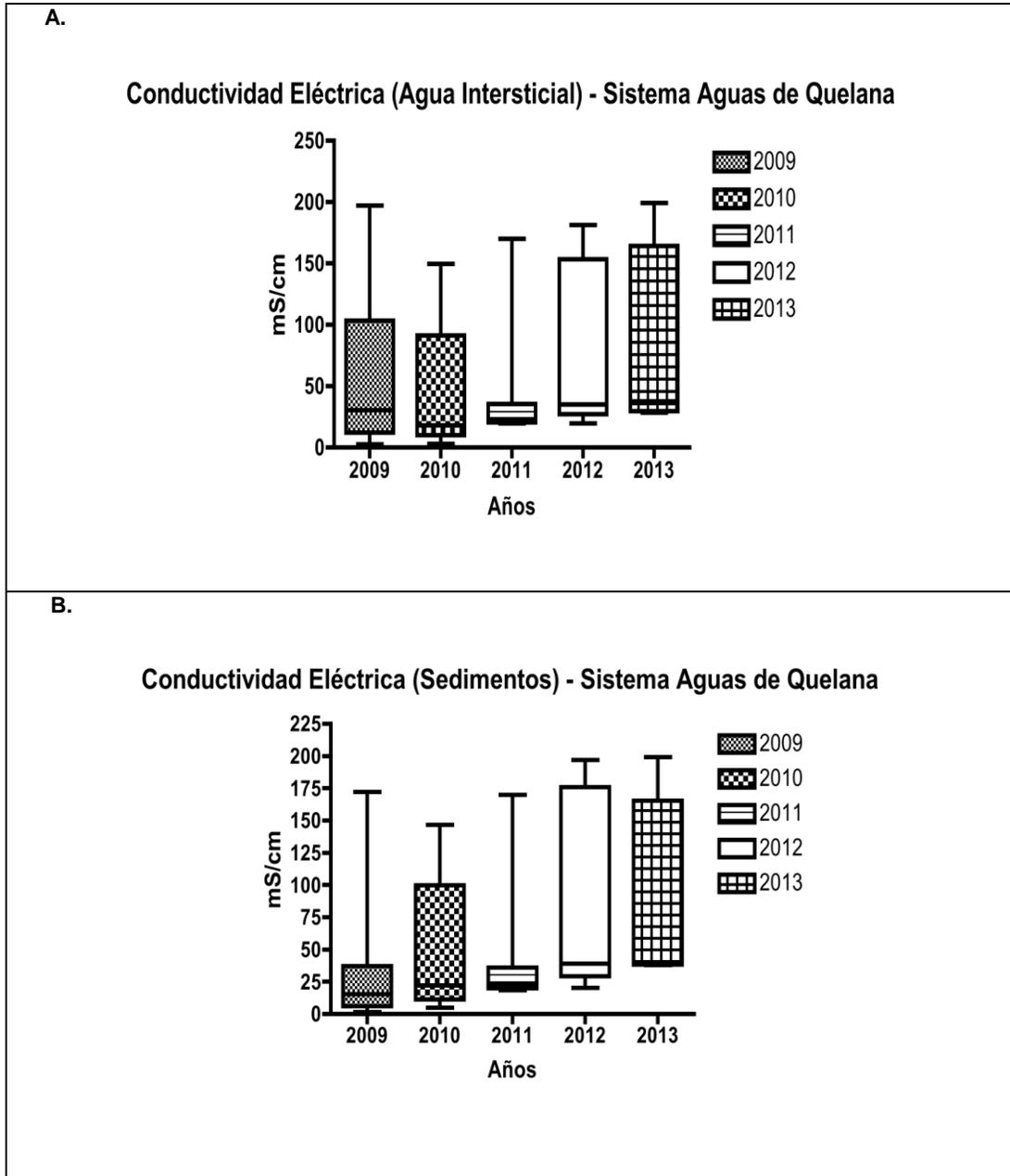
La Tabla 3-34, contiene los datos de Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial de los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

Tabla 3-34. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013

CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
Q-0	>199	20	>199	20
Q-1	132,1	21	129,3	21
Q-2	38,0	20	28,3	20
Q-3	39,8	19	35,2	19
Q-4	39,8	21	39,8	21
Q-5	38,2	21	30,9	21
Q-6		Sectores sin lámina de agua superficial		
Q-7		Sectores sin lámina de agua superficial		
Q-8		Sectores sin lámina de agua superficial		
Q-9		Sectores sin lámina de agua superficial		

Al igual que en campañas previas, el análisis de la conductividad eléctrica en las matrices sedimentos y agua intersticial, arrojó valores muy cercanos, aunque siempre los valores del agua intersticial tendieron a ser menores que los de los sedimentos (Figura 3-31). El valor máximo para ambas variables se midió estación Q-0, mientras que el mínimo se midió en la estación Q-2. Respecto de los valores promedio, estos fueron de 81,2 +/- 68,72 y 77,1 +/- 71,06, en los sedimentos y el agua intersticial, respectivamente. En relación con el análisis interanual, los valores de la mediana de la presente campaña fueron ligeramente más altos a los registrados en las campañas previas (2009-2012). Así, como en monitoreos anteriores, en el caso de ambas variables (C.E. en sedimentos y en agua intersticial) la mayor parte de los datos se agrupó en el percentil 75%. Este percentil mostró una mayor dispersión de datos respecto de la mediana que el percentil 25%. En cuanto a las diferencias interanuales, de acuerdo con el Test de Kruskal-Wallis, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de C. E. del agua intersticial, no así entre los valores de esta misma variable en el sedimento, para los cuales sí se aprecian diferencias estadísticamente significativas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-31. Variación anual de los parámetros conductividad eléctrica de los sedimentos y el agua intersticial sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



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

La Tabla 3-35, contiene los datos de Clorofila *a* del Fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en el Sistema Aguas de Quelana, en la presente campaña (año 2011).

Tabla 3-35. Clorofila "a" del fitoplancton y perifiton Sector Aguas de Quelana Campaña de Abril 2013

		Punto de Monitoreo									
Variable		Q-0	Q-1	Q-2	Q-3	Q-4	Q-5	Q-6	Q-7	Q-8	Q-9
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)		1,87	2,79	10,57	0,71	12,49	2,37	SSA	SSA	SSA	SSA
Clorofila "a" Perifiton ($\mu\text{g/L}$)		19,50	28,50	23,64	10,47	40,86	9,79	SSA	SSA	SSA	SSA

SSA: Sectores sin lámina de agua superficial

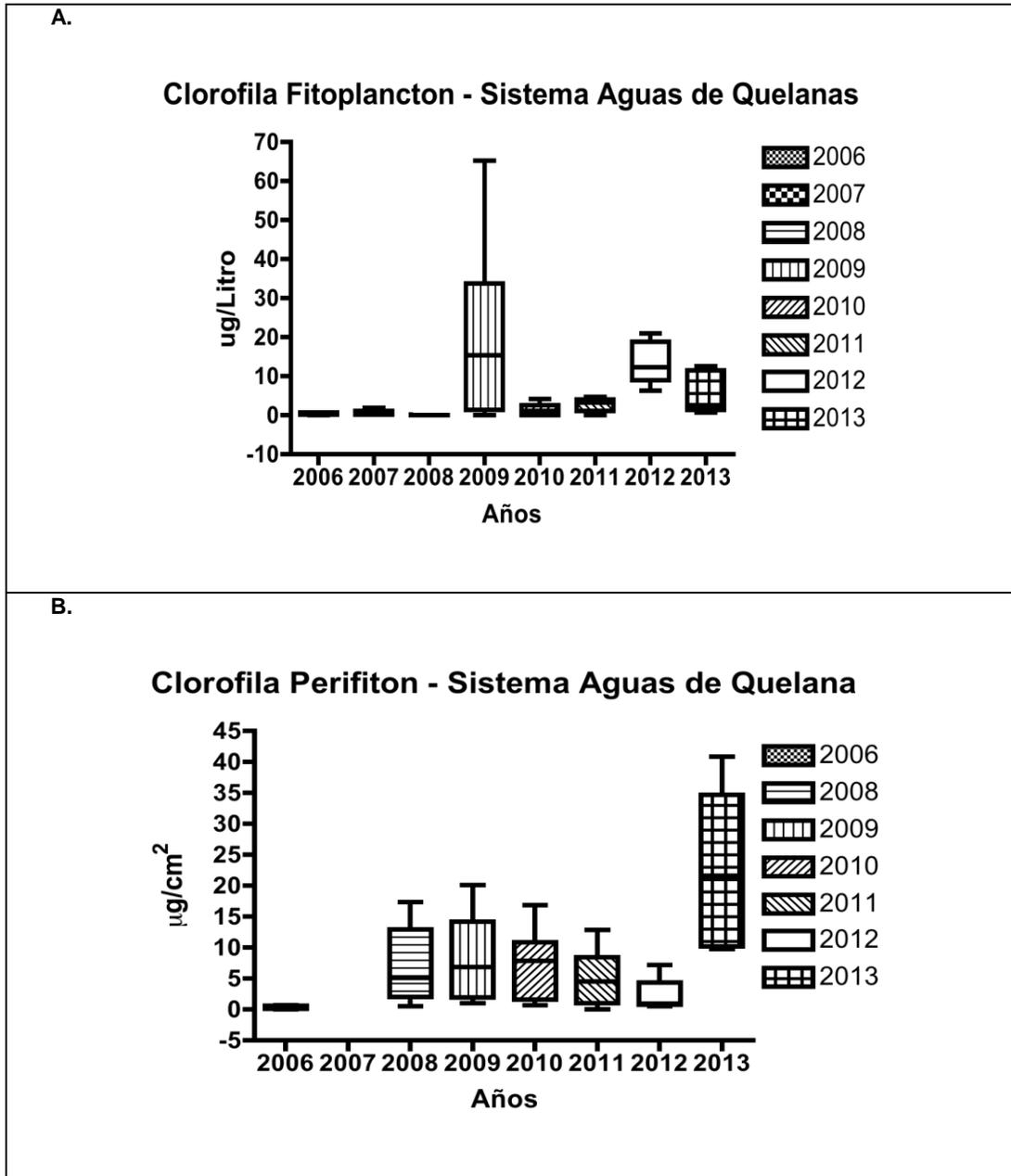
Como se aprecia en la Tabla 3-35, los valores de Clorofila *a* en la columna de agua (fitoplancton) fluctuaron entre 0,71 $\mu\text{g/L}$ a 12,49 $\mu\text{g/L}$, en las estaciones Q-3 y Q-4, respectivamente.

Por su parte, la Clorofila *a* analizada en el Perifiton, también mostró un amplio rango de valores, el que fluctuó entre 9,78 $\mu\text{g/L}$ y 40,86 $\mu\text{g/L}$ en las estaciones Q-5 y Q-4, respectivamente. Para esta variable, El valor promedio fue de 22,13 +/- 11,74 $\mu\text{g/L}$ (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto del comportamiento de los valores de Clorofila *a* en la presente campaña, en comparación con las campañas previas (Figura 3-32 A), se observa que en el caso del Fitoplancton, el valor de la mediana fue ligeramente más bajo que en el caso de la campaña 2012, aunque estuvo dentro del rango de variación de la variable para todo el período de estudio (2006-2013). Respecto de los datos, éstos se agruparon mayormente en el percentil 75%, mostrando una baja dispersión de valores en ambos percentiles. En relación con el comportamiento en el tiempo para esta variable, sí hubo diferencias significativas entre las medianas del período 2006 al 2013 (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

En el caso de la Clorofila *a* en el Perifiton (Figura 3-32 B), los valores analizados en la presente campaña (2013), fueron notoriamente más altos que los registrados en las campañas previas (2006-2012). Asimismo, el rango de valores para esta variable también fue muy superior al registrado en años previos al 2013. El análisis de varianza Kruskal-Wallis realizado arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas analizadas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-32. Variación anual de los parámetros clorofila “a” del fitoplancton y del perifiton sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



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, etc.

Debido a que algunas de las estaciones de monitoreo de este ecosistema (4 de 9) se encontraban sin una lámina superficial de agua, es difícil establecer los gradientes que si se determinaron en monitoreos anteriores. No obstante esto, algunas de las estaciones mantienen sus características más emblemáticas. Así, el sector de la laguna (Q-0), mostró altos valores conductividad y salinidad, tanto en agua como en los sedimentos (Figura 3-33 C y D). Por otra parte, esta misma estación mostró bajos valores de oxígeno disuelto y de saturación de oxígeno, probablemente debido a la escasa vegetación acuática presente en dicho punto. Contrariamente, en la estación Q-4 (sector de vegas), donde la cobertura de macrófitas es mayor, se observaron valores más altos de oxígeno disuelto (Figura 3-33 A y B), lo que también estaría correlacionado con mayores concentraciones de clorofila del fitoplancton en el lugar (Tabla 3-35). El aumento de la clorofila del perifiton, en la mayoría de las estaciones de monitoreo, puede ser el resultados de un aumento de la conductividad-salinidad del agua y los sedimentos, variables que se relacionan directamente con el desarrollo de tapetes microbianos en el sedimento.

Figura 3-33. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Campaña 2013

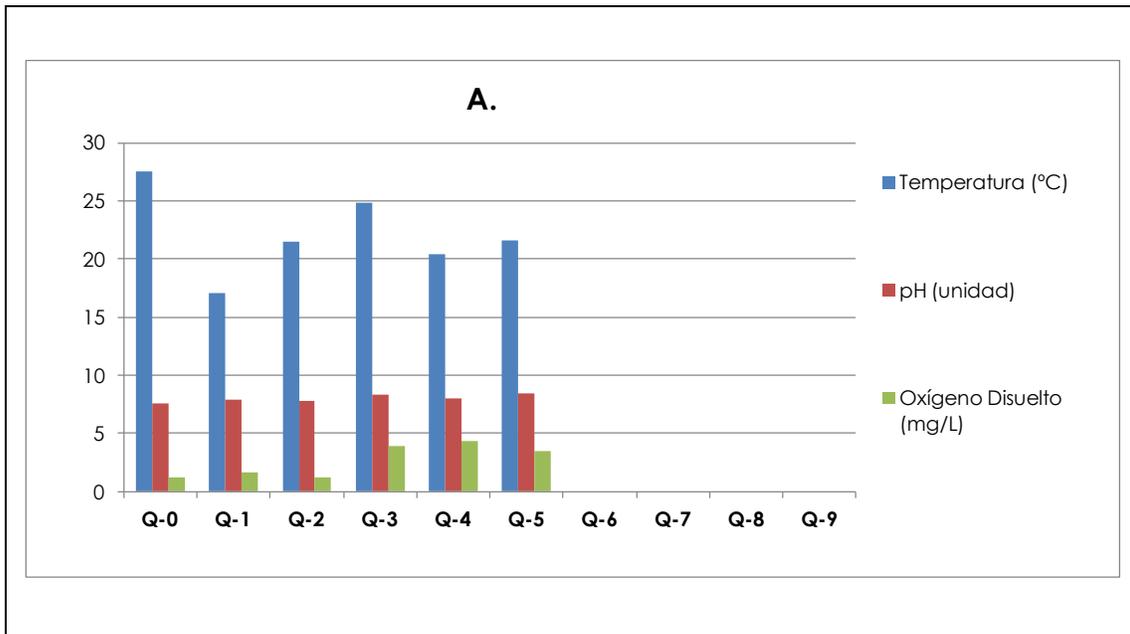


Figura 3-33. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Campaña 2013

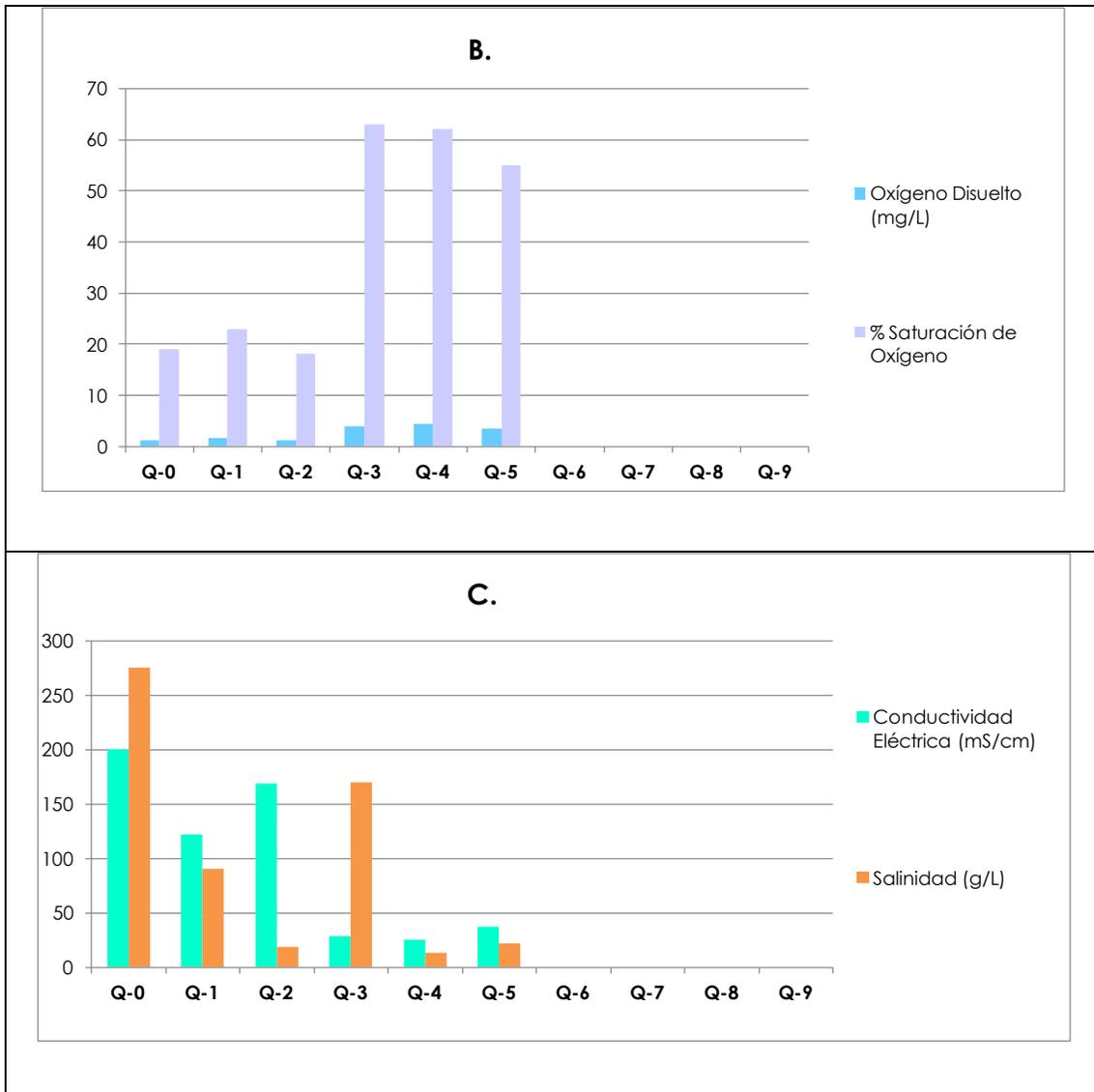
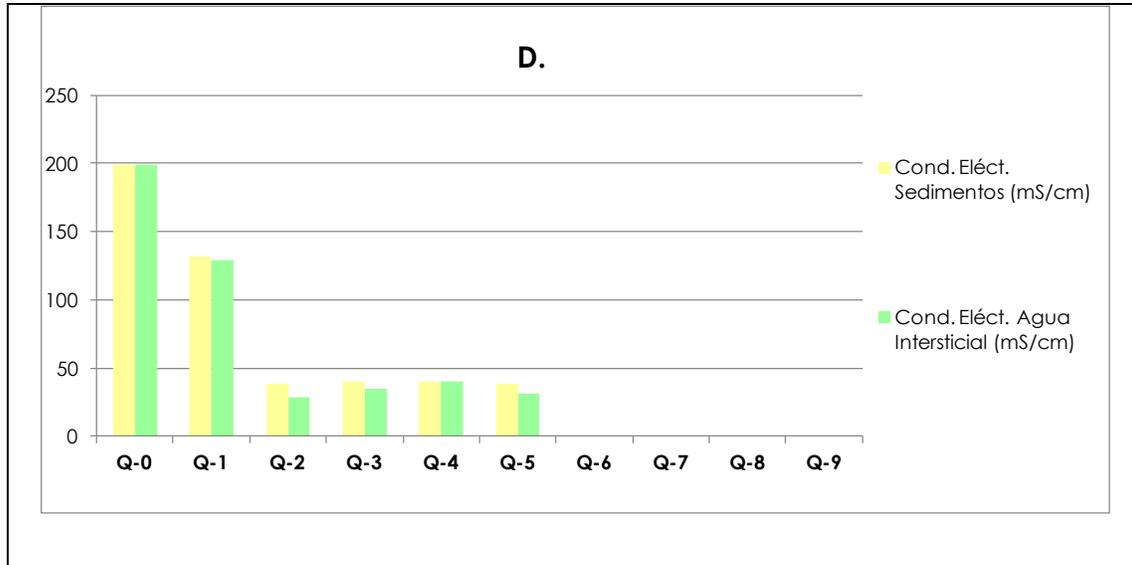


Figura 3-33. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Aguas de Quelana Salar de Atacama Campaña 2013



c. Sector Peine

La Tabla 3-36 presenta los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo de Abril de 2013, en las estaciones del Sistema Peine. En ella, se entregan los valores de Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Específica y Salinidad.

Tabla 3-36. Parámetros de calidad de agua determinados in situ Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013

CÓDIGO MUESTRA	Hora (HR:MM)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación de Oxígeno (%)	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Salinidad (g/L)
PE-1	9:26	5,2	8,41	3,9	39	49,3	28
PE-2	9:45	5,6	8,56	4,5	46	53,9	29
PE-3	9:56	12,0	7,99	2,7	31	76,6	40
SA-1	10:36	9,0	8,38	3,8	42	48,2	28
SA-2	11:15	14,2	8,71	5,8	64	40,9	24

Temperatura (°C):

Los valores de la Temperatura de la columna de agua del Sistema Peine, en la campaña 2013, se muestran en la Tabla 3-36. Los valores registrados para esta variable oscilaron entre los 5,2 °C y 14,2 °C, en las estaciones PE-1 y SA-2, respectivamente. Por otra parte, el valor promedio para esta variable fue de 9,2 °C +/- 3,93°C (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En cuanto a la variación entre las distintas campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Figura 3-34 A), se aprecia que la mediana de temperatura del agua del año 2013 fue inferior a la registrada en la campaña previa (2012). En este sentido, el valor promedio de temperatura del agua registrado en esta campaña, es el más bajo entre todos los monitoreos realizados previamente. La fluctuación interanual de la variable se refleja 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 años (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas). En cuanto al comportamiento de los datos, éstos se agruparon equitativamente entre los percentiles 25% y 75%, asimismo la dispersión de los datos en ambos percentiles fue conservativa, respecto de años anteriores (Figura 3-34 A).

pH (Unidades de pH):

Los valores de pH de la columna de agua de la campaña Abril de 2013, en las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se presentan en la Tabla 3-36. Al igual que en campañas anteriores, las aguas presentaron un carácter alcalino, con valores de pH superiores a 8,0. Los valores para esta variable fluctuaron entre 8,38 (SA-1) y 8,71 (SA-2) (Tabla 3-36). Así, la laguna Salada fue la estación, que al igual que en campañas previas, mostró el pH más alcalino. Por otra parte, el valor promedio para la presente campaña, éste fue de 8,4 +/- 0,27 unidades de pH (Tabla Estadísticas Descriptivas).

El análisis de variación interanual para el pH, se presenta en la Figura 3-34 B. En ésta se observa que, el valor de la mediana de la campaña 2013, fue más bajo que el registrado el de la campaña 2012 y más parecido a los mostrados en el período 2006-2011. De este modo, con el valor de la presente campaña, se rompe la tendencia de aumento del pH, observada en el período 2010-2012. En cuanto al comportamiento de los valores, éstos se agruparon equitativamente entre los percentiles 25% y 75%, mostrando una baja dispersión, ligeramente mayor a la registrada en la mayoría de las campañas previas al 2013. El análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis demuestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los distintos años de monitoreo (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Oxígeno Disuelto (mg/L):

Los valores de Oxígeno Disuelto en la columna de agua del Sistema Peine para la campaña 2013, se presentan en la Tabla 3-36. En ésta se observa que dicho parámetro fluctuó entre un mínimo de 2,7 mg/L, en la estación PE-3 y un máximo de 5,8 mg/L en la estación SA-2. El valor promedio para esta variable fue de 4,1 +/- 1,13 mg/L de oxígeno disuelto (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto del comportamiento interanual de esta variable, la Figura 3-35 A, muestra que los valores de la mediana del presente año, fueron semejantes a los registrados en la campaña del año 2012, interrumpiendo la tendencia de incremento observada desde el monitoreo 2009. Los valores se agruparon principalmente en el percentil 75%. En ambos percentiles, los valores mostraron una baja dispersión (3-35 A).

El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que sí hubo diferencias interanuales estadísticamente significativas entre los distintas campañas de monitoreo realizadas, desde el año 2006 a la fecha (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Respecto de los valores de Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Tabla 3-36), éstos cercanos al 50% en promedio, muy similares a los de las campañas previas. Lo anterior, indicaría que los aportes por la vía de los organismos fotosintéticos del ecosistema fue limitada.

Conductividad Eléctrica (mS/cm):

Los valores de Conductividad Eléctrica de la columna de agua en la campaña 2013, para las estaciones de monitoreo del Sistema Peine, se muestran en la Tabla 3-36. Para esta variable los valores fluctuaron entre 40,9 mS/cm (SA-2) y 76,6 mS/cm (PE-3). Por otra parte, el valor promedio de esta variable fue de 53,8 +/- 13,58 mS/cm, lo que representa una gran dispersión entre los datos (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

En la presente campaña, el valor de la mediana de Conductividad Eléctrica del agua fue muy similar a la del año 2012 (Figura 3-35 B); no obstante los datos se agruparon principalmente en el percentil 75%, es decir, justo al contrario que lo registrado en la campaña 2012 (Figura 3-35 B). Respecto de la tendencia interanual, el valor de la mediana para este parámetro en la presente campaña, estuvo dentro del rango de variación considerando todo el período analizado (2006-2013). Como en las últimas cinco campañas, los valores de Conductividad Eléctrica del año 2013, mostraron un estrecho rango de variación entre los percentiles 25% y 75% (Figura 3-35 B), aunque los datos tendieron a agruparse en el percentil 75%. El análisis de varianza, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que las medianas de los valores de Conductividad, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los períodos 2006 y 2013, (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Figura 3-34. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013

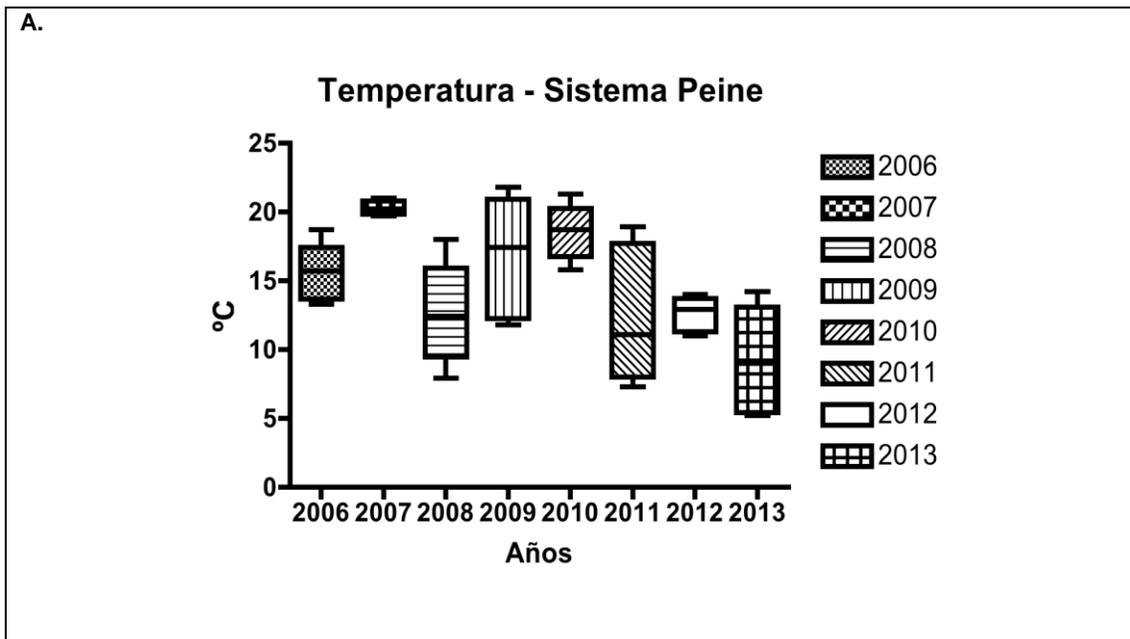


Figura 3-34. Variación anual de los parámetros temperatura y pH en columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013

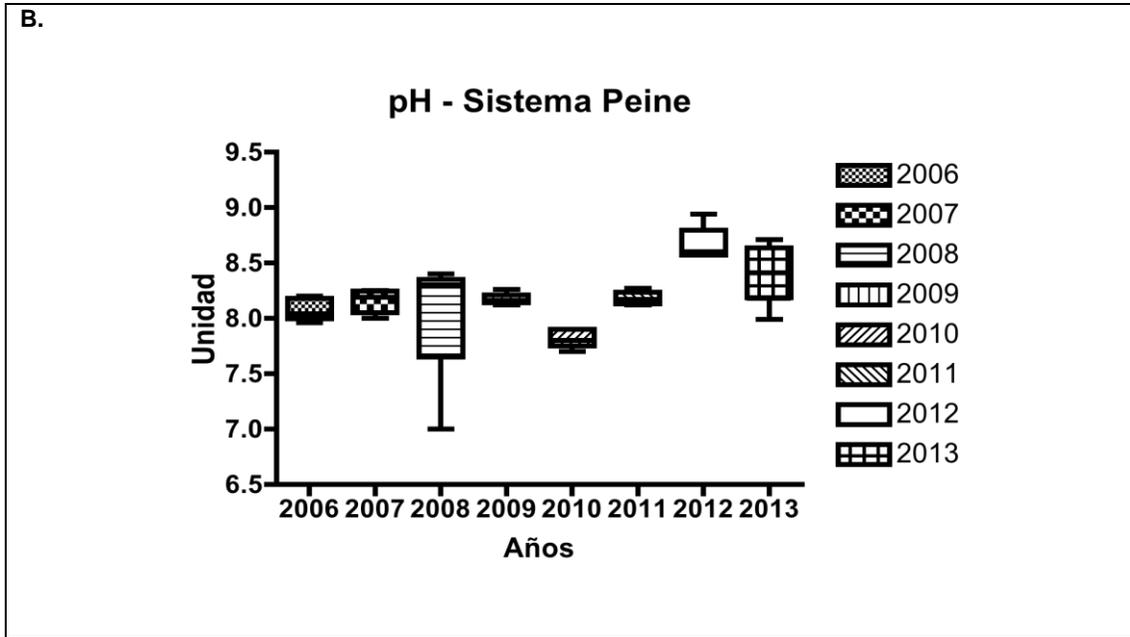


Figura 3-35. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013

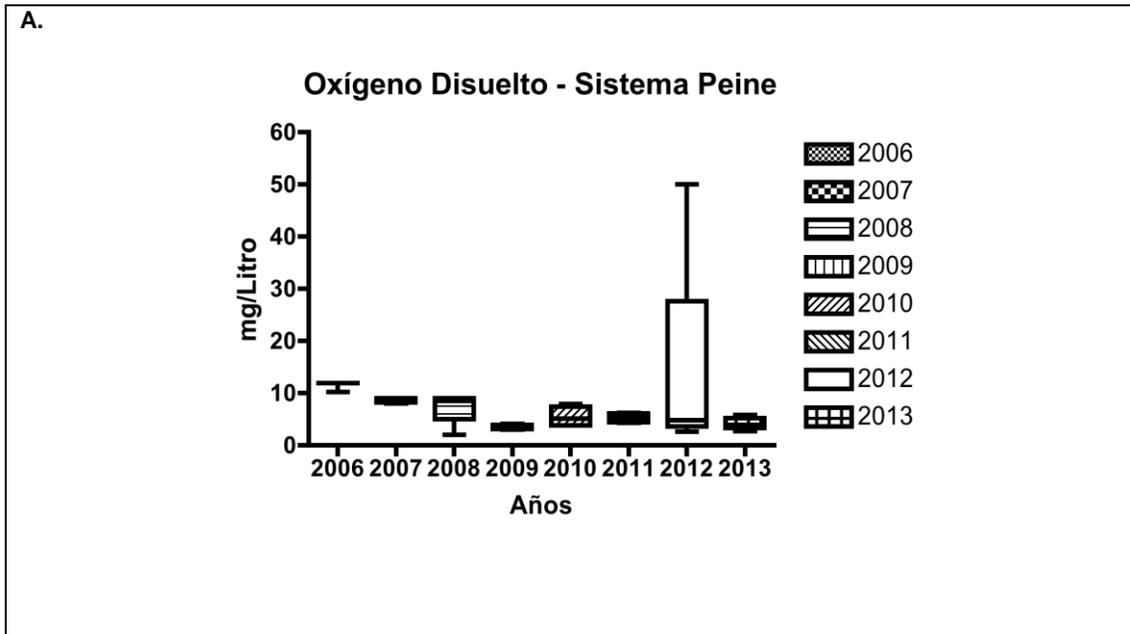
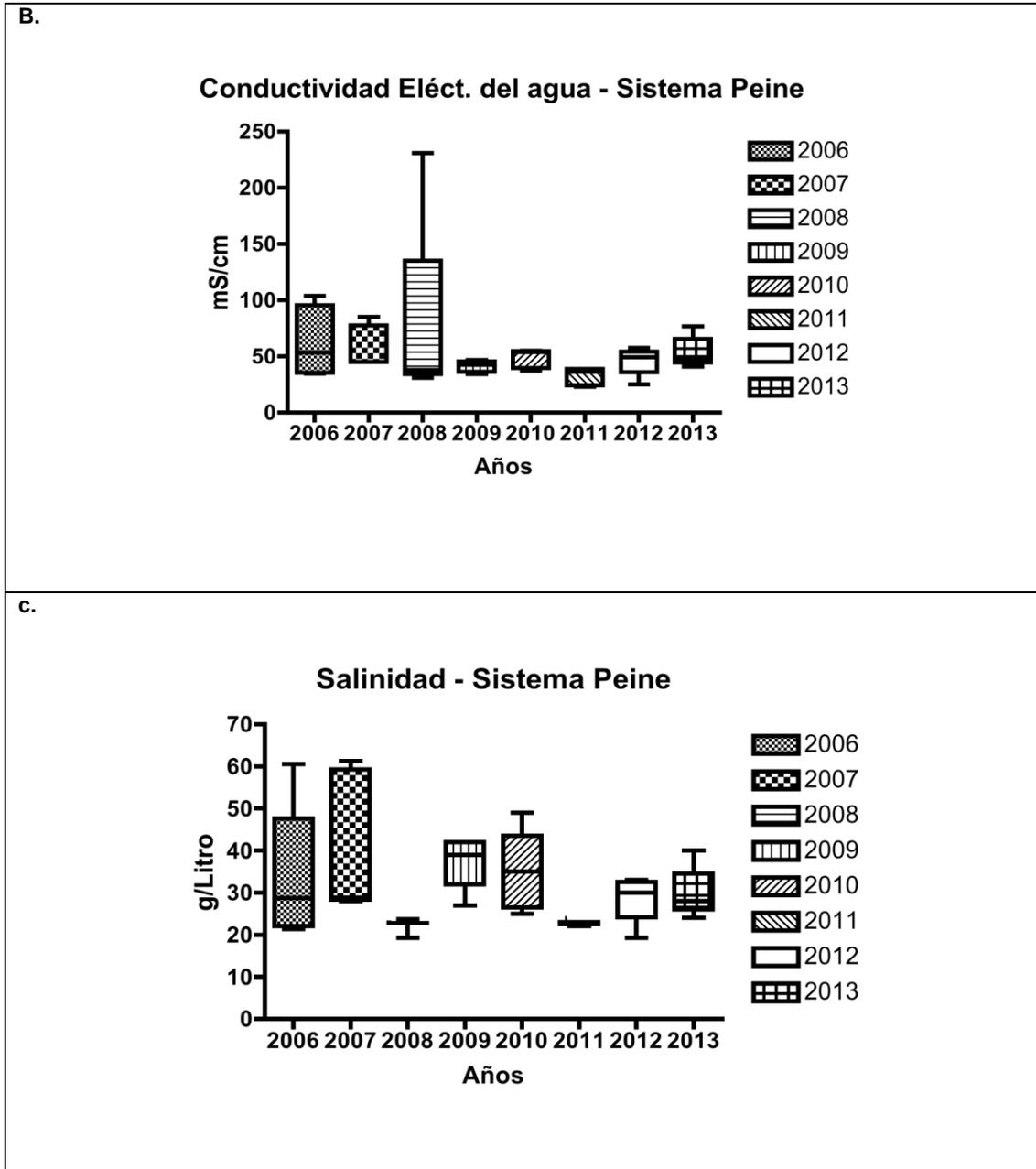


Figura 3-35. Variación anual de los parámetros oxígeno disuelto salinidad y conductividad eléctrica de la columna de agua sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



Salinidad (g/L):

Los valores de Salinidad de las estaciones del Sector Peine, correspondientes a la campaña de Abril del 2013, se presentan en la Tabla 3-36. Respecto del total de datos para este sistema, los valores fluctuaron, entre 24 g/L (SA-2) y 40 g/L (PE-3). En cuanto al valor promedio de esta variable, éste fue 29,8 +/- 6,02 g/L (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la variación interanual (Figura 3-35 C), al igual que lo acontecido con la Conductividad Eléctrica del Agua, se observa que el valor de la mediana de Salinidad del agua de la actual campaña (2013), fue semejante que el del monitoreo 2012. Asimismo, el valor de la mediana de salinidad para la presente campaña, se encuentra dentro del rango de variación interanual para este parámetro en el período 2006-2013. El análisis de varianza mostró que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

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

La Tabla 3-37, contiene los datos de Conductividad de los Sedimentos y del Agua Intersticial de los puntos analizados en el Sistema Peine para la campaña 2013, acompañados de la temperatura de la muestra al momento de ser analizada.

Tabla 3-37. Conductividad del agua intersticial y los sedimentos Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013

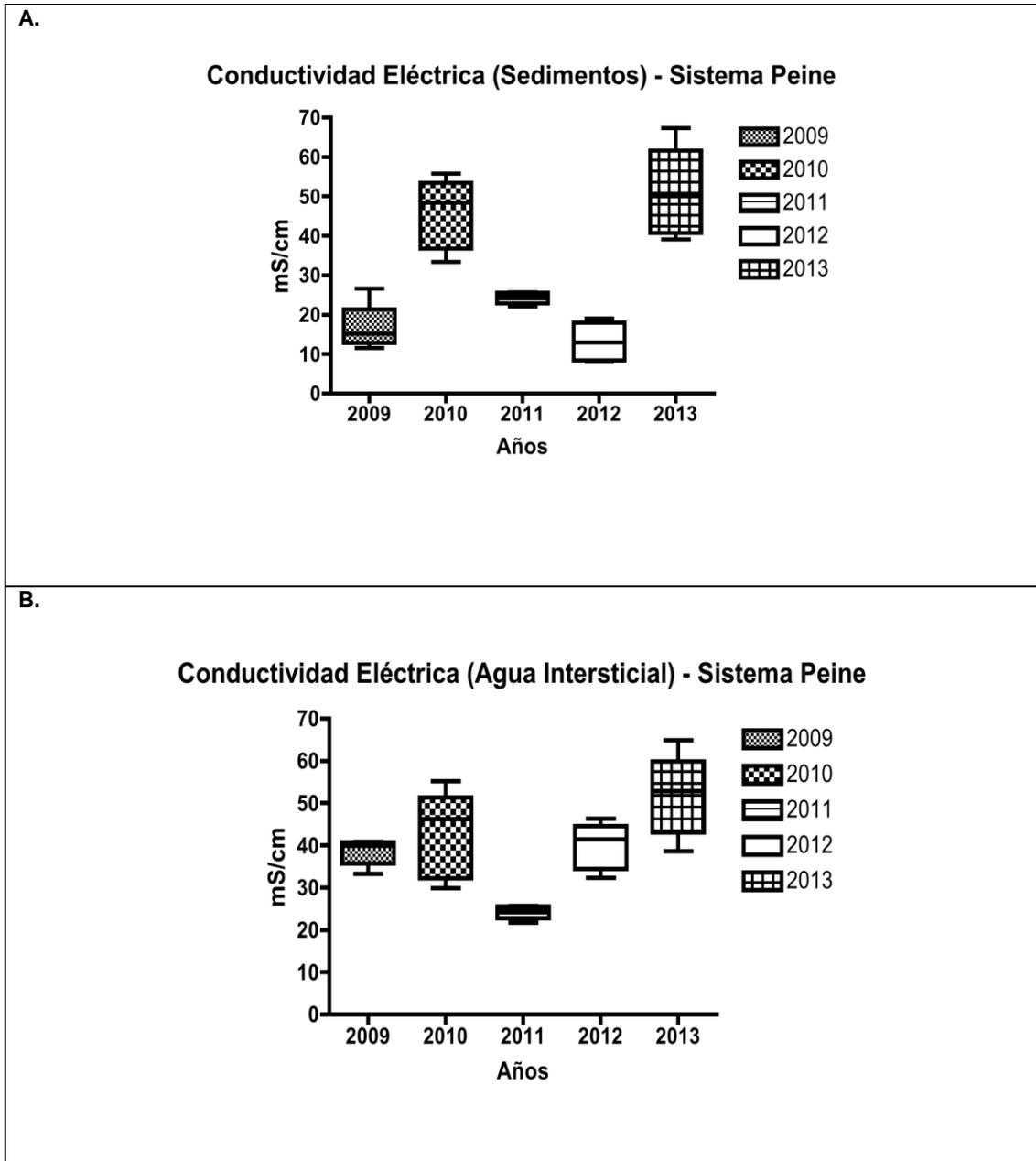
CÓDIGO MUESTRA Unidad	Cond. Eléct. Sedimentos (mS/cm)	Tª Sedimentos (°C)	Cond. Eléct. Agua Intersticial (mS/cm)	Tª Agua Intersticial (°C)
PE-1	50,1	19	47,5	19
PE-2	42,4	20	54,8	20
PE-3	67,3	20	64,9	20
SA-1	39,1	21	38,6	21
SA-2	55,8	21	52,8	21

La mediana de la Conductividad Eléctrica, tanto de los sedimentos como del Agua Intersticial del sector Peine, mostraron un interesante aumento respecto de iguales medidas realizadas en el año 2012 (Figura 3-36 A). Esta situación indicaría que las aguas de recarga del acuífero habrían presentado un aumento de la conductividad. Tratándose de sedimentos superficiales (primeros 10 cm), los aumentos de la CE, podrían estar asociados, directamente a la evaporación, por aumento de la temperatura superficial y/o a un aumento del caudal de aguas subterráneas y un subsecuente aumento en el arrastre y precipitación de sales, hacia y en las lagunas. Por otra parte, cabe destacar que, en la presente campaña, los valores de ambas matrices, mostraron un rango de variación más amplio que el de la campaña 2012. En el caso de la Conductividad Eléctrica del Agua Intersticial, los datos se agruparon mayormente en el percentil 25%, mostrando para ambos percentiles una dispersión semejante y reducida de los datos, comparable a años anteriores (Figura 3-36 A). En cuanto a los datos de Conductividad en los Sedimentos, éstos se agruparon principalmente en el percentil 75%, mostrando una dispersión de los valores, ligeramente más alta en este percentil. Para ambas matrices (agua intersticial y sedimentos) la comparación de medianas arrojó diferencias estadísticamente significativas en el período 2009-2013 (Tabla 3-37).

Respecto del rango de valores, el valor mínimo se midió (en ambas matrices) en la Laguna Saladita o estación SA-1 (39,1 y 38,6 mS/cm en sedimentos y agua intersticial, respectivamente). En cuanto a los valores máximos éstos correspondieron a 67,3 mS/cm en los sedimentos y 64,9 mS/cm en el agua intersticial, ambos en un sector de la Laguna Interna o estación PE-3, (Tabla 3-37). Al igual que

en campañas anteriores, cabe destacar que los valores de Conductividad Eléctrica de las matrices Agua Intersticial y Sedimentos fueron más bajos que los de la columna de agua (Tabla 3-36 y 3-37).

Figura 3-36. 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 2009 - 2013



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

La Tabla 3-38, contiene los datos de Clorofila a del Fitoplancton y del Perifiton en los puntos analizados en el Sistema Peine, en la presente campaña (año 2013).

Tabla 3-38. Clorofila "a" del fitoplancton y perifiton Sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Campaña de Abril 2013

Variable	Punto de Monitoreo				
	PE-1	PE-2	PE-3	SA-1	SA-2
Clorofila "a" Fitoplancton ($\mu\text{g/L}$)	9,19	ND	ND	0,79	27,00
Clorofila "a" Perifiton ($\mu\text{g/L}$)	41,72	5,36	14,94	17,59	0,73

ND: Valores por debajo del nivel de determinación de la técnica (0,02 $\mu\text{g/L}$)

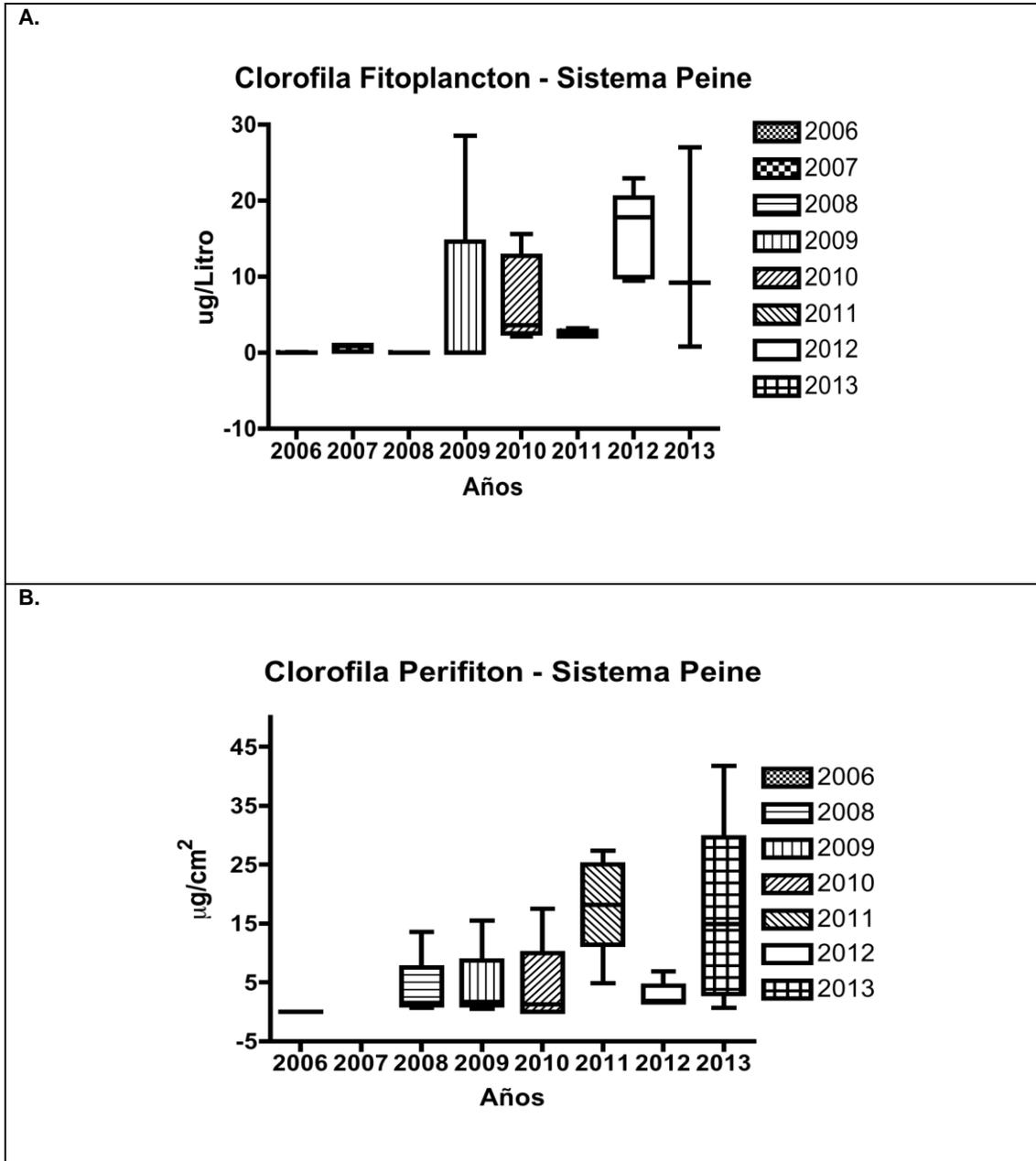
Cabe destacar la disminución de los valores de Clorofila "a" en el fitoplancton en la presente campaña, respecto de la campaña anterior (2012). En esta oportunidad, la estación localizada en la Laguna Salada (SA-2) mostró la presencia de una comunidad fitoplanctónica más desarrollada (Tabla 3-38) que las del resto de las estaciones localizadas en el Sector. El rango de fluctuación de esta variable fue de entre valores $< 0,02 \mu\text{g/L}$ en las estaciones PE-2 y PE-3, y $27,00 \mu\text{g/L}$ en la estación SA-2. Por otra parte, el valor promedio de Clorofila a en el fitoplancton fue de $13,39 \pm 12,33 \mu\text{g/L}$ (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Contrariamente a lo observado para los valores de clorofila fitoplanctónica, la Clorofila a analizada en el Perifiton, mostró un aumento en la presente campaña respecto de los valores del año 2012. Por otra parte, cabe destacar que los valores fluctuaron ampliamente en esta campaña y al igual que en campañas previas, el valor mínimo se registró en la Laguna Saladita con $0,73 \mu\text{g/L}$, mientras que el valor máximo se midió en la estación PE-1 de la Laguna Interna con $41,72 \mu\text{g/L}$. El valor promedio para esta variable alcanzó los $16,07 \pm 15,9 \mu\text{g/L}$ (Anexo I: Tablas Estadísticas Descriptivas).

Respecto del comportamiento de los datos de Clorofila a en el fitoplancton, la Figura 3-37 A muestra que éstos presentaron un valor de mediana menor que el medido en la campaña previa (2012), con una altísima dispersión de sus valores en ambos percentiles. El análisis de varianza realizado a través del test Kruskal-Wallis mostró que para esta variable sí se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el período 2006 a 2013 (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas). En el caso de la Clorofila a en el Perifiton, la distribución de los datos muestra que en la presente campaña, los datos se agruparon relativamente equitativos entre los percentiles 25% y 75%, con una alta dispersión en el caso de este último percentil. El análisis de varianza realizado para los valores entre 2006 y 2013, arrojó diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las distintas campañas (Anexo I: Tablas Comparación de Medianas).

Las tendencias de aumento y disminución de los datos, aparece como una condición normal en este tipo de ambientes cuyas comunidades están sujetas a importantes variaciones a lo largo del día (temperatura, radiación solar, salinidad, etc.) y obedecen a variados patrones espacio temporales tales como fluctuaciones del nivel de agua y re-distribución de nutrientes en cortos períodos de tiempo.

Figura 3-37. Variación anual de los parámetros clorofila “a” del fitoplancton y del perifiton sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Periodo 2006 - 2013



Análisis Espacial:

La Figura 3-38 A, muestra la distribución del pH, la temperatura y el Oxígeno disuelto para todas las estaciones de la Lagunas Interna, Salada y Saladita. Como ha sido descrito previamente se observaron diferencias entre las estaciones analizadas destacándose, sin embargo, un cierta estabilidad de los valores de pH entre estas estaciones de monitoreo. En cuanto al Porcentaje de Saturación de Oxígeno (Figura 3-38 B), este fue notoriamente mayor en la Laguna Salada respecto

del resto de estaciones. Lo anterior también se vio reflejado en los elevados valores Clorofila a, particularmente en el Fitoplancton, los cuales habrían contribuido a saturar el agua de Oxígeno. En cuanto a las variables Conductividad Eléctrica del Agua y la Salinidad, al igual que en campañas anteriores sus valores fueron mayores en las estaciones de la Laguna Interna, respecto de las lagunas Salada y Saladita (Figura 3-38 C). Esta tendencia coincide con lo observado para la Conductividad eléctrica del sedimento y agua intersticial (Figura 3-38 D).

Figura 3-38. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Campaña - 2013

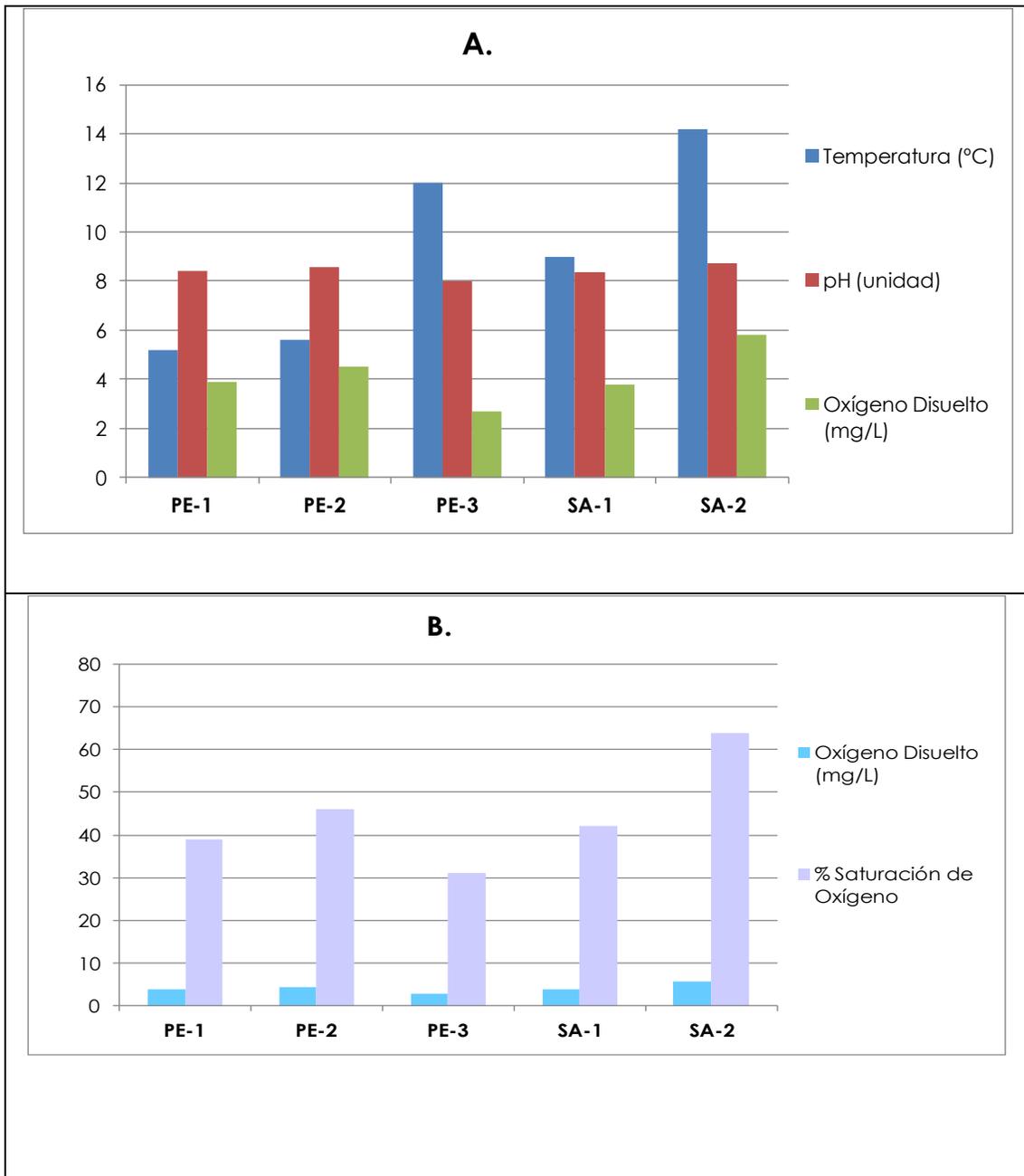
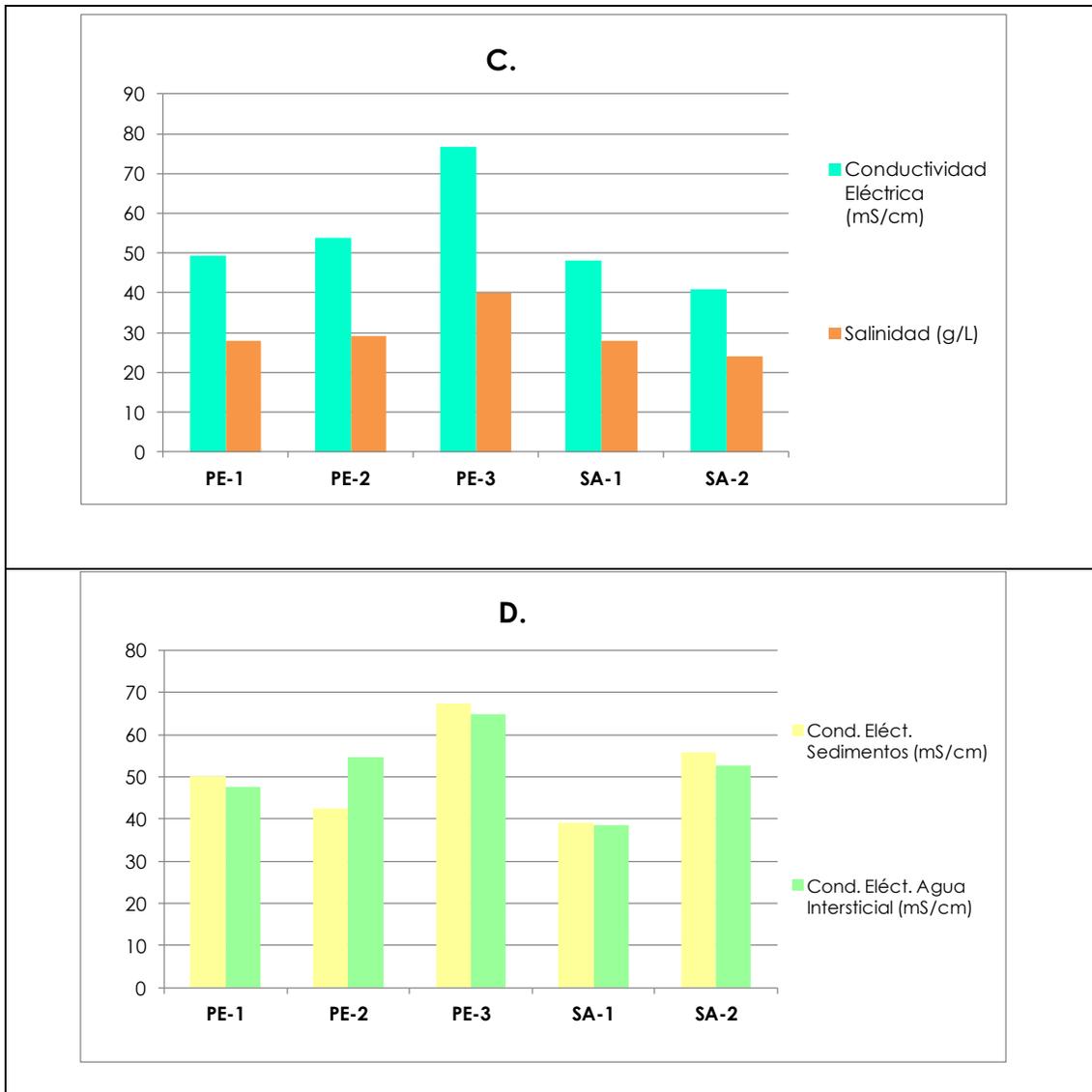


Figura 3-38. Variación espacial de los parámetros fisicoquímicos determinados in situ sector Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Salar de Atacama Campaña - 2013



3.4.2 — Medio Biótico

3.4.2.1 — Fitobentos

Diversidad General del Área

Las Figuras 3-39 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; Aguas de Quelana y Peine).

Los resultados de abundancia obtenidos para esta variable, fueron muy similares a los registrados en las campañas previas al 2013; incluyendo una gran heterogeneidad entre las estaciones de monitoreo de cada sector (Figura 3-39 A). Al igual que en monitoreos previos al 2013, la estación SA-1 presenta un valor promedio de abundancia cerca de un 45% superior a la abundancia promedio de todas las estaciones y sectores monitoreados. En esta oportunidad, la estación BN-3 mostró los valores más altos entre todas las estaciones del Sistema Sóncor. Con respecto al Sistema Aguas de Quelana, debido a que muchas de sus estaciones se encontraban sin capa superficial de agua, no fue posible establecer patrones espaciales para la Abundancia de las diatomeas, no obstante sus valores de abundancia fueron siempre inferiores a los valores registrados en los sectores Puilar, Sóncor y Peine.

La variación observada en cada sector tendría directa relación con las características de los hábitats (salinidad; nutrientes; oxígeno) y también con la carga genética de las poblaciones y su posibilidad de adaptarse a dichas condiciones. Esto, puesto que no hay un patrón claro en la distribución de las abundancias, respecto de las variables más conspicuas y, a priori, más limitantes para el desarrollo de la biota del ecosistema (conductividad, salinidad, por ejemplo). De tal modo que, en hábitats muy extremos, donde la salinidad fue muy elevada algunas poblaciones fueron muy abundantes (BN-3) y en otras muy pobres (Q-0).

Respecto de la Riqueza de Taxa, se registró un total de 94 taxa diferentes considerando el análisis de todas las estaciones de monitoreo de los 4 sectores en estudio. La Figura 3.4-21 B muestra que, al igual que en campañas anteriores, los valores más altos para esta variable se registraron en la estación SA-1, localizada en la Laguna Saladita (Sistema Peine), la cual mostró una riqueza igual a 79 taxa de diatomeas. Por otra parte, la estación de monitoreo más pobre, en términos de su riqueza específica, se presentó en el sector del Sistema Aguas de Quelana en la estación Q-0 con sólo 14 taxa representados. Este punto caracterizado por una baja diversidad de microalgas en varias campañas de monitoreo realizadas anteriormente al 2013, presentó en esta oportunidad una salinidad elevada, lo que podría explicar sus bajos valores riqueza específica. Esto último apoyaría la hipótesis de la salinidad como factor limitante para el desarrollo de las especies de diatomeas en el sector.

Para las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes debido a su presencia y abundancia, en sectores específicos. En el sector Puilar: *Amphora atacamana*; *A. Linoleata var. calamae* y *Nitzschia inconspicua*. En el Sector Sóncor / Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto: *Amphora atacamana*, *A. carvajaliana* y *Nitzschia inconspicua*. Para el Sector de Aguas de Quelana destaca el predominio de las especies *Amphora atacamana*, *Planothidium delicatulum* y *Nitzschia inconspicua*. Finalmente, en el Sector de Peine, los siguientes taxa fueron aquellos que hicieron un mayor aporte a la Abundancia Total del sistema y estuvieron presentes en todas las estaciones de monitoreo: *Amphora atacamana*, *A. carvajaliana* y *Nitzschia inconspicua*. Cabe destacar que los taxas mayormente representados en cada sistema analizado, fueron prácticamente los mismos que los taxas dominantes en monitoreos anteriores al 2013.

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figuras 3-39 C y D, representan el comportamiento del Índice de Shannon-Wiener (H) y el Índice de Evenness (W), respectivamente, para los datos de Diatomeas Bentónicas de la Campaña 2013. En relación con el comportamiento general de ambas variables, de manera similar a lo observado en campaña previa (2012), se aprecia que hubo bastante homogeneidad entre los sectores monitoreados y entre las estaciones de cada sector. La única diferencia más notoria observada correspondió a la estación Q-0 del sistema Aguas de

Quelana, donde y al igual que en campañas previas al 2013, se determinó un valor muy bajo de ambos índices.

El rango de valores para el valor de H fue de entre 2,6 (Q-0) y 4,0 (SA-1), mientras que los valores de W variaron entre 0,85 en la estación BM-1 y 0,99 en Q-0. Así se observa que pese a mostrar una baja diversidad, la estación Q-0 del sistema Aguas de Quelana, presentó un reparto equitativo de la abundancia total entre todos los taxa presentes. Al igual que en campañas anteriores al 2013, todas las estaciones de monitoreo, mostraron valores de Equidad por encima de 0,8 (Figura 3-39 D), indicando que no hubo taxa dominantes por cada punto.

Figura 3-39. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados

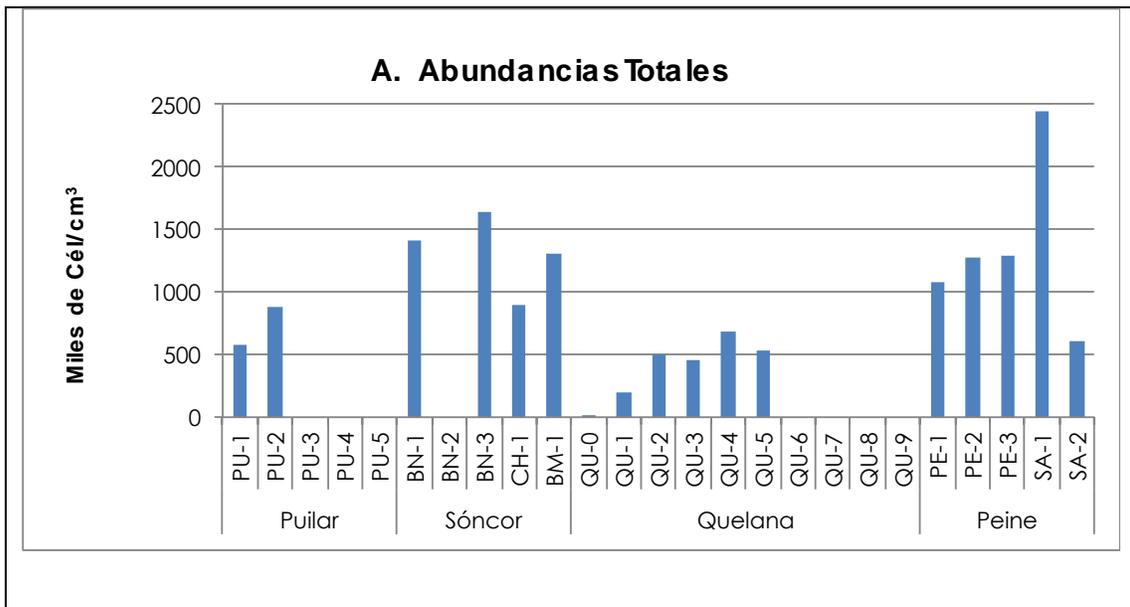


Figura 3-39. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados

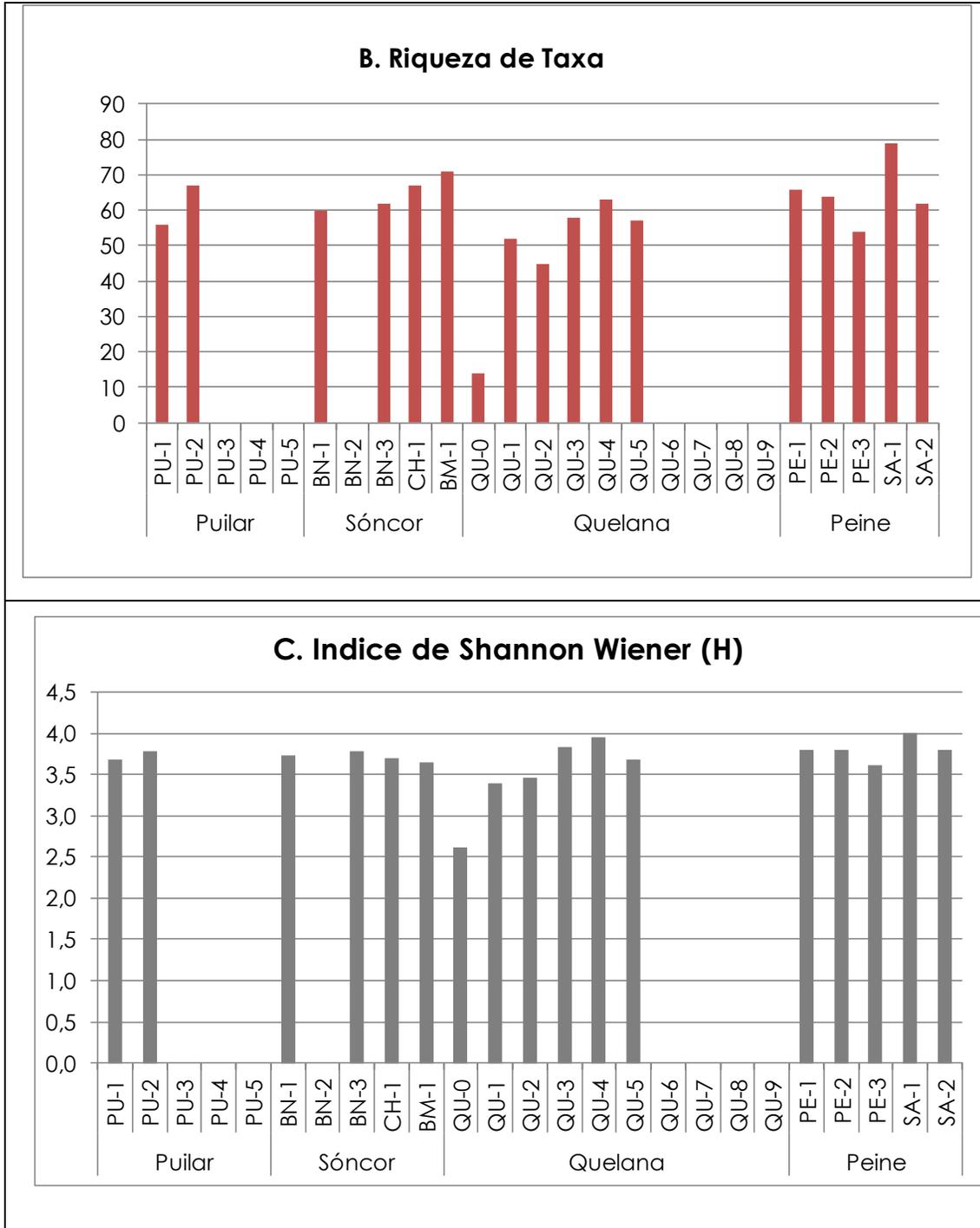
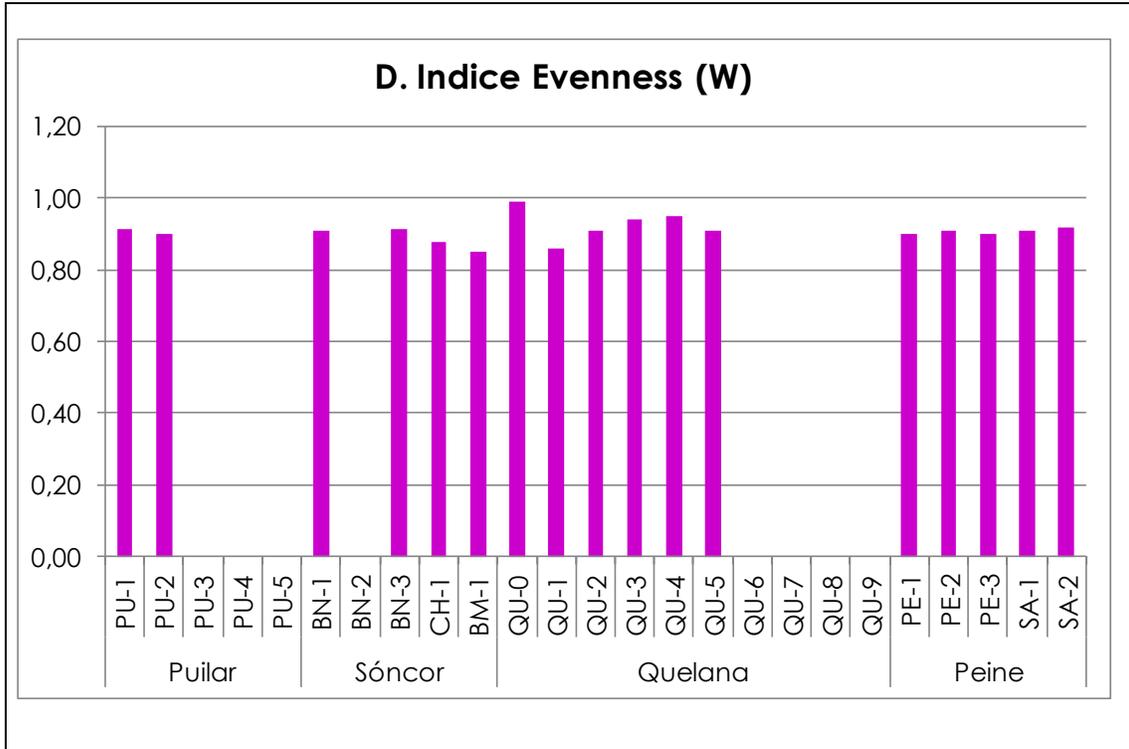


Figura 3-39. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados



a. Sector Sóncor: Laguna Puillar

Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 75 taxa de diatomeas bentónicas entre las 2 estaciones de monitoreo analizadas. Cabe señalar, que en la presente campaña 3 (PU-3, PU-4 y PU-5) de las 5 estaciones de este sistema se encontraron sin cubierta de agua superficial. Al igual que en campañas previas, el mayor número de taxa se registró en la estación PU-2. Respecto de los taxa que presentaron una mayor representatividad (frecuencia y abundancia), al igual que en la mayoría de las campañas anteriores éstas fueron: *Amphora atacamana*, y *Nitzschia inconspicua*. En esta oportunidad se suma además, en términos de su frecuencia y abundancia, el taxa *A. linoleata var. calamae*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-39, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al sistema Puillar. Además, la Figura 3-40, muestra los resultados de la distribución de riqueza de taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2013). Respecto del rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación PU-2 y fue de 67 taxa, mientras que el mínimo se determinó en la estación PU-1 y fue de 56 taxa. En cuanto a la riqueza total, es decir considerando todos los taxa presentes en el sector, ésta alcanzó a los 75 taxa (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm³)

En la Tabla 3-39, se muestran los valores de abundancia total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar. Además, la Figura 3-40, muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto al rango de valores para esta variable, éste fue de 570.400 Cél/cm³ y 873.600 Cél/cm³ en las estaciones PU-1 y PU-2, respectivamente, correspondiéndose así con los valores extremos para la riqueza de especies. En tanto, el valor promedio para todo el sector fue de 722.000 +/- 214.960 Cél/cm³ (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

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 II), muestra que este parámetro fluctuó entre 3,68 y 3,78 (estaciones PU-1 y PU-2), correspondientes a un sector de la vertiente y el canal del Sistema Puilar, respectivamente. Por otra parte, el Índice de Equidad (Evenness), fluctuó entre 0,90 (estación PU-2) y 0,91 (en la estación PU-1). En el contexto de todos los sistemas analizados, Sector Puilar, presentó altos valores de Diversidad y Equidad en su comunidad fitobentónica, lo cual coincide, con observaciones hechas en campañas anteriores al 2013

Tabla 3-39. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puilar Abril 2013

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Cel/cm ³)	%	(Cel/cm ³)	%	(Cel/cm ³)	%	(Cel/cm ³)	%	(Cel/cm ³)	%
<i>Achanthidium minutissimum</i>	8000	1,40	6400	0,73						
<i>Achnanthes atacamae</i>	17600	3,09	4800	0,55						
<i>Achnanthes brevipes</i>	4800	0,84	8000	0,92						
<i>Achnanthes speciosa</i>	4800	0,84	3200	0,37						
<i>Achnanthes submarina</i>			1600	0,18						
<i>Amphora acutiuscula</i>			12800	1,47						
<i>Amphora atacamae</i>	19200	3,37	20800	2,38						
<i>Amphora atacamana</i>	33600	5,89	41600	4,76						
<i>Amphora boliviana</i>	12800	2,24	17600	2,01						
<i>Amphora boliviana f. elongata</i>	4800	0,84	3200	0,37						
<i>Amphora carvajaliana</i>	16000	2,81	38400	4,40						
<i>Amphora coffeaeformis</i>	16000	2,81	14400	1,65						
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>			4800	0,55						
<i>Anomoeones sphaerophora f. costata</i>	1600	0,28								
<i>Amphora lineolata var</i>	22400	3,93	46400	5,31						

Tabla 3-39. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puillar Abril 2013

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>calamae</i>										
<i>Amphora subrobusta</i>	3200	0,56	4800	0,55						
<i>Amphora veneta</i>	6400	1,12	11200	1,28						
<i>Anomeoneis sphaerophora</i> <i>f. costata</i>			1600	0,18						
<i>Anomeoneis sphaerophora var angusta</i>			3200	0,37						
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	4800	0,84	12800	1,47						
<i>Coconeis placentula var</i> <i>euglypta</i>	11200	1,96	20800	2,38						
<i>Craticula buderi</i>	12800	2,24	28800	3,30						
<i>Craticula grunowii sp1</i>	27200	4,77	35200	4,03						
<i>Craticula halophila</i>	9600	1,68	14400	1,65						
<i>Cymbella microcephala</i>	1600	0,28	4800	0,55						
<i>Cyrtella pusilla</i>	4800	0,84	6400	0,73						
<i>Cymbellonitzschia sp1</i>	3200	0,56	3200	0,37						
<i>Denticula elegans</i>	6400	1,12	8000	0,92						
<i>Denticula kuetzinguii</i>	19200	3,37	19200	2,20						
<i>Denticula subtilis</i>	3200	0,56	4800	0,55						
<i>Denticula thermalis</i>			12800	1,47						
<i>Denticula valida</i>	30400	5,33	28800	3,30						
<i>Diploneis minuta</i>	3200	0,56	3200	0,37						
<i>Diploneis smithii var</i> <i>dilatata</i>			1600	0,18						
<i>Diploneis stauroneisformis</i>	3200	0,56	8000	0,92						
<i>Diploneis var bombiformis</i>	6400	1,12	3200	0,37						
<i>Entomoneis paludosa</i>	1600	0,28								
<i>Fallacia diploneoides</i>			3200	0,37						
<i>Fallacia pygmaea</i>			1600	0,18						
<i>Fragilaria pinnata</i>			8000	0,92						
<i>Mastogloia atacamae</i>			1600	0,18						
<i>Mastogloia braunii</i>	4800	0,84	12800	1,47						

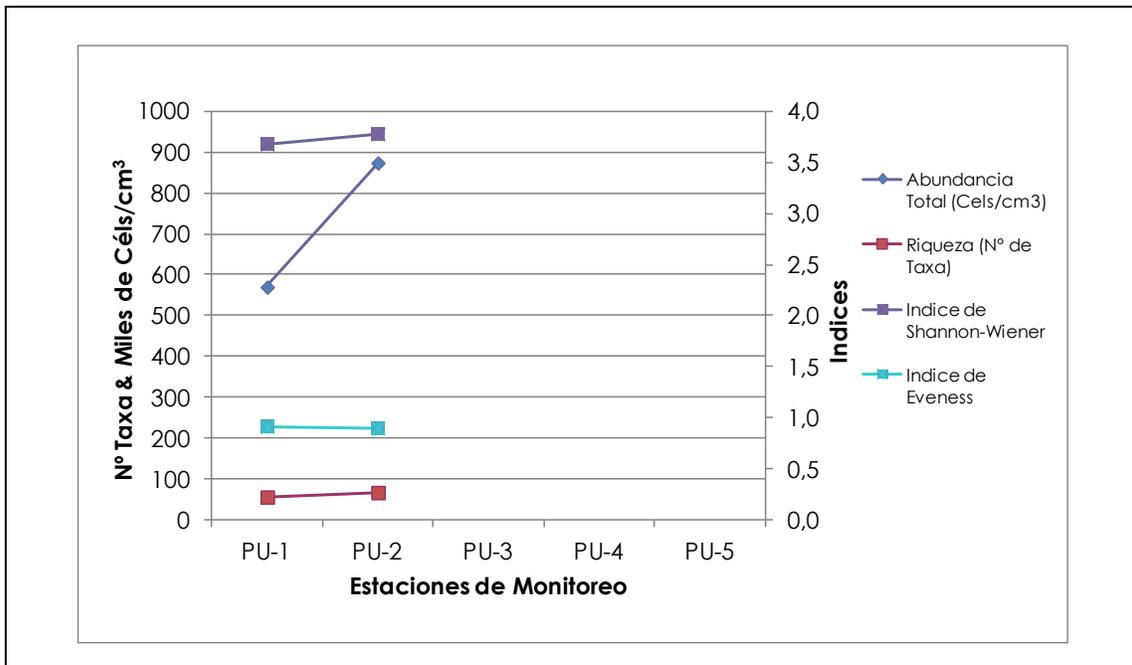
Tabla 3-39. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puillar Abril 2013

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Mastogloia elliptica</i>			1600	0,18						
<i>Mastogloia smithii</i>	12800	2,24	24000	2,75						
<i>Navicula atacamana</i>			6400	0,73						
<i>Navicula bory</i>			4800	0,55						
<i>Navicula carvajaliana</i> v <i>carvajaliana</i>	4800	0,84	8000	0,92						
<i>Navicula cryptotenella</i>	8000	1,40	14400	1,65						
<i>Navicula radiosa</i>	3200	0,56	3200	0,37						
<i>Navicula salinicola</i>	25600	4,49	28800	3,30						
<i>Navicula salinicola</i> var <i>bolivana</i>	9600	1,68	16000	1,83						
<i>Navicula tripunctata</i>			6400	0,73						
<i>Navicula veneta</i>	14400	2,52	17600	2,01						
<i>Nitzschia angustata</i>	4800	0,84	1600	0,18						
<i>Nitzschia bacillum</i>	3200	0,56	3200	0,37						
<i>Nitzschia compressa</i>			3200	0,37						
<i>Nitzschia grunowii</i>			4800	0,55						
<i>Nitzschia hassall</i> aff. <i>fonticola</i> Grunow	16000	2,81	19200	2,20						
<i>Nitzschia hungarica</i>	1600	0,28								
<i>Nitzschia inconspicua</i>	46400	8,13	76800	8,79						
<i>Nitzschia latens</i>			4800	0,55						
<i>Nitzschia liebertruthii</i>	3200	0,56	8000	0,92						
<i>Nitzschia ovalis</i>	1600	0,28								
<i>Nitzschia pusilla</i>			3200	0,37						
<i>Nitzschia valdescostata</i>	6400	1,12	11200	1,28						
<i>Nitzschia valdestriata</i>	22400	3,93	36800	4,21						
<i>Planothidium chilensis</i>	8000	1,40								
<i>Planothidium delicatulum</i>	5600	0,98	33600	3,85						
<i>Planothidium lanceolatum</i>	20800	3,65	14400	1,65						
<i>Pinnularia viridis</i>	4800	0,84								

Tabla 3-39. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Puilar Abril 2013

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Rhopalodia acuminata</i>	4800	0,84	8000	0,92						
<i>Rhopalodia constricta</i>	1600	0,28	4800	0,55						
<i>Rhopalodia wetzeli</i>	6400	1,12	20800	2,38						
<i>Stauroneis aff atacamae</i>	3200	0,56								
<i>Surirella wetzeli</i>	6400	1,12								
Abundancia Total (Cel/cm3)	570.400		100,0		873.600		100,0			
Riqueza (Nº) de Taxa	56		67							

Figura 3-40. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puilar Abril 2013

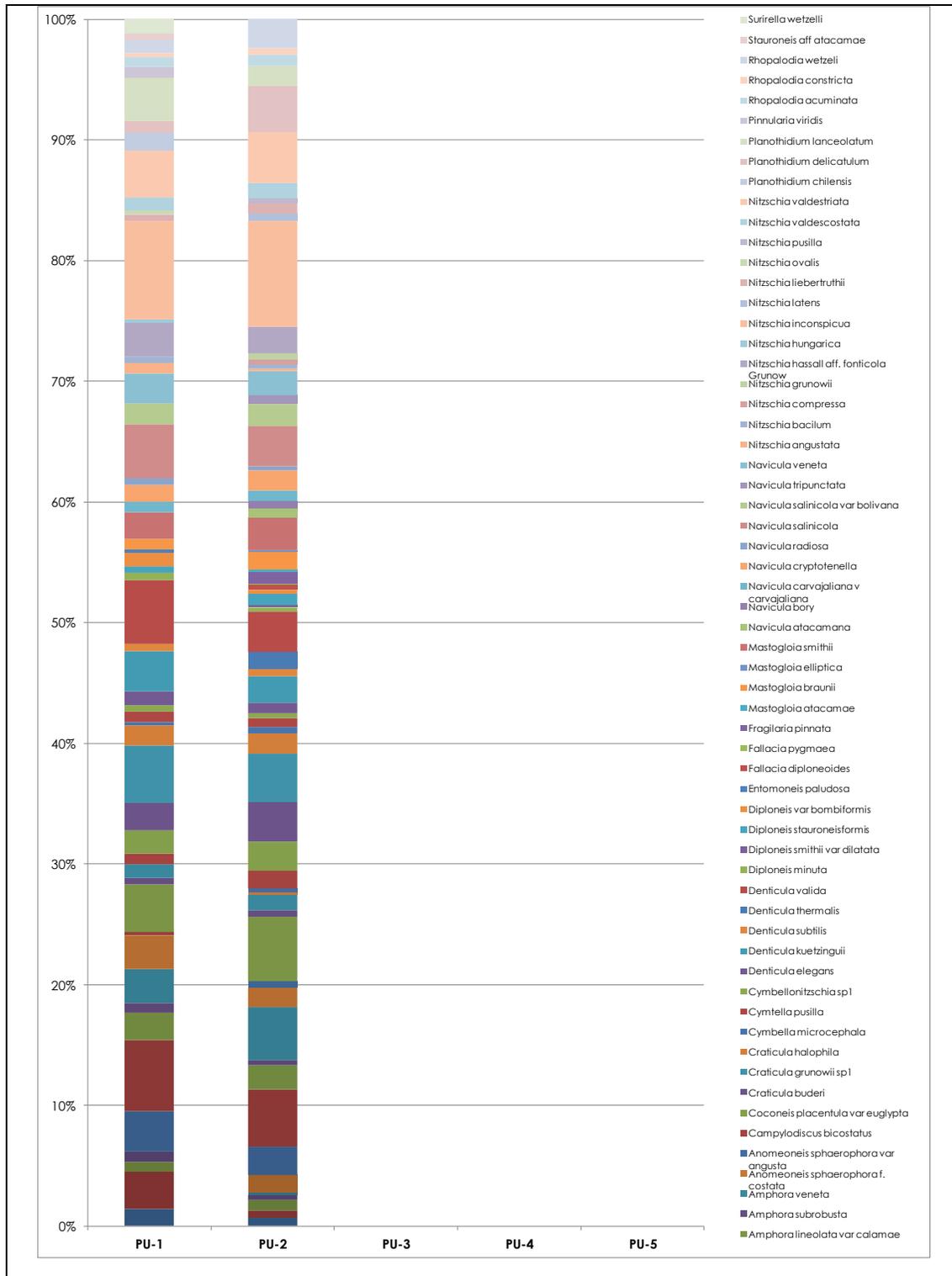


Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-41, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las diatomeas bentónicas en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se observa que no hubo taxa especialmente dominantes (cuya abundancia representara un 10% o más de la abundancia total). No obstante lo anterior destacan en su aporte a la abundancia total los taxa *Amphora atacamana*, *A. linoleata var. calamae* y *Nitzschia inconspicua*, de tal manera que la suma de sus abundancia representó cerca

del 18,5% de la abundancia total de la población de fitobentos presente en todo el sector (Figura 3-41).

Figura 3-41. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas Puillar Abril 2013. Se destaca aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%



b. Sector Soncor: Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto)**Diversidad General del Área de Estudio**

El número de Taxa total correspondió a 81 taxa en el conjunto de estaciones de monitoreo analizadas (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). De ellas 40 taxa estuvieron presentes en las 4 estaciones monitoreadas en el sector (la estación BN-2 no fue muestreada en esta oportunidad dado que se encontraba sin lámina de agua superficial). Por otra parte, los taxa más abundantes correspondieron a *Amphora atacamana*; *A. carvajaliana* y *Nitzschia inconspicua*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En las Tablas 3-40 A; B y C, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, representado por las Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. Además, la Figura 3-42, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitobentos en todo el sector monitoreado. Los valores para esta variable, determinados por laguna analizada fueron: Barros Negros = 62 taxa; Chaxas = 67 taxa y Burro Muerto = 71 taxa, así al igual que en la mayoría de las campañas previas, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación BM-1 (Laguna Burro Muerto), mientras que en esta oportunidad el valor más bajo se presentó en la estación BN-1 (Canal Barros Negros), con un total de 60 taxa. En relación con el valor promedio de la Riqueza de Taxa para todo el sector, éste alcanzó 65 +/- 5 taxa.

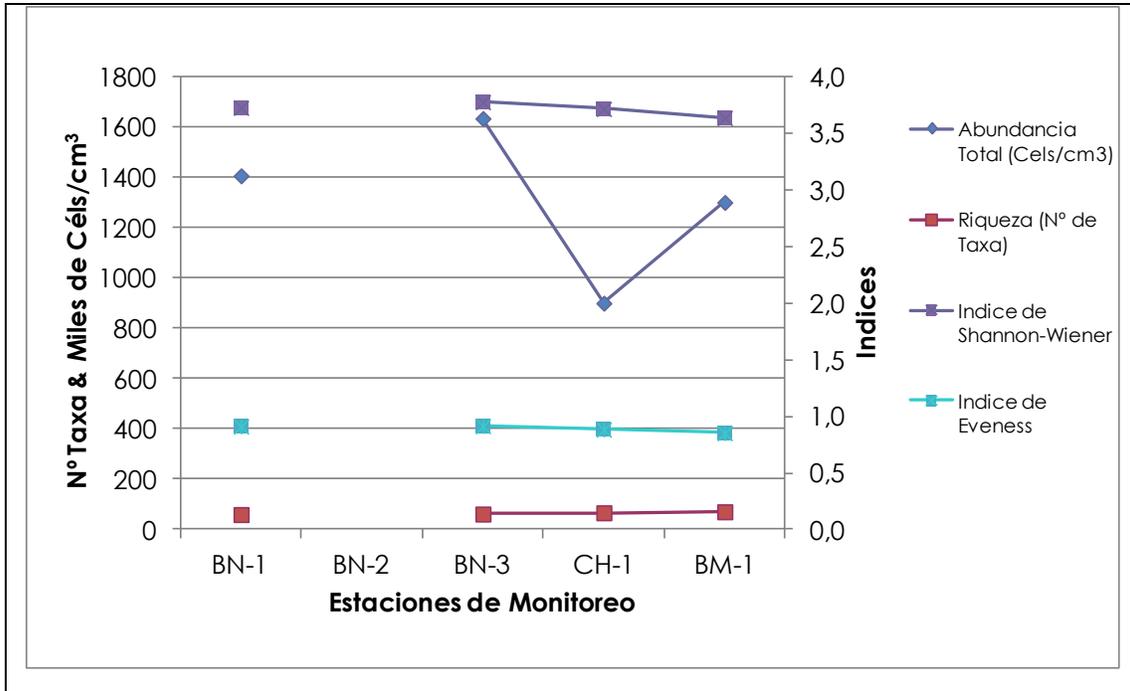
Abundancia Total (Cél/cm3)

En las Tablas 3-40 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 3-42, 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 las estaciones de monitoreo señaladas fue de 900.800 Cél/cm3 y 1.636.000 Cél/cm3, en las estaciones CH-1 y BN-3, respectivamente. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas éste fue de 1.311.750 +/- 307.253 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 3-42), la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que la estación con mayor diversidad alcanzó un valor de H igual 3,73 (BN-3), mientras que el valor más bajo del índice de diversidad de Shannon-Wiener correspondió a 3,64 en la estación BM-1. Por otra parte, el Índice de Equidad más alto medido en todo el sector, también se midió en la estación de monitoreo BN-3 (W: 0,92). Así, se destaca que la Laguna de Barros Negros (BN-3) fue un punto importante, desde el punto de vista de la biodiversidad de diatomeas bentónicas en esta campaña.

Figura 3-42. Parametros comunitarios evaluados en el sector Soncor- Laguna Barros Negros (BN) Chaxa (CH) y Burro Muerto (BM) abril 2013



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3.-43 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 sólo en el caso de la estación CH-1 (Laguna Chaxas) uno de los taxa de diatomeas representó más del 10% de la abundancia de la estación. Este taxa correspondió a *Amphora carvajaliana*, el cual también se destacó como especie dominante en el sector, en monitoreos previos al 2013.

Tabla 3-40. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Barros Negros Abril 2013

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Achanthidium minutissimum</i>	16000	1,14			24000	1,47
<i>Achnanthes brevipes</i>	12000	0,85			24000	1,47
<i>Achnanthes speciosa</i>	12000	0,85			16000	0,98
<i>Achnanthes submarina</i>		0,00			8000	0,49
<i>Amphora acutiuscula</i>	20000	1,42			36000	2,20
<i>Amphora atacamae</i>	20000	1,42			48000	2,93

Tabla 3-40. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Barros Negros Abril 2013

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Amphora atacamana</i>	40000	2,84			96000	5,87
<i>Amphora boliviana</i>	24000	1,70			20000	1,22
<i>Amphora boliviana f. elongata</i>	12000	0,85			8000	0,49
<i>Amphora carvajaliana</i>	88000	6,25			108000	6,60
<i>Amphora coffeaeformis</i>	52000	3,69			32000	1,96
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	36000	2,56			64000	3,91
<i>Amphora subrobusta</i>		0,00			4000	0,24
<i>Amphora venetta</i>	12000	0,85			16000	0,98
<i>Anomeoneis sphaerophora f. costata</i>	4000	0,28			8000	0,49
<i>Brachysira atacamae</i>	4000	0,28				0,00
<i>Brachysira aponina</i>	4000	0,28				0,00
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	48000	3,41			20000	1,22
<i>Cocconeis placentula var euglypta</i>	24000	1,70			32000	1,96
<i>Craticula buderi</i>	20000	1,42			24000	1,47
<i>Craticula grunow sp1</i>	56000	3,98			72000	4,40
<i>Craticula halophila</i>	48000	3,41			52000	3,18
<i>Cymbella microcephala</i>	12000	0,85			20000	1,22
<i>Cymtella pusilla</i>	8000	0,57			16000	0,98
<i>Cymbellonitzschia sp1</i>	8000	0,57			12000	0,73
<i>Denticula kuetzingii</i>	32000	2,27			60000	3,67
<i>Denticula subtilis</i>	4000	0,28			16000	0,98
<i>Denticula thermalis</i>	16000	1,14			12000	0,73
<i>Denticula valida</i>	68000	4,83			52000	3,18
<i>Diploneis stauroneisformis</i>	16000	1,14			8000	0,49
<i>Diploneis var bombiformis</i>		0,00			16000	0,98
<i>Entomoneis paludosa</i>		0,00			4000	0,24
<i>Fragilaria pinnata</i>	8000	0,57			24000	1,47
<i>Mastogloia braunii</i>	20000	1,42			12000	0,73
<i>Mastogloia smithii</i>	52000	3,69			24000	1,47
<i>Navicula atacamana</i>	8000	0,57			12000	0,73

Tabla 3-40. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Barros Negros Abril 2013

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Navicula bory</i>	8000	0,57			12000	0,73
<i>Navicula carvajaliana v carvajaliana</i>	24000	1,70			24000	1,47
<i>Navicula cryptonella</i>	16000	1,14			20000	1,22
<i>Navicula radiosa</i>	12000	0,85			8000	0,49
<i>Navicula salinicola</i>	56000	3,98			40000	2,44
<i>Navicula salinicola var boliviana</i>	16000	1,14			16000	0,98
<i>Navicula veneta</i>	32000	2,27			48000	2,93
<i>Nitzschia angustata</i>	16000	1,14			12000	0,73
<i>Nitzschia bacillum</i>	8000	0,57			20000	1,22
<i>Nitzschia compressa</i>	4000	0,28			4000	0,24
<i>Nitzschia hassall aff. fonticola Grunow</i>		0,00			32000	1,96
<i>Nitzschia hungarica</i>	8000	0,57			8000	0,49
<i>Nitzschia inconspicua</i>	112000	7,95			128000	7,82
<i>Nitzschia lacunarum</i>	20000	1,42			24000	1,47
<i>Nitzschia liebertruthii</i>	24000	1,70			16000	0,98
<i>Nitzschia ovalis</i>	8000	0,57			12000	0,73
<i>Nitzschia pusilla</i>	16000	1,14			12000	0,73
<i>Nitzschia valdescostata</i>	12000	0,85			24000	1,47
<i>Nitzschia valdestriata</i>	48000	3,41			64000	3,91
<i>Pinnularia viridis</i>	12000	0,85			24000	1,47
<i>Planothidium delicatulum</i>	72000	5,11			32000	1,96
<i>Planothidium lanceolatum</i>	24000	1,70			12000	0,73
<i>Rhopalodia acuminata</i>	20000	1,42			8000	0,49
<i>Rhopalodia constricta</i>	4000	0,28			4000	0,24
<i>Rhopalodia wetzeli</i>	12000	0,85			16000	0,98
<i>Sellaphora laevisissima</i>	8000	0,57			8000	0,49
<i>Stauroneis aff atacamae</i>	4000	0,28			4000	0,24
<i>Surirella chilensis</i>	4000	0,28				
<i>Surirella wetzelli</i>	4000	0,28			4000	0,24
Abundancia Total (Cel/cm3)	1408000	100			1636000	100

Tabla 3-40. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Barros Negros Abril 2013

TAXA	BN-1		BN-2		BN-3	
	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%	(Cel/cm3)	%
<i>Riqueza (Nº) de Taxa</i>	60			62		

Tabla 3-41. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Chaxa Abril 2013

CH-1					
TAXA	(Cel/cm3)	%	TAXA	(Cel/cm3)	%
<i>Acanthidium minutissimum</i>	8000	0,89	<i>Mastogloia braunii</i>	14400	1,60
<i>Achnanthes brevipes</i>	3200	0,36	<i>Mastogloia elliptica</i>	1600	0,18
<i>Achnanthes speciosa</i>	4800	0,53	<i>Mastogloia smithii</i>	25600	2,84
<i>Achnanthes thermalis</i>	6400	0,71	<i>Navicula atacamana</i>	4800	0,53
<i>Achnanthes submarina</i>	1600	0,18	<i>Navicula bory</i>	4800	0,53
			<i>Navicula carvajaliana v</i>		
<i>Amphora acutiuscula</i>	20800	2,31	<i>carvajaliana</i>	11200	1,24
<i>Amphora atacamae</i>	16000	1,78	<i>Navicula cryptotenella</i>	4800	0,53
<i>Amphora atacamana</i>	38400	4,26	<i>Navicula radiosa</i>	4800	0,53
<i>Amphora boliviana</i>	12800	1,42	<i>Navicula salinicola</i>	20800	2,31
			<i>Navicula salinicola var</i>		
<i>Amphora boliviana f. elongata</i>	6400	0,71	<i>boliviana</i>	8000	0,89
<i>Amphora carvajaliana</i>	89600	9,95	<i>Navicula tripunctata</i>	11200	1,24
<i>Amphora coffeaeformis</i>	40000	4,44	<i>Navicula veneta</i>	12800	1,42
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	49600	5,51	<i>Nitzschia angustata</i>	6400	0,71
<i>Anomeoneis sphaerophora cf</i>			<i>Nitzschia bacillum</i>	9600	1,07
<i>costata</i>	3200	0,36			
<i>Anomeoneis sphaerophora var</i>			<i>Nitzschia compressa</i>	3200	0,36
<i>angusta</i>	1600	0,18			
<i>Brachysira atacamae</i>	3200	0,36	<i>Nitzschia grunowii</i>	4800	0,53
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	12800	1,42	<i>Nitzschia hungarica</i>	3200	0,36
<i>Coconeis placentula var euglypta</i>	9600	1,07	<i>Nitzschia inconspicua</i>	65600	7,28
<i>Craticula buderi</i>	16000	1,78	<i>Nitzschia lacunarum</i>	6400	0,71
<i>Craticula grunow sp1</i>	27200	3,02	<i>Nitzschia latens</i>	9600	1,07
<i>Craticula halophila</i>	36800	4,09	<i>Nitzschia liebertruthii</i>	14400	1,60

Tabla 3-41. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Chaxa Abril 2013

CH-1					
TAXA	(Cel/cm3)	%	TAXA	(Cel/cm3)	%
<i>Cymbella pusilla</i>	8000	0,89	<i>Nitzschia pusilla</i>	3200	0,36
<i>Cybellonitzschia sp1</i>	4800	0,53	<i>Nitzschia valdescostata</i>	16000	1,78
<i>Denticula elegans</i>	6400	0,71	<i>Nitzschia valdestriata</i>	43200	4,80
<i>Denticula kuetzingii</i>	19200	2,13	<i>Pinnularia viridis</i>	9600	1,07
<i>Denticula thermalis</i>	8000	0,89	<i>Planothidium delicatulum</i>	28800	3,20
<i>Denticula valida</i>	28800	3,20	<i>Planothidium lanceolatum</i>	8000	0,89
<i>Diploneis smithii var dilatata</i>	3200	0,36	<i>Proschkinia bulnheimii</i>	1600	0,18
<i>Diploneis stauroneisformis</i>	9600	1,07	<i>Rhopalodia acuminata</i>	8000	0,89
<i>Diploneis var bombiformis</i>	3200	0,36	<i>Rhopalodia constricta</i>	3200	0,36
<i>Entomoneis paludosa</i>	1600	0,18	<i>Rhopalodia wetzeli</i>	14400	1,60
<i>Mastogloia atacamae</i>	3200	0,36	<i>Sellaphora laevissima</i>	4800	0,53
<i>Stauroneis cf atacamae</i>	3200	0,36			
<i>Surillera sella</i>	1600	0,18			
<i>Surirella wetzeli</i>	3200	0,36			
Abundancia Total (Cel/cm3)	900.800	100			
Riqueza (Nº) de Taxa	67				

Tabla 3-42. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Burro Muerto Abril 2013

BM-1					
TAXA	(Cel/cm3)	%	TAXA	(Cel/cm3)	%
<i>Achanthidium minutissimum</i>	10000	0,77	<i>Entomoneis paludosa</i>	2000	0,15
<i>Achnanthes brevipes</i>	8000	0,61	<i>Fragilaria pinnata</i>	12000	0,92
<i>Achnanthes speciosa</i>	8000	0,61	<i>Mastogloia atacamae</i>	2000	0,15
<i>Achnanthes submarina</i>	4000	0,31	<i>Mastogloia braunii</i>	18000	1,38
<i>Amphora acutiuscula</i>	32000	2,46	<i>Mastogloia smithii</i>	30000	2,30
<i>Amphora atacamae</i>	36000	2,76	<i>Navicula atacamana</i>	4000	0,31
<i>Amphora atacamana</i>	64000	4,92	<i>Navicula bory</i>	6000	0,46
<i>Amphora boliviana</i>	20000	1,54	<i>Navicula cryptotenella</i>	10000	0,77

Tabla 3-42. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Burro Muerto Abril 2013

BM-1					
TAXA	(Cel/cm3)	%	TAXA	(Cel/cm3)	%
<i>Amphora boliviana</i> f. <i>elongata</i>	6000	0,46	<i>Navicula radiosa</i>	60000	4,61
<i>Amphora carvajalana</i>	56000	4,30	<i>Navicula salinicola</i>	36000	2,76
<i>Amphora coffeaeformis</i>	32000	2,46	<i>Navicula salinicola</i> var <i>boliviana</i>	20000	1,54
<i>Amphora lineolata</i> var <i>calamae</i>	72000	5,53	<i>Navicula tripunctata</i>	16000	1,23
<i>Amphora subrobusta</i>	4000	0,31	<i>Navicula veneta</i>	26000	2,00
<i>Amphora venetta</i>	10000	0,77	<i>Nitzschia accedens</i> var <i>chilensis</i>	12000	0,92
<i>Anomeoneis sphaerophora</i> f. <i>costata</i>	2000	0,15	<i>Nitzschia angustata</i>	4000	0,31
<i>Brachysira aponina</i>	4000	0,31	<i>Nitzschia bacillum</i>	16000	1,23
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	32000	2,46	<i>Nitzschia compressa</i>	4000	0,31
<i>Cocconeis placentula</i> var <i>euglypta</i>	18000	1,38	<i>Nitzschia epithemoides</i> var <i>epithemoides</i>	2000	0,15
<i>Craticula buderi</i>	28000	2,15	<i>Nitzschia grunowii</i>	8000	0,61
<i>Craticula grunow</i> sp1	24000	1,84	<i>Nitzschia hassall</i> aff. <i>fonticola</i> <i>Grunow</i>	32000	2,46
<i>Craticula halophila</i>	30000	2,30	<i>Nitzschia hungarica</i>	4000	0,31
<i>Cymbella pusilla</i>	10000	0,77	<i>Nitzschia inconspicua</i>	74000	5,68
<i>Cymbella microcephala</i>	6000	0,46	<i>Nitzschia lacunarum</i>	12000	0,92
<i>Cymbellonitzschia</i> sp1	6000	0,46	<i>Nitzschia liebertruthii</i>	10000	0,77
<i>Denticula elegans</i>	8000	0,61	<i>Nitzschia ovalis</i>	4000	0,31
<i>Denticula kuetzingii</i>	36000	2,76	<i>Nitzschia pusilla</i>	8000	0,61
<i>Denticula subtilis</i>	4000	0,31	<i>Nitzschia valdescostata</i>	36000	2,76
<i>Denticula thermalis</i>	26000	2,00	<i>Nitzschia valdestriata</i>	38000	2,92
<i>Denticula valida</i>	56000	4,30	<i>Planothidium chilensis</i>	4000	0,31
<i>Diploneis</i> sp	2000	0,15	<i>Planothidium delicatum</i>	52000	3,99
<i>Diploneis stauroneisformis</i>	12000	0,92	<i>Planothidium lanceolatum</i>	12000	0,92
<i>Diploneis</i> var <i>bombiformis</i>	6000	0,46	<i>Pinnularia viridis</i>	16000	1,23
<i>Rhopalodia acuminata</i>	12000	0,92			
<i>Rhopalodia constricta</i>	4000	0,31			
<i>Rhopalodia wetzeli</i>	6000	0,46			

Tabla 3-42. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Soncor Laguna Burro Muerto Abril 2013

BM-1					
TAXA	(Cel/cm3)	%	TAXA	(Cel/cm3)	%
<i>Stauroneis aff. atacamae</i>	6000	0,46			
<i>Surillera sella</i>	2000	0,15			
<i>Surillera sp</i>	2000	0,15			
<i>Surirella wetzelli</i>	8000	0,61			
Abundancia Total (Cel/cm3)	130.2000	100			
Riqueza (Nº) de Taxa	71				

Figura 3-43. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Barros Negros abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%

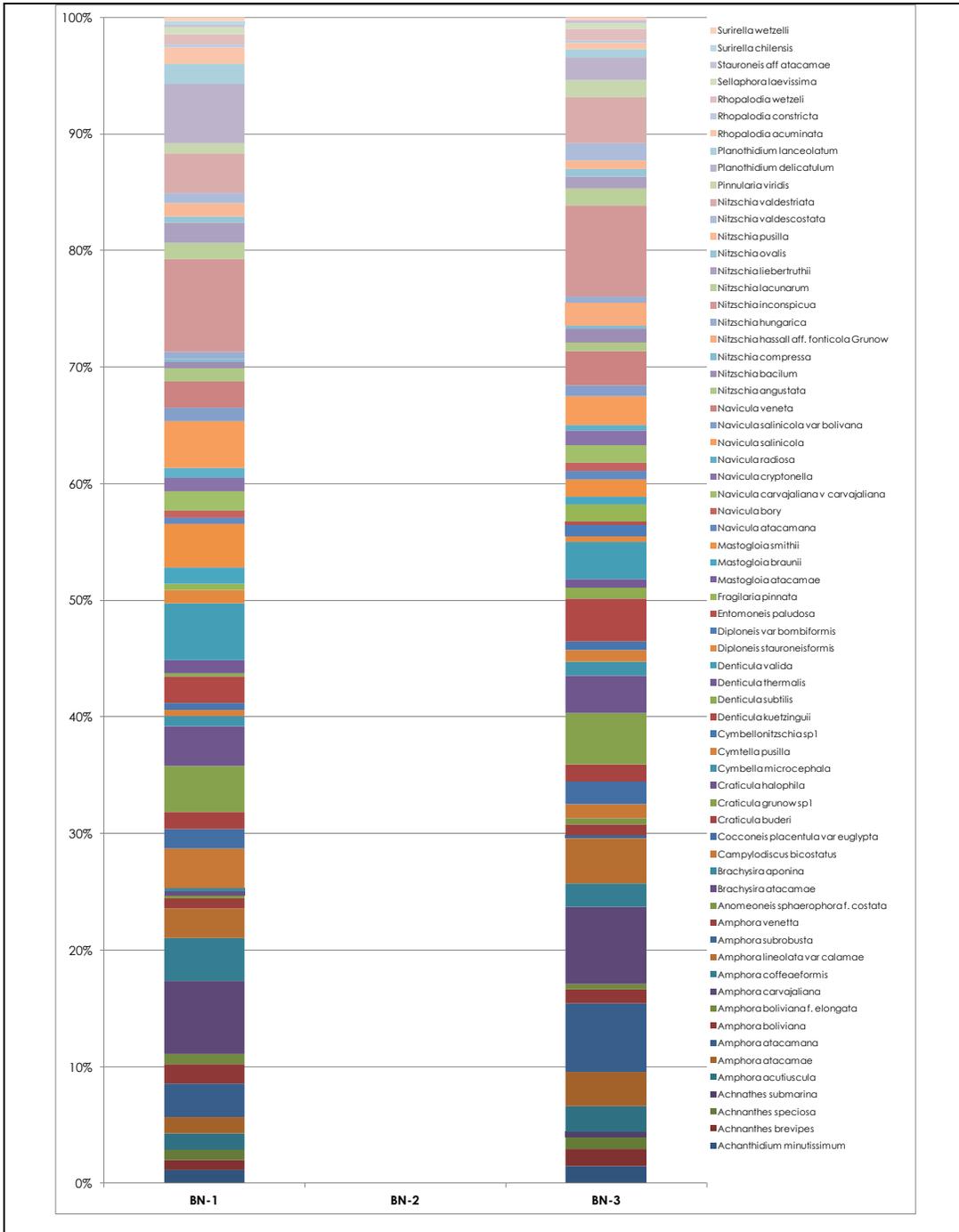


Figura 3-44. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Chaxas

abril 2013. Se destacan aquellos taxos que representan abundancias relativas >10%

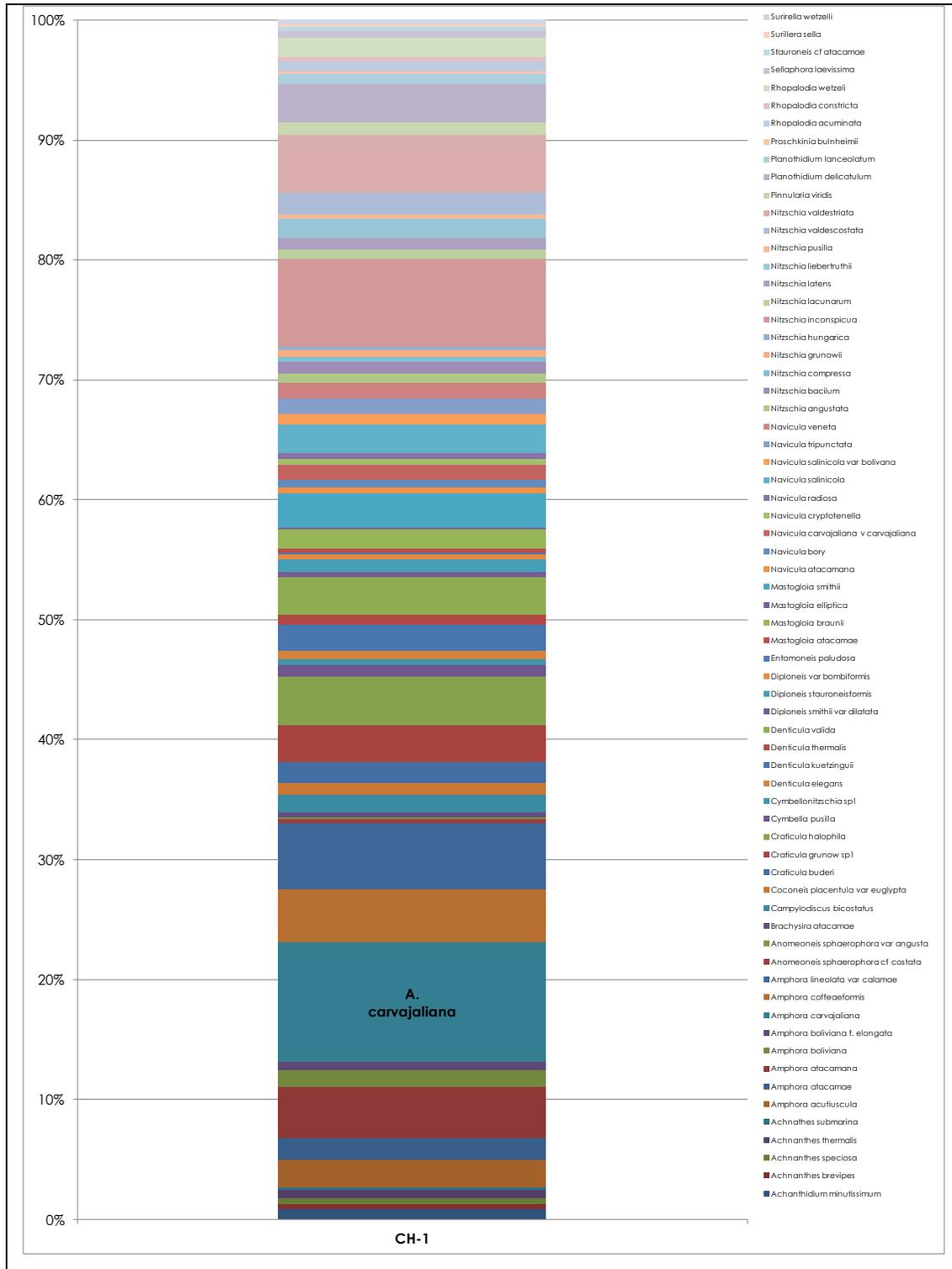
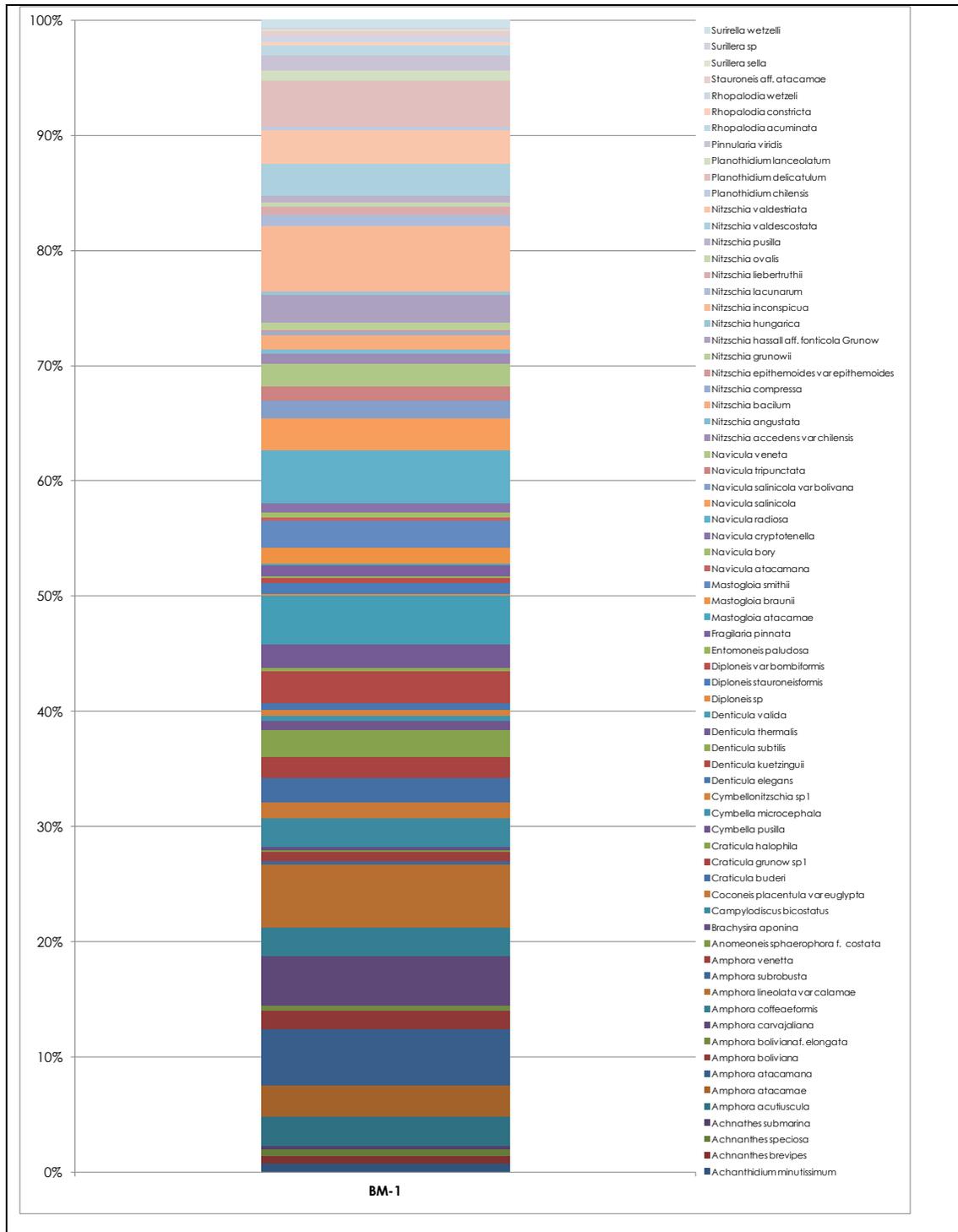


Figura 3-45. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Soncor. Laguna Burro Muerto abril 2013. Se destacan aquellos taxas que representan abundancias relativas >10%



c. Sector Aguas de Quelana**Diversidad General del Área de Estudio**

En el análisis general, considerando todos los puntos de monitoreo del Sector Aguas de Quelana, se determinó un total de 90 taxa de diatomeas bentónicas. Al igual que en la campaña del año 2012, tanto la abundancia total máxima, como el mayor número de taxa de diatomeas se registró en la estación Q-4. Este sector corresponde a un punto de surgencia de aguas subterráneas, caracterizada por valores de conductividad y salinidad moderados, lo que podría estar relacionado con los máximos de abundancia de diatomeas, antes mencionados. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y abundancia, destaca la presencia de *Amphora atacamana*; *Planothidium delicatulum* y *Nitzschia inconspicua*. En términos generales y como se puede apreciar en la Figura 3-44, que resume los principales parámetros comunitarios, en el Sistema Aguas de Quelana se determinó una gran heterogeneidad entre sus comunidades del fitobentos.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-41, se muestran los valores de riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, en la presente campaña (2013). Además, la Figura 3-44 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, al igual que en campañas previas al 2013, el valor mínimo se determinó en la estación Q-0 con solo 14 taxa. Por otra parte, el valor máximo de riqueza se presentó en la estación Q-4 con 63 taxa distintos. Estas mismas dos estaciones han presentado históricamente, los valores extremos para esta variable. En cuanto al valor promedio de distribución de la Riqueza, éste fue de 48 +/- 18 taxa por estación. El valor de la Riqueza Total de taxa en el Sector fue de 90 taxa. (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm3)

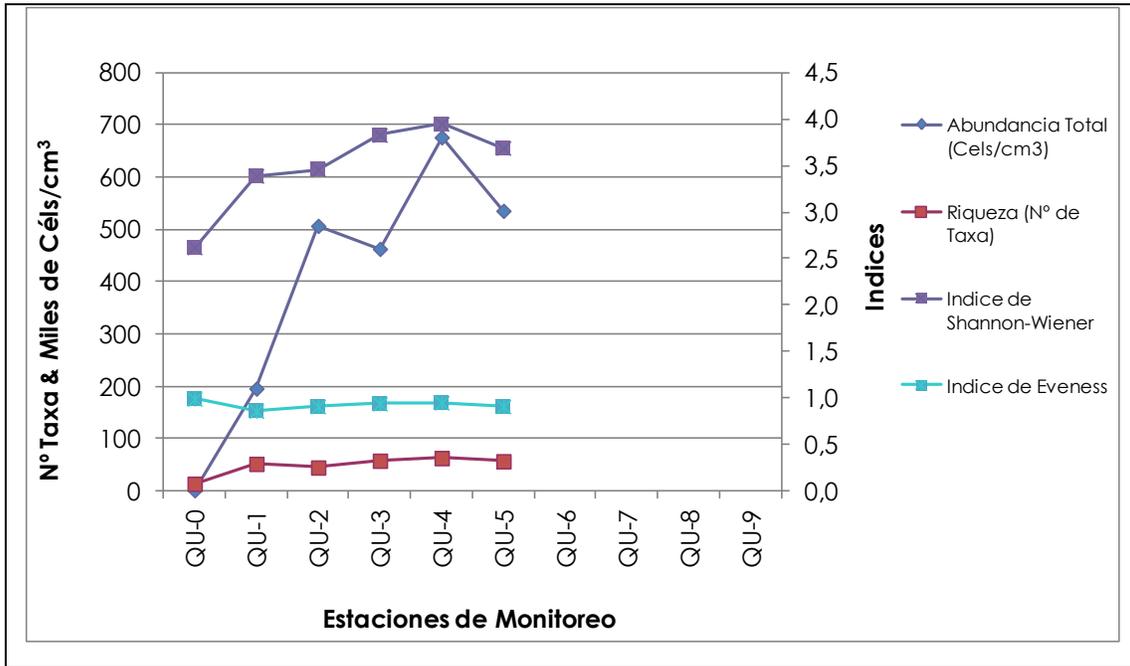
La Tabla 3-41, contiene los valores de Abundancia Total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, determinados en la presente campaña (2013). Por otra parte, la Figura 3-44 muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Fitobentos en todo el sector monitoreado. En cuanto a los valores extremos de esta variable, éstos se presentaron en las estaciones Q-0 el mínimo y Q-9 el máximo, con 1.500 cél/cm3 y 676.600 cél/cm3, respectivamente. En tanto que el valor promedio para todo el sector fue de 396.750 +/- 249.337 cél/cm3 (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

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 II Tablas Estadísticas Descriptivas Biota), muestra que el valor más alto del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener fue de 3,95 (Q-4), mientras que el mínimo correspondiente a 2,62 se determinó en la estación Q-0. Al igual que en campañas previas al 2013, el elevado valor de la estación Q-4, se debería a que éste corresponde a un tramo de mediana salinidad, con aguas corrientes bien oxigenadas (Figura 3-33 A-D). Por otra parte, el valor mínimo de diversidad estuvo fuertemente influenciado por la baja riqueza de especies de la estación Q-0, estación correspondiente a la laguna, con valores extremos de salinidad, factor de limitaría el desarrollo del fitobentos en este punto. En cuanto al Índice de Equidad de Evenness, éste presentó

valores elevados en la mayoría de las estaciones monitoreadas, todos cercanos a un $W=0,9$, lo cual es un valor elevado. No obstante, cabe destacar que el valor de $W=0,99$ presentado en la estación Q-0, correspondió a un punto con baja riqueza de especies, pero con un reparto equitativo de la biomasa entre los taxa representados (Anexo I: Tabla Diatomeas Aguas de Quelana).

Figura 3-46. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Aguas de Quelana abril 2013.



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-46, muestra la distribución de las abundancias relativas de las diatomeas pertenecientes al fitobentos, en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana en la campaña 2013. En ésta, se destacan aquellos taxa que alcanzaron un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa.

Cabe destacar que en el caso de la estación Q-0, donde se presentaron 14 taxa de diatomeas, sólo la especie *Planothidium delicatulum* superó el 10% de contribución a la abundancia total. En el resto de las estaciones, fue muy importante la contribución de la especie *Nitzschia inconspicua*, así en las estaciones Q-1, Q-2 y Q-5, este taxa contribuyó al 10% o más de la abundancia total de diatomeas. Es destacable, en el caso de la estación Q-4, como las buenas condiciones de oxigenación del agua y la salinidad moderada, parecen contribuir a la biodiversidad del perifiton en este punto.

Figura 3-47. Apariencia de *Nitzschia inconspicua* grunow

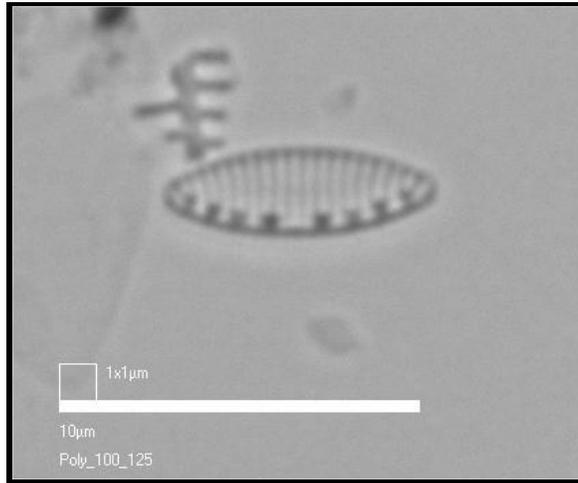


Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%										
<i>Acanthidium minutissimum</i>					10000	1,97			4800	0,71										
<i>Achnanthes atacamae</i>					4000	0,79														
<i>Achnanthes brevipes</i>			1600	0,82			320	0,69	9600	1,42										
<i>Achnanthes speciosa</i>					2000	0,39	4800	1,04	3200	0,47	3200	0,60								
<i>Achnanthes submarina</i>							3200	0,69												
<i>Amphora acutiuscula</i>	100,0	6,67	2400	1,22	12000	2,37	6400	1,38	12800	1,89	6400	1,19								
<i>Amphora atacamae</i>			3200	1,63	20000	3,94	6400	1,38	19200	2,84	12800	2,39								
<i>Amphora atacamana</i>	100	6,67	6400	3,27	30000	5,91	12800	2,76	28800	4,26	41600	7,76								
<i>Amphora boliviana</i>					6000	1,18	3200	0,69	9600	1,42	9600	1,79								
<i>Amphora boliviana f. elongata</i>									3200	0,47	4800	0,90								
<i>Amphora carvajaliana</i>			5600	2,86	32000	6,31	14400	3,11	30400	4,49	19200	3,58								
<i>Amphora coffeaeformis</i>			3200	1,63	12000	2,37	9600	2,07	20800	3,07	28800	5,37								
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>					6000	1,18			9600	1,42	1600	0,30								
<i>Amphora lineolata var calamae</i>			4800	2,45	20000	3,94	17600	3,80	38400	5,68	22400	4,18								
<i>Amphora subrobusta</i>			1600	0,82	2000	0,39	3200	0,69	4800	0,71	1600	0,30								
<i>Amphora veneta</i>			1600	0,82	10000	1,97			8000	1,18	1600	0,30								
<i>Anomeoneis sphaerophora f. costata</i>			800	0,41			3200	0,69			1600	0,30								

Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9		
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%											
<i>Brachysira aponina</i>	100	6,67	800	0,41	4000	0,79			3200	0,47	3200	0,60									
<i>Brachysira atacamae</i>			800	0,41	2000	0,39															
<i>Campylodiscus bicostatus</i>			2400	1,22					16000	2,36											
<i>Coconeis placentula</i> var <i>euglypta</i>			4000	2,04	12000	2,37	12800	2,76	22400	3,31	8000	1,49									
<i>Craticula buderi</i>			2400	1,22	6000	1,18	4800	1,04	6400	0,95	4800	0,90									
<i>Craticula grunow</i> sp1	100	6,67	4800	2,45	14000	2,76	8000	1,73	14400	2,13	6400	1,19									
<i>Craticula halophila</i>			1600	0,82			1600	0,35			3200	0,60									
<i>Cymbella microcephala</i>			2400	1,22			3200	0,69	4800	0,71	4800	0,90									
<i>Cymbella pusilla</i>			2400	1,22			4800	1,04	4800	0,71	4800	0,90									
<i>Cymbellonitzschia</i> sp1			1600	0,82			1600	0,35	3200	0,47	3200	0,60									
<i>Denticula elegans</i>							3200	0,69	4800	0,71	6400	1,19									
<i>Denticula kuetzinguii</i>	100	6,67	6400	3,27	1800	0,35	2400	0,52	28800	4,26	17600	3,28									
<i>Denticula subtilis</i>			1600	0,82					3200	0,47	4800	0,90									
<i>Denticula thermalis</i>	100,	6,67	2400	1,22	6000	1,18	8000	1,73	4800	0,71	9600	1,79									
<i>Denticula valida</i>			16800	8,57	28000	5,52	16000	3,45	20800	3,07	16000	2,99									
<i>Diploneis minuta</i>											1600	0,30									
<i>Diploneis ovalis</i>							3200	0,69													
<i>Diploneis smithii</i> var							1600	0,35	3200	0,47	1600	0,30									

Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9		
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%											
<i>chilensis</i>																					
<i>Diploneis smithii var dilatata</i>									1600	0,24											
<i>Diploneis sp</i>							1600	0,35	1600	0,24											
<i>Diploneis stauroneisformis</i>			2400	1,22			19200	4,15	9600	1,42	6400	1,19									
<i>Diploneis var bombiformis</i>	100	6,67																			
<i>Entomoneis paludosa</i>					4000	0,79	4800	1,04	3200	0,47	3200	0,60									
<i>Fallacia diploneoides</i>			800	0,41	4000	0,79			1600	0,24											
<i>Fallacia pygmaea</i>					2000	0,39	1600	0,35	1600	0,24	1600	0,30									
<i>Fragilaria brevistriata</i>			3200	1,63			3200	0,69			4800	0,90									
<i>Fragilaria construens f. subsalina</i>									4800	0,71	9600	1,79									
<i>Fragilaria pinnata</i>			1600	0,82			9600	2,07	6400	0,95											
<i>Mastogloia atacamae</i>					8000	1,58				0,00											
<i>Mastogloia braunii</i>			1600	0,82	8000	1,58	6400	1,38	8000	1,18	3200	0,60									
<i>Mastogloia elliptica</i>					6000	1,18															
<i>Mastogloia smithii</i>			2400	1,22	16000	3,15	11200	2,42	17600	2,60	4800	0,90									
<i>Microcostatus andinus</i>											3200	0,60									
<i>Navicula atacamana</i>							3200	0,69	3200	0,47											
<i>Navicula bory</i>	100	6,67	1600	0,82																	

Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%										
<i>Navicula carvajaliana</i> v <i>carvajaliana</i>			3200	1,63			8000	1,73	4800	0,71	4800	0,90								
<i>Navicula cryptonella</i>			1600	0,82			6400	1,38	9600	1,42	6400	1,19								
<i>Navicula kuripanensis</i>									4800	0,71										
<i>Navicula radiosa</i>			1600	0,82	4000	0,79			3200	0,47	3200	0,60								
<i>Navicula salinicola</i>	100	6,67	5600	2,86	12000	2,37	14400	3,11	11200	1,66	12800	2,39								
<i>Navicula salinicola</i> var <i>bolivana</i>			1600	0,82	6000	1,18			4800	0,71	6400	1,19								
<i>Navicula tripunctata</i>									3200	0,47	1600	0,30								
<i>Navicula veneta</i>	100	6,67	4000	2,04	8000	1,58	9600	2,07	6400	0,95	4800	0,90								
<i>Nitzschia accedens</i> var <i>chilensis</i>					1400	0,28	12800	2,76	14400	2,13	17600	3,28								
<i>Nitzschia angustata</i>	100	6,67	2400	1,22	8000	1,58	4800	1,04	8000	1,18	6400	1,19								
<i>Nitzschia bacillum</i>			1600	0,82			6400	1,38	3200	0,47										
<i>Nitzschia compressa</i>			800	0,41			1600	0,35												
<i>Nitzschia epithemoides</i> var <i>epithemoides</i>							1600	0,35												
<i>Nitzschia grunowii</i>									3200	0,47	3200	0,60								
<i>Nitzschia hassall</i> aff. <i>fonticola</i>									8000	1,18										

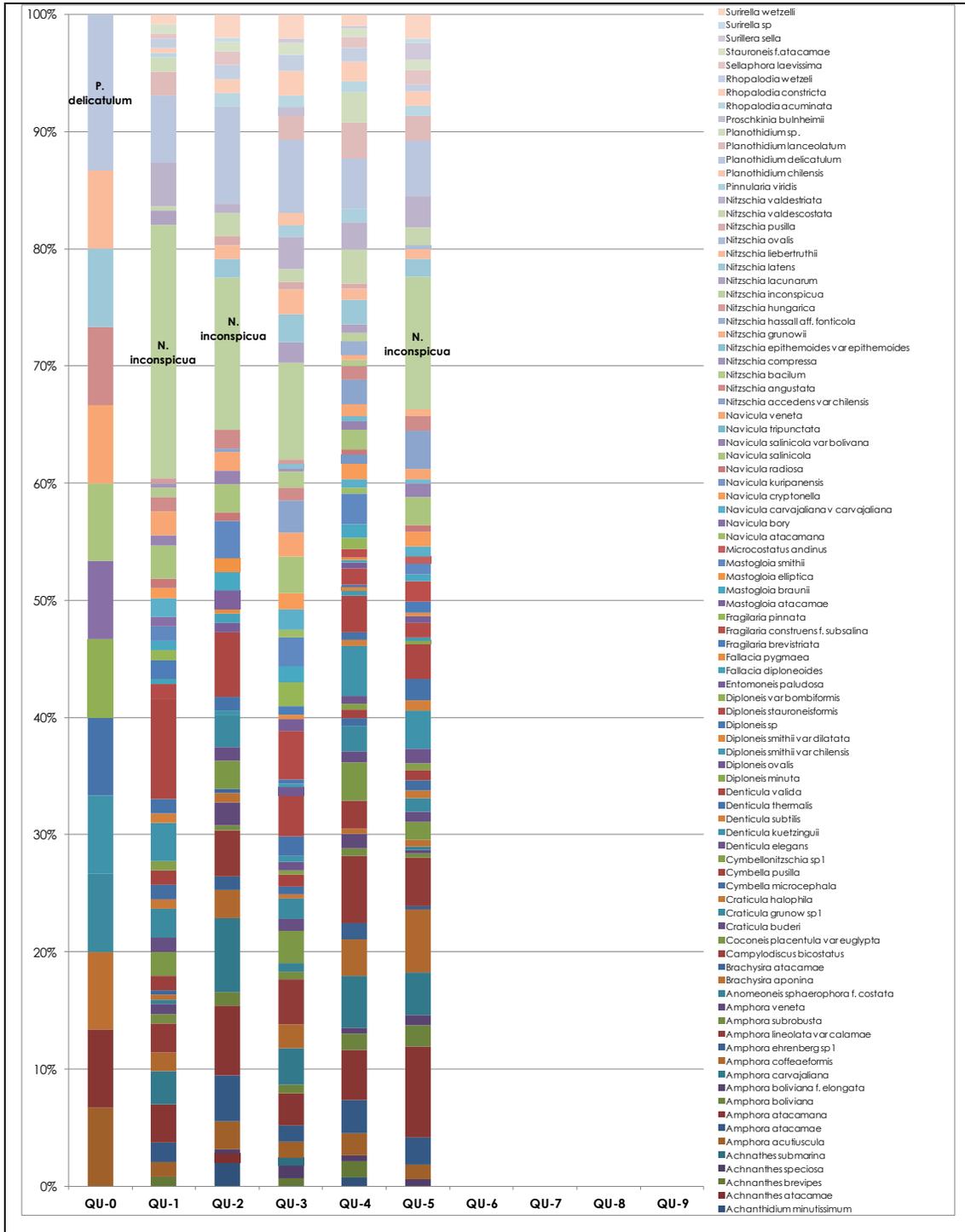
Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9		
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	
<i>Nitzschia hungarica</i>			800	0,41			1600	0,35													
<i>Nitzschia inconspicua</i>			42400	21,63	66000	13,01	38400	8,29	4600	0,68	60800	11,34									
<i>Nitzschia lacunarum</i>			2400	1,22			8000	1,73	4800	0,71											
<i>Nitzschia latens</i>	100,0	6,67			8000	1,58	11200	2,42	14400	2,13	8000	1,49									
<i>Nitzschia liebertruthii</i>	100,0	6,67			6000	1,18	9600	2,07	6400	0,95	4800	0,90									
<i>Nitzschia ovalis</i>											1600	0,30									
<i>Nitzschia pusilla</i>					4000	0,79	3200	0,69	3200	0,47											
<i>Nitzschia valdescostata</i>			800	0,41	1000	1,97	4800	1,04	19200	2,84	8000	1,49									
<i>Nitzschia valdestriata</i>			7200	3,67	4000	0,79	12800	2,76	16000	2,36	14400	2,69									
<i>Pinnularia viridis</i>							4800	1,04	8000	1,18											
<i>Planothidium chilensis</i>							4800	1,04													
<i>Planothidium delicatulum</i>	200,0	13,33	11200	5,71	42000	8,28	28800	6,22	28800	4,26	25600	4,78									
<i>Planothidium lanceolatum</i>			4000	2,04			9600	2,07	20800	3,07	11200	2,09									
<i>Planothidium sp.</i>			2400	1,22					17600	2,60											
<i>Proschkinia buinheimii</i>							3200	0,69													
<i>Rhopalodia acuminata</i>			800	0,41	6000	1,18	4800	1,04	6400	0,95	4800	0,90									
<i>Rhopalodia constricta</i>			800	0,41	6000	1,18	9600	2,07	11200	1,66	6400	1,19									
<i>Rhopalodia wetzeli</i>			1600	0,82	6000	1,18	6400	1,38	8000	1,18	3200	0,60									
<i>Sellaphora laevissima</i>			800	0,41	6000	1,18			6400	0,95	6400	1,19									

Tabla 3-43. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

TAXA	QU-0		QU-1		QU-2		QU-3		QU-4		QU-5		QU-6		QU-7		QU-8		QU-9		
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	
<i>Stauroneis f. atacamae</i>			1600	0,82	4000	0,79	4800	1,04	4800	0,71	4800	0,90									
<i>Surillera sella</i>							1600	0,35	1600	0,24	8000	1,49									
<i>Surirella sp</i>					2000	0,39					1600	0,30									
<i>Surirella wetzelli</i>			1600	0,82	10000	1,97	9600	2,07	6400	0,95	11200	2,09									
Abundancia Total (cél/ml)	1500	100	196000	100	507200	100	463200	100	676600	100	536000	100									
Riqueza (Nº) de Taxa	14		52		45	45	58		63		57		0		0		0				

Figura 3-48. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas sector Aguas de Quelana. Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%



d. Sector Peine**Diversidad General del Área de Estudio**

Considerando todos los puntos de monitoreo del Sistema Peine, 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 87 taxa de diatomeas bentónicas (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Al igual que en campañas previas al año 2013, los valores más altos de riqueza y abundancia de diatomeas del sector, se determinaron en la Laguna Saladita (SA-1). En relación con los taxa con mayor rango de distribución espacial, 39 taxa estuvieron presente en las 5 estaciones de monitoreo, en la presente campaña. De éstos, los que fueron más significativos en cuanto a su aporte a la abundancia total fueron: *Amphora atacamana*, *A. carvajaliana* y *Nitzschia inconspicua*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

Los valores de Riqueza de microalgas bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Peine, durante la campaña 2013, se presentan en la Tabla 3-42. Además, la Figura 3-47, 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, fluctuaron entre 54 taxa, en la estación PE-3 y 79 taxa en la estación SA-1. En relación con valor máximo de Riqueza para el sector, éste alcanzó a los 87 taxa (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Abundancia Total (Cél/cm3)

La Tabla 3-42, contiene los valores de Abundancia Total de Diatomeas Bentónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana en la campaña 2013; mientras que, la Figura 3-47, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Fitobentos en todo el sector monitoreado para esta misma campaña. Respecto de los valores extremos para esta variable, éstos se presentaron en las estaciones SA-2 con 606.400 Cél/cm3 y 2.440.000 Cél/cm3, en la estación SA-1. El valor promedio de todo el sector fue 1.339.400 +/- 674.633 Cél/cm3 (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas de la Biota).

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

En relación con la Biodiversidad presente en las estaciones del Sistema Peine en la actual campaña 2013, el valor más alto del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener se presentó en la estación SA-1 (Figura 3-47), alcanzando un valor de 3,95. Por otra parte, el valor más bajo del índice de diversidad, se presentó en la estación PE-3, con un valor de 2,62. Cabe destacar que, en el caso de la laguna saladita, su alto valor de Riqueza de taxa, se aparejó con un alto Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, lo que indicaría que no se presentaron especies dominantes. Respecto del Índice de Equidad (Evenness), éstos fueron en el caso de todas las estaciones monitoreadas cercanos a 0,9, lo que indicaría que en el presente monitoreo hubo una distribución equitativa de las abundancias entre los taxa representados en el Sistema.

Abundancias Relativas (%):

Las Figuras 3-48 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 la presente campaña, sobresale el hecho que, no hubo taxa cuya abundancia contribuyera al 10% o más de la abundancia total medida en cada una de las estaciones de monitoreo. No obstante ello se registraron especies, cuya contribución a la abundancia total sobresale del resto. Así, en la Laguna Interna se destaca la contribución de los taxa *Nitzschia inconspicua* y *Amphora atacamana*. Por otra parte, en las lagunas Salada y Saladita las especies *Amphora atacamana*, *A. carvajaliana* y *Nitzschia inconspicua* fueron relativamente dominantes en estos ecosistemas. Dado este bajo número de especies dominantes, los valores de Equidad (W) por estación fueron en general altos (cercanos a 0,9).

Tabla 3-44. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%								
<i>Achanthidium minutissimum</i>					12800	0,99	12000	0,49	6400	1,06
<i>Achnanthes brevipes</i>	9600	0,88	12800	1,01	1600	0,12	24000	0,98		
<i>Achnanthes atacamae</i>					6400	0,49	16000	0,66		
<i>Achnanthes speciosa</i>	6400	0,59	9600	0,75	6400	0,49	12000	0,49	1600	0,26
<i>Achnanthes submarina</i>	3200	0,29	6400	0,50	6400	0,49	4000	0,16	1600	0,26
<i>Achnanthes thermalis</i>					16000	1,24			3200	0,53
<i>Amphora acutiuscula</i>	12800	1,18	19200	1,51	19200	1,48	56000	2,30	8000	1,32
<i>Amphora atacamae</i>	25600	2,36	41600	3,27	38400	2,97	52000	2,13	22400	3,69
<i>Amphora atacamana</i>	44800	4,13	83200	6,54	80000	6,18	156000	6,39	36800	6,07
<i>Amphora boliviana</i>	19200	1,77	25600	2,01	25600	1,98	48000	1,97	16000	2,64
<i>Amphora boliviana f. elongata</i>	9600	0,88	9600	0,75	6400	0,49	24000	0,98	6400	1,06
<i>Amphora carvajaliana</i>	92800	8,55	51200	4,03	67200	5,20	124000	5,08	36800	6,07
<i>Amphora coffeaeformis</i>	22400	2,06	28800	2,26	48000	3,71	60000	2,46	14400	2,37
<i>Amphora ehrenberg sp1</i>			6400	0,50			12000	0,49		
<i>Amphora lineolata var calamae</i>	48000	4,42	60800	4,78	60800	4,70	104000	4,26	28800	4,75
<i>Amphora subrobusta</i>	6400	0,59	6400	0,50			8000	0,33		
<i>Amphora veneta</i>	12800	1,18	9600	0,75	9600	0,74	20000	0,82	6400	1,06
<i>Anomeoneis sphaerophora f. costata</i>	3200	0,29	3200	0,25	6400	0,49	8000	0,33		
<i>Anomeoneis sphaerophora var angusta</i>			3200	0,25			8000	0,33		
<i>Brachysira atacamae</i>	3200	0,29	3200	0,25			4000	0,16	1600	0,26
<i>Brachysira aponina</i>	3200	0,29	3200	0,25			12000	0,49	3200	0,53
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	19200	1,77	28800	2,26	22400	1,73	36000	1,48	9600	1,58
<i>Coconeis placentula var euglypta</i>	16000	1,47	12800	1,01	19200	1,48	28000	1,15	8000	1,32

Tabla 3-44. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%								
<i>Craticula buderi</i>	12800	1,18			32000	2,47	40000	1,64	12800	2,11
<i>Craticula grunow sp1</i>	19200	1,77			56700	4,38	72000	2,95	22400	3,69
<i>Craticula halophila</i>	6400	0,59			9600	0,74	32000	1,31	4800	0,79
<i>Cymbella pusilla</i>	9600	0,88	6400	0,50	12800	0,99	24000	0,98	6400	1,06
<i>Cymbella microcephala</i>	6400	0,59	6400	0,50	6400	0,49	20000	0,82	3200	0,53
<i>Cymbellonitzschia sp1</i>	6400	0,59	9600	0,75			12000	0,49	4800	0,79
<i>Denticula elegans</i>	9600	0,88	16000	1,26	12800	0,99	20000	0,82	3200	0,53
<i>Denticula kuetzingi</i>	51200	4,72	32000	2,52	38400	2,97	76000	3,11	16000	2,64
<i>Denticula subtilis</i>	6400	0,59	6400	0,50			8000	0,33		
<i>Denticula thermalis</i>	12800	1,18	12800	1,01	12800	0,99	28000	1,15	3200	0,53
<i>Denticula valida</i>	44800	4,13	70400	5,54	51200	3,96	52000	2,13	12800	2,11
<i>Diploneis minuta</i>	6400	0,59					8000	0,33	1600	0,26
<i>Diploneis smithii var dilatata</i>					6400	0,49	12000	0,49		
<i>Diploneis stauroneisformis</i>	12800	1,18	19200	1,51			16000	0,66	9600	1,58
<i>Diploneis var bombiformis</i>	6400	0,59	9600	0,75	12800	0,99	16000	0,66		
<i>Entomoneis paludosa</i>	3200	0,29	6400	0,50	6400	0,49	8000	0,33	1600	0,26
<i>Fallacia pygmaea</i>							4000	0,16		
<i>Fallacia diploneoides</i>							4000	0,16		
<i>Fragilaria brevistriata</i>	6400	0,59					8000	0,33		
<i>Fragilaria construens f. subsalina</i>	19200	1,77							4800	0,79
<i>Fragilaria pinnata</i>	9600	0,88	16000	1,26			12000	0,49		
<i>Mastogloia atacamae</i>			3200	0,25			8000	0,33		
<i>Mastogloia braunii</i>	6400	0,59	17200	1,35	16000	1,24	56000	2,30	8000	1,32
<i>Mastogloia elliptica</i>							8000	0,33		
<i>Mastogloia smithii</i>	19200	1,77	41600	3,27	41600	3,22	88000	3,61	9600	1,58
<i>Microcostatus andinus</i>							16000	0,66		
<i>Navicula atacamana</i>			16000	1,26			20000	0,82	3200	0,53
<i>Navicula bory</i>	6400	0,59	6400	0,50			8000	0,33		
<i>Navicula carvajaliana v carvajaliana</i>	25600	2,36					48000	1,97	4800	0,79
<i>Navicula cryptotenella</i>	9600	0,88	12800	1,01	12800	0,99	16000	0,66	4800	0,79
<i>Navicula radiosa</i>	6400	0,59	9600	0,75	6400	0,49	12000	0,49		
<i>Navicula salinicola</i>	25600	2,36	35200	2,77	44800	3,46	72000	2,95	25600	4,22
<i>Navicula salinicola var boliviana</i>	9600	0,88	22400	1,76	19200	1,48	28000	1,15	8000	1,32

Tabla 3-44. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%	(Céls/ml)	%
<i>Navicula tripunctata</i>							36000	1,48		
<i>Navicula veneta</i>	16000	1,47	25600	2,01	16000	1,24	44000	1,80	14400	2,37
<i>Nitzschia accedens var chilensis</i>	12800	1,18	28800	2,26	9600	0,74				
<i>Nitzschia angustata</i>	6400	0,59	6400	0,50	6400	0,49	12000	0,49	4800	0,79
<i>Nitzschia epithemoides var epithemoides</i>							8000	0,33		
<i>Nitzschia bacillum</i>	9600	0,88	9600	0,75	12800	0,99	20000	0,82	6400	1,06
<i>Nitzschia compressa</i>	3200	0,29	3200	0,25			8000	0,33		
<i>Nitzschia grunowii</i>	6400	0,59	6400	0,50			12000	0,49	3200	0,53
<i>Nitzschia hassall aff. fonticola</i> <i>Grunow</i>					44800	3,46			12800	2,11
<i>Nitzschia hungarica</i>	6400	0,59	6400	0,50			16000	0,66	3200	0,53
<i>Nitzschia inconspicua</i>	102400	9,44	99200	7,80	121600	9,40	132000	5,41	44800	7,39
<i>Nitzschia lacunarum</i>	9600	0,88	12800	1,01			32000	1,31	6400	1,06
<i>Nitzschia latens</i>	6400	0,59			9600	0,74	24000	0,98	8000	1,32
<i>Nitzschia liebertruthii</i>			9600	0,75			36000	1,48	8000	1,32
<i>Nitzschia pusilla</i>	6400	0,59	6400	0,50	12800	0,99	12000	0,49	4800	0,79
<i>Nitzschia valdescostata</i>	16000	1,47	19200	1,51	6400	0,49	20000	0,82	12800	2,11
<i>Nitzschia valdestriata</i>	41600	3,83	38400	3,02	70400	5,44	64000	2,62	9600	1,58
<i>Pinnularia viridis</i>	9600	0,88	12800	1,01			16000	0,66	4800	0,79
<i>Planothidium chilensis</i>									4800	0,79
<i>Planothidium delicatulum</i>	35200	3,24	54400	4,28	48000	3,71	72000	2,95	20800	3,43
<i>Planothidium lanceolatum</i>	9600	0,88	16000	1,26	16000	1,24	24000	0,98	6400	1,06
<i>Planothidium sp</i>									9600	1,58
<i>Rhopalodia acuminata</i>	19200	1,77	25600	2,01	16000	1,24	56000	2,30	8000	1,32
<i>Rhopalodia constricta</i>	9600	0,88	9600	0,75	9600	0,74	20000	0,82	3200	0,53
<i>Rhopalodia wetzeli</i>	16000	1,47	38400	3,02	19200	1,48	64000	2,62	16000	2,64
<i>Sellaphora laevissima</i>					6400	0,49			3200	0,53
<i>Stauroneis cf atacamae</i>	6400	0,59	6400	0,50	6400	0,49	12000	0,49	4800	0,79
<i>Surirella chilensis</i>			3200	0,25						
<i>Surillera sella</i>	6400	0,59	9600	0,75			12000	0,49		
<i>Surillera sp</i>							4000	0,16		
<i>Surirella wetzelli</i>	12800	1,18	22400	1,76	9600	0,74	4000	0,16	3200	0,53
Abundancia Total (cél/ml)	1084800	100,0	1271600	100,0	1293500	100,0	2440000	100,0	606400	100,0

Tabla 3-44. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

TAXA	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	(Céls/ml)	%								
<i>Riqueza (Nº) de Taxa</i>	66		64		54		79		62	

Figura 3-49. Parámetros comunitarios evaluados en el sector de Peine Abril 2013.

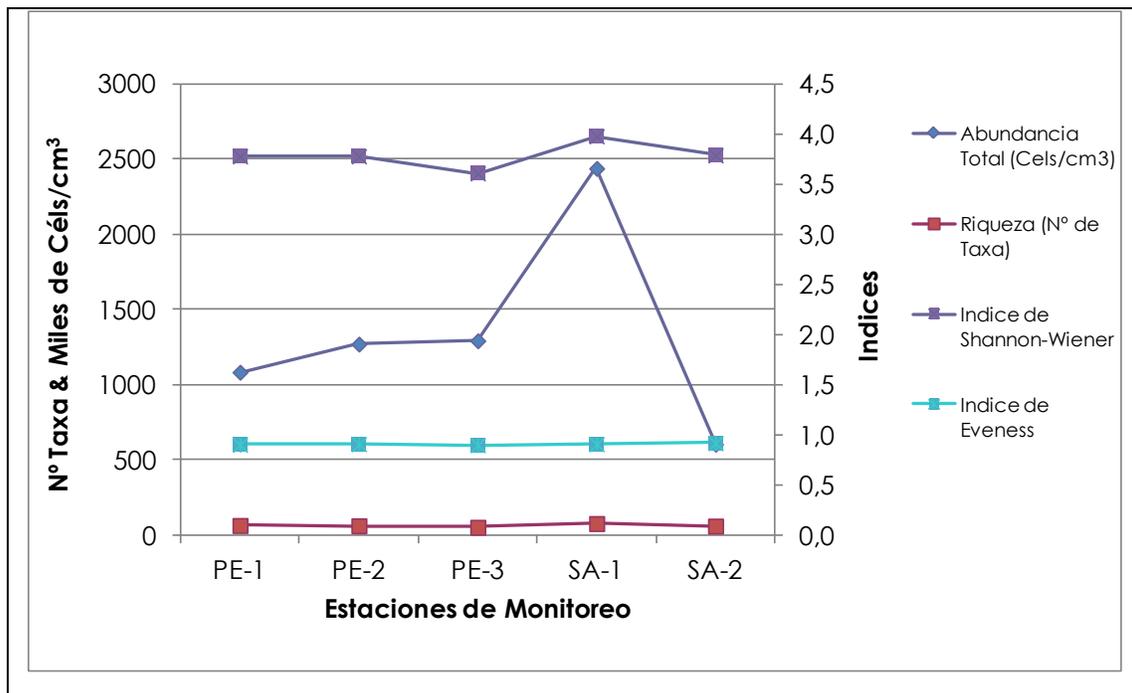


Figura 3-50. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas. Sector de Peine Laguna Interna (PE) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancia relativas >10%

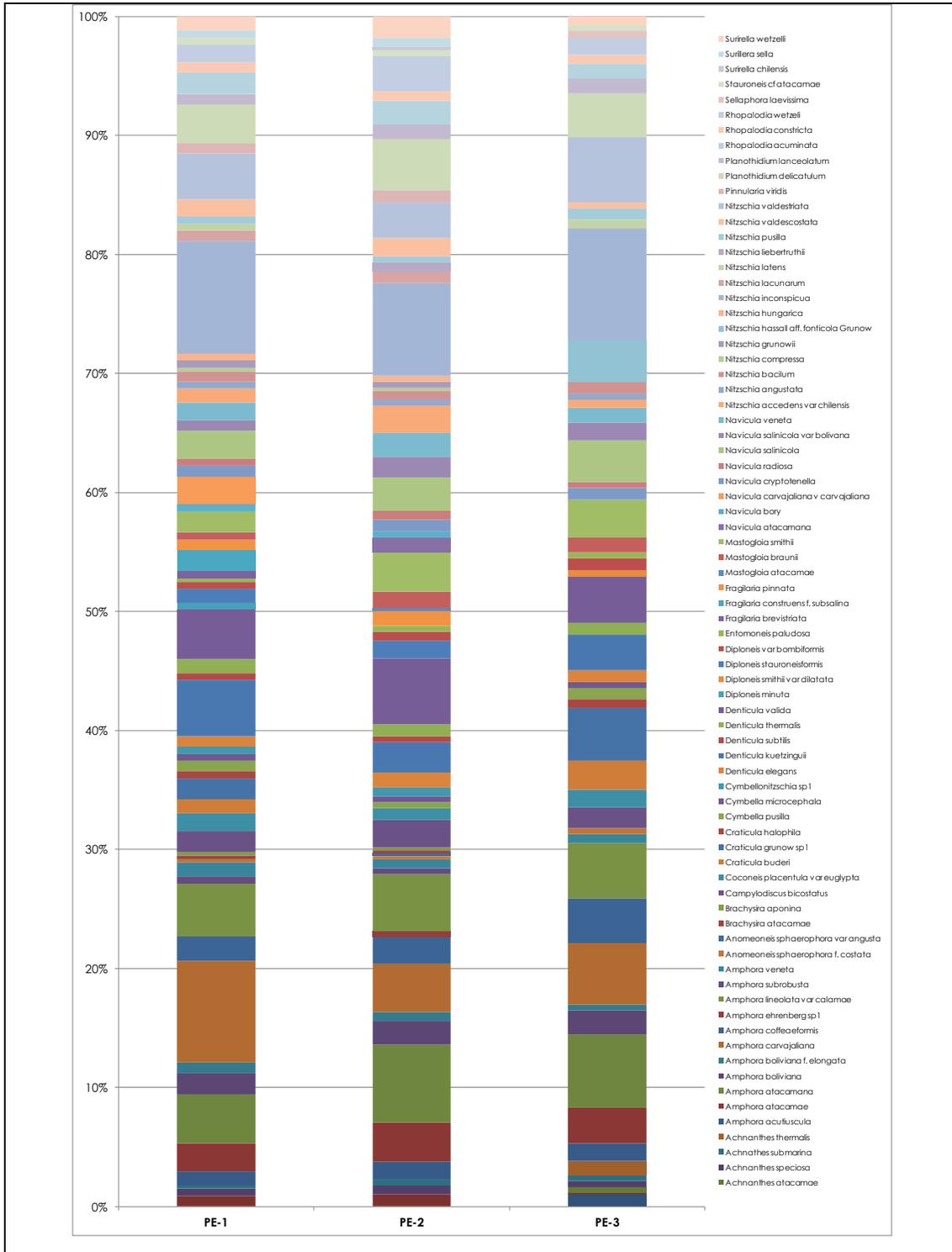
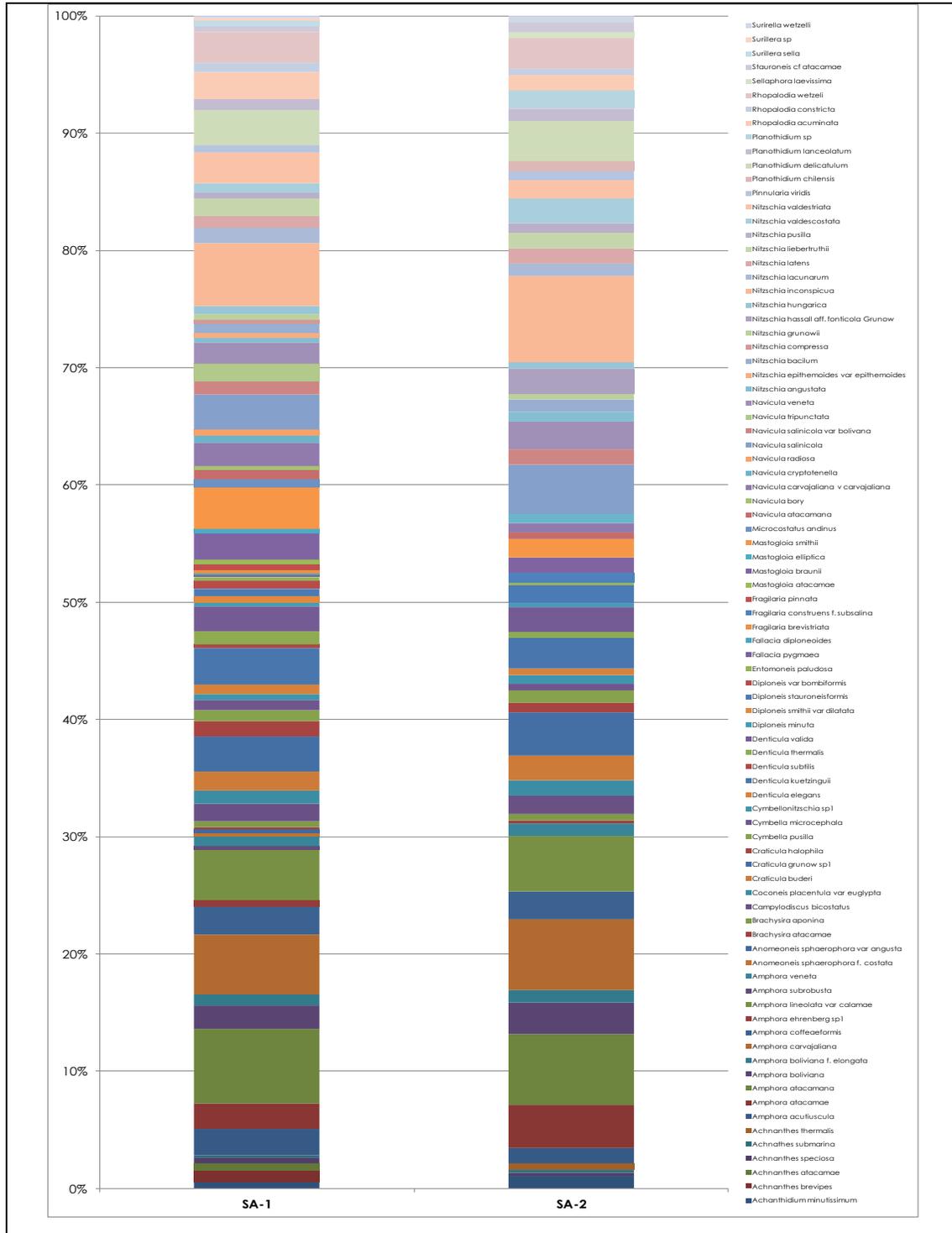


Figura 3-51. Abundancia relativa de diatomeas fitobentónicas. Sector de Peine Laguna Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancia relativas >10%



3.4.2.2 — Análisis Datos Históricos del Fitobentos

a. **Sector Puilar**

La Figura 3-49, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Fitobentos en el Sector de la Laguna de Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3-49, los valores de la mediana de la presente campaña aumentaron, respecto de los monitoreos previos (2006-2012). Sin embargo, cabe destacar el hecho que en la presente campaña sólo se monitorearon 2 estaciones (las únicas con lámina de agua superficial) de las 5 que normalmente corresponden al sector. Esto último habría afectado el comportamiento de los datos en su comparación interanual.

En lo referente al análisis estadístico (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), éste arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los valores de Abundancia del Fitobentos para todo el período analizado (2006-2013).

Respecto de la Riqueza de Taxa, la Figura 3-50, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Riqueza del Fitobentos en el Sector Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Respecto del valor de la mediana, registrado en la campaña 2013, éste fue superior a los registrados en las campañas previas (2006-2012), determinándose un incremento substancial y mantenido de este parámetro en el tiempo y particularmente desde la campaña 2009 en adelante. No obstante lo anterior, habría que mencionar el hecho que, al igual que con lo acontecido con la densidad de diatomeas, en esta oportunidad sólo se muestrearon 2 de las 5 estaciones del sector, lo cual pudo alterar de alguna manera la tendencia de los datos en su comportamiento histórico.

Como se desprende del análisis estadístico realizado, para la comparación de medianas, la Riqueza de Especies del Fitobentos en el Sector de Puilar, presentó diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo realizadas a la fecha (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

b. **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 3-51, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

En relación con los valores registrados en la presente campaña (2013), la mediana de abundancia del Fitobentos, aumentó notoriamente respecto de todos los monitoreos previos al 2013, mostrando además en esta oportunidad un rango de valores superior al de las campañas de monitoreo anterior. En relación con el comportamiento de la variable, los valores se agruparon, mayormente, en el percentil 25%. La dispersión de los valores en ambos percentiles fue semejante, aunque ligeramente mayor en el percentil 25%.

El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestras que sí hubo diferencias estadísticamente significativas de la Abundancia del Fitobentos en el Sector Soncor, en el período de estudio (2006-2013).

En relación con los resultados de Riqueza de Taxa en este mismo Sector, la Figura 3-52, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2013), fue muy similar a la de la campaña 2012, no obstante el rango de valores fue ligeramente superior. De este modo en la presente campaña parecen estabilizarse los valores de riqueza, cuya tendencia venía en aumento desde la campaña 2007. Los datos para este parámetro en el presente año, se mostraron agrupados de manera equitativa en los percentiles 25% y 75%. La dispersión de los datos respecto de la mediana fue bajo.

El análisis de comparación de varianzas, realizado a través del estadístico Kruskal-Wallis arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados a la fecha (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

c. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Fitobentos en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3-53, mientras que la Tabla de Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

El valor de la mediana de la presente campaña (2013), fue más alto que los registrados en todas campañas anteriores al 2012. Además, en la presente campaña se observó un amplio rango de valores, mayor que los registrados en años anteriores (2006 a 2012). Por otra parte, los datos se agruparon, mayoritariamente, en el percentil 25%. Sin embargo, la dispersión dentro de cada percentil fue similar. El análisis de varianza llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arrojó diferencias significativas para la Abundancia del Fitobentos, en todo el período de estudio (2006-2012).

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Fitobentos, en el sector Aguas de Quelana, se muestra en la Figura 3-54. En esta figura se aprecia que en la presente campaña (2013), el valor de la mediana de riqueza de taxa fue muy semejante al de la campaña previa (2012), de manera que se interrumpe la tendencia de incremento para esta variable observada desde el año 2008. En cuanto al rango de valores, éste fue similar a los registrados en todo el período de estudio (particularmente entre los años 2009 al 2013). Los datos se agruparon principalmente en el percentil 25%. Asimismo, en este percentil se registró una mayor dispersión de valores respecto de la mediana, comparado con lo registrado en el percentil 75%.

Por su parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

d. Sector Peine

El análisis histórico-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 3-55, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

El resultado del análisis de medianas muestra que el valor de Abundancia del Fitobentos, registrado en la campaña 2013, fue mayor que los de los monitoreos previos (2006-2012). Asimismo, al igual que en la campañas 2010-2012, el rango de valores determinado en el presente monitoreo fue amplio, comparado con el resto de monitoreos. Esta condición se determinó en todas las lagunas analizadas, pero particularmente en la estación SA-1, donde, del mismo modo que en todas las campañas previas, la abundancia de las microalgas bentónicas, fue notoriamente más alta. Asimismo, el análisis de comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas realizadas a la fecha, hubo diferencias estadísticamente significativas.

Del mismo modo que en los sectores anteriormente analizados (Puilar, Sóncor y Aguas de Quelana), los resultados del análisis comparativo de la Riqueza de Taxa, en el Sector Peine, arrojó diferencias estadísticamente significativas a lo largo de todo el período de monitoreo (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Respecto del valor de la mediana de la actual campaña, éste fue ligeramente superior al del valor del año 2012, lo cual mantiene la tendencia de incremento observada desde el año 2009 en adelante. En el presente monitoreo, los valores mostraron un rango de valores moderado y semejante a los registrados en campañas previas en este mismo sistema. La mayor parte de los datos se agruparon en el percentil 75%, no obstante en ambos percentiles la dispersión de los datos, respecto de la mediana, fue semejante (Figura 3-56).

Figura 3-52. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Puilar

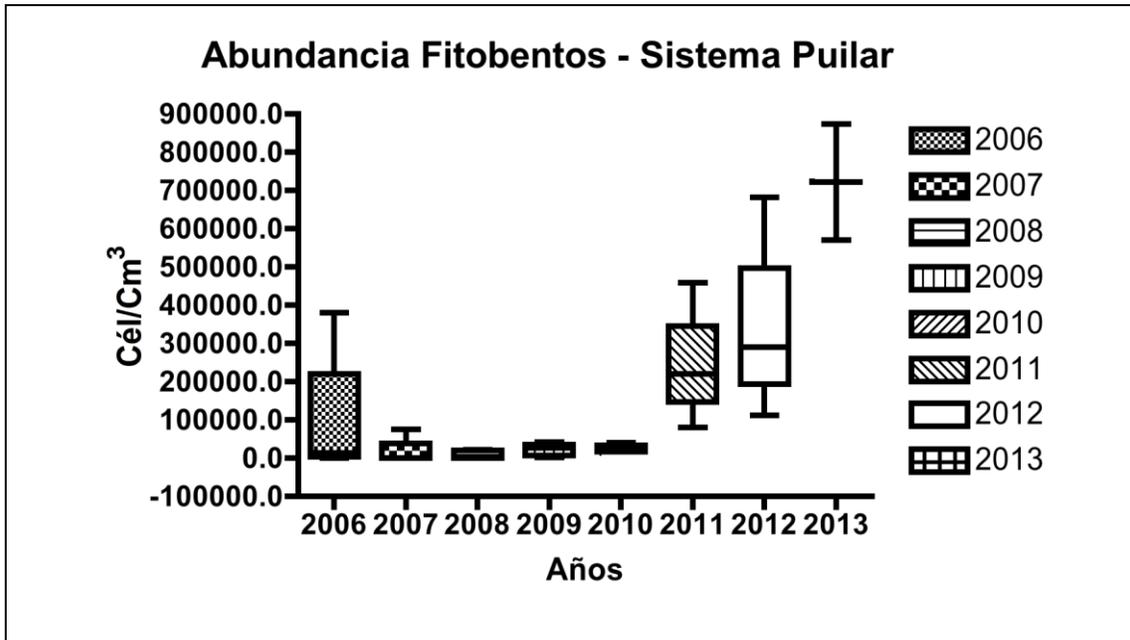


Figura 3-53. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Puilar

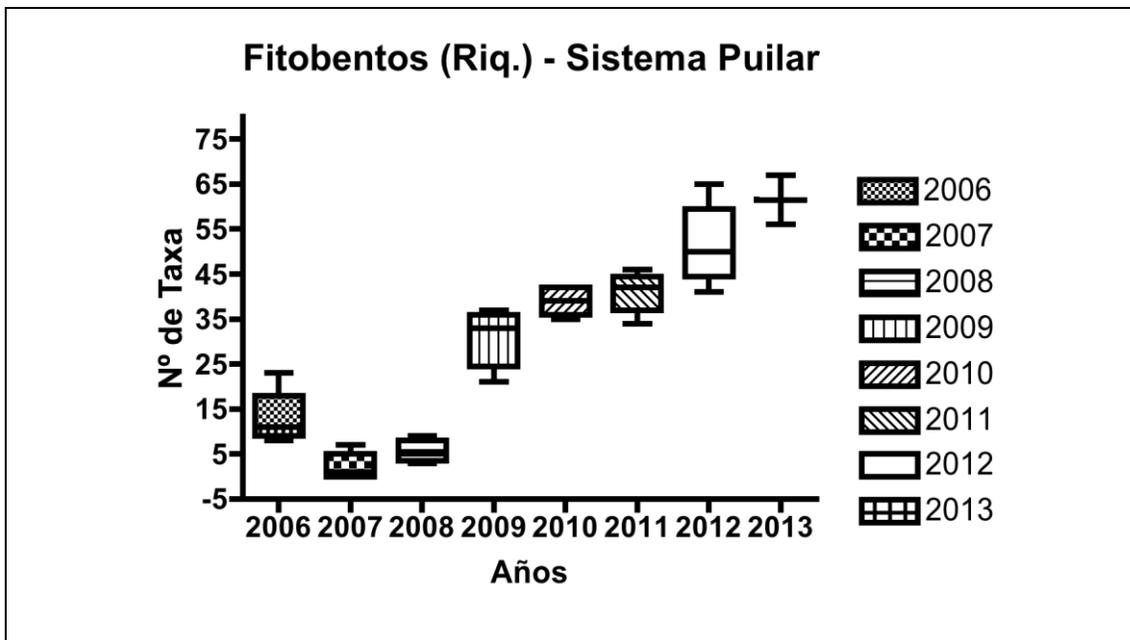


Figura 3-54. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto)

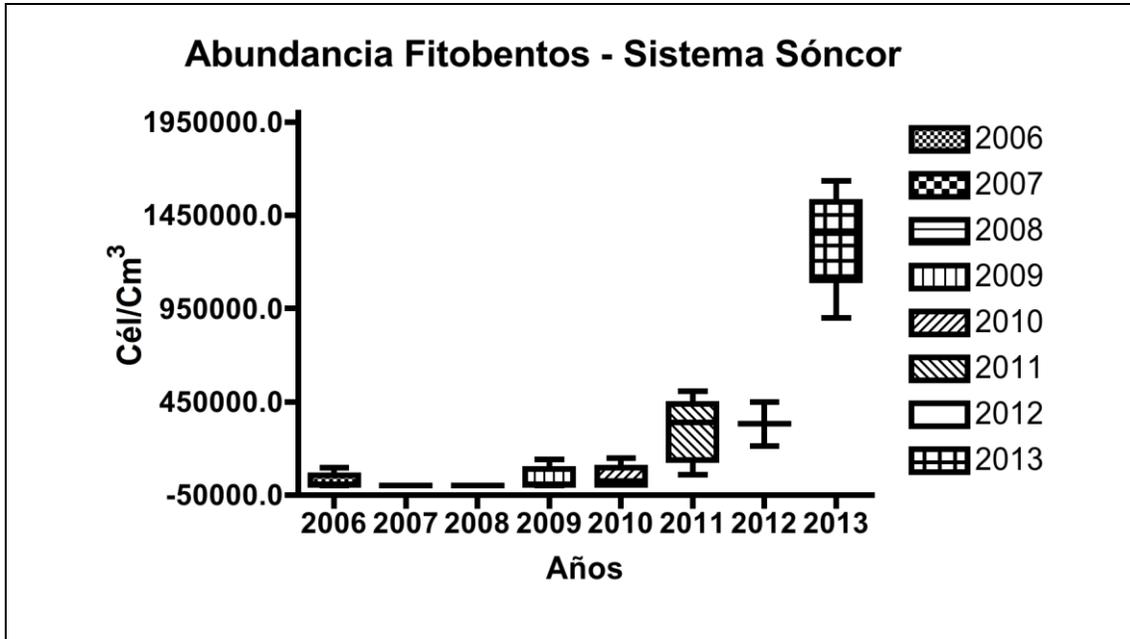


Figura 3-55. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Soncor (Lagunas Barros Negros (BN), Chaxa (CH-1) y Burro Muerto (BM-1))

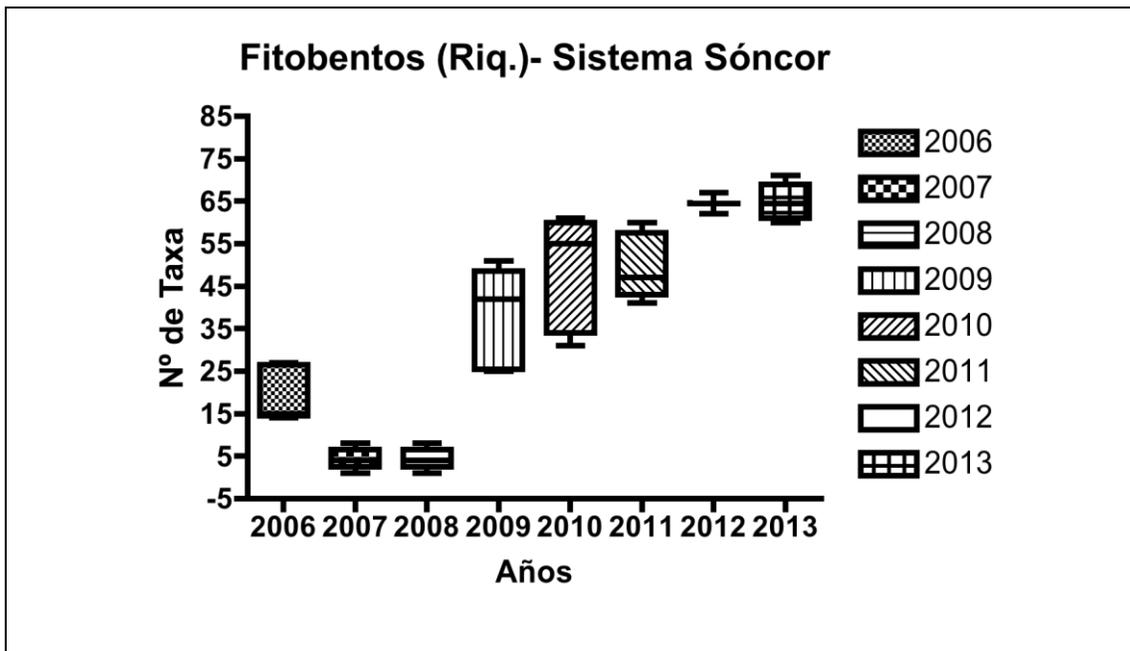


Figura 3-56. Análisis históricos de la abundancia fitobentos sector Aguas de Quelena

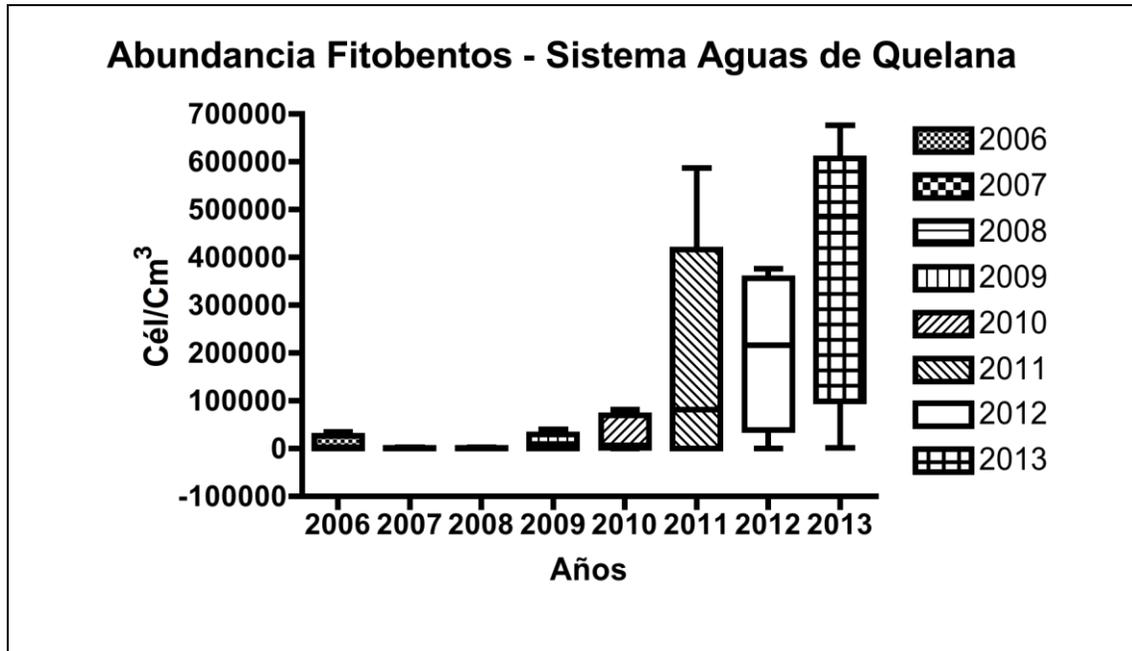


Figura 3-57. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Aguas de Quelena

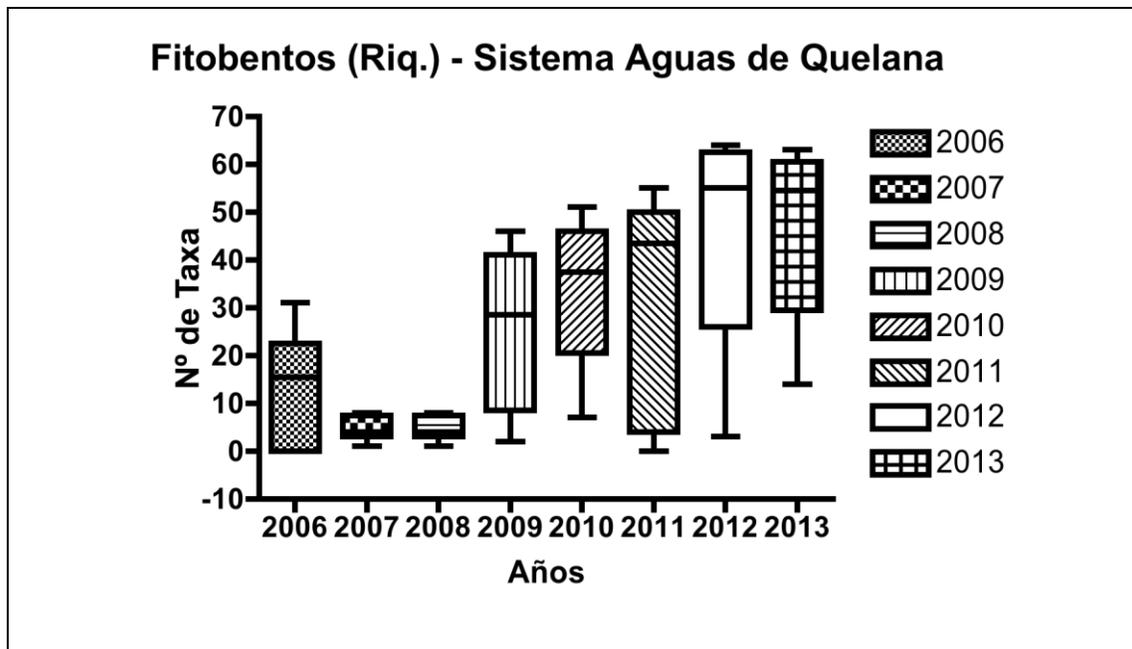


Figura 3-58. Análisis históricos de la abundancia del fitobentos sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2))

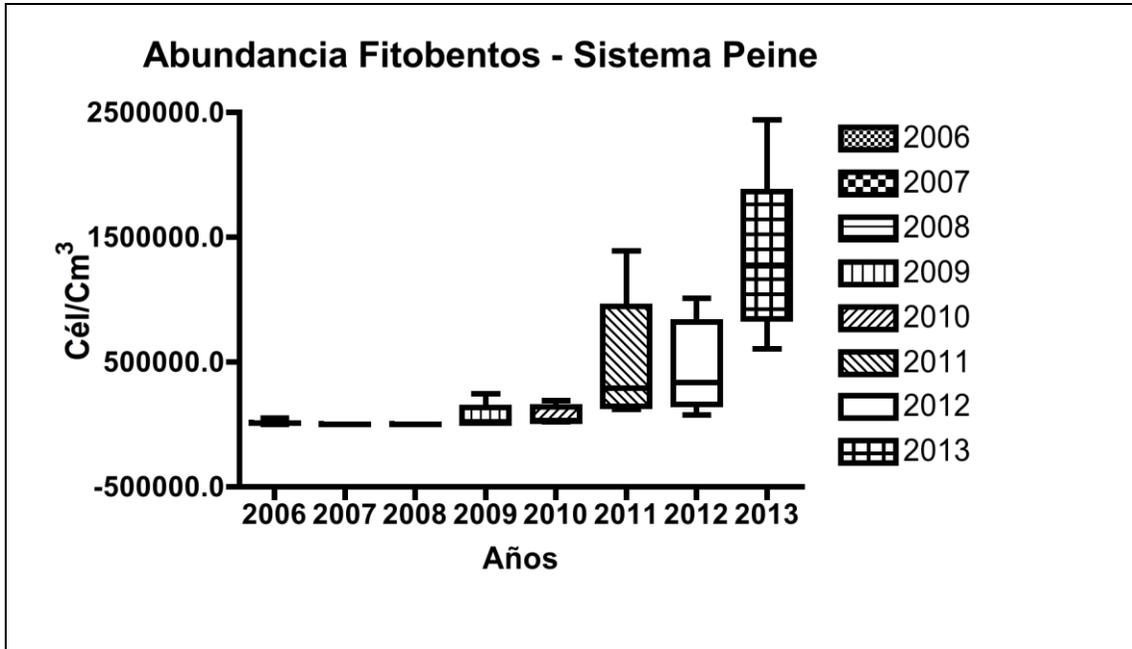
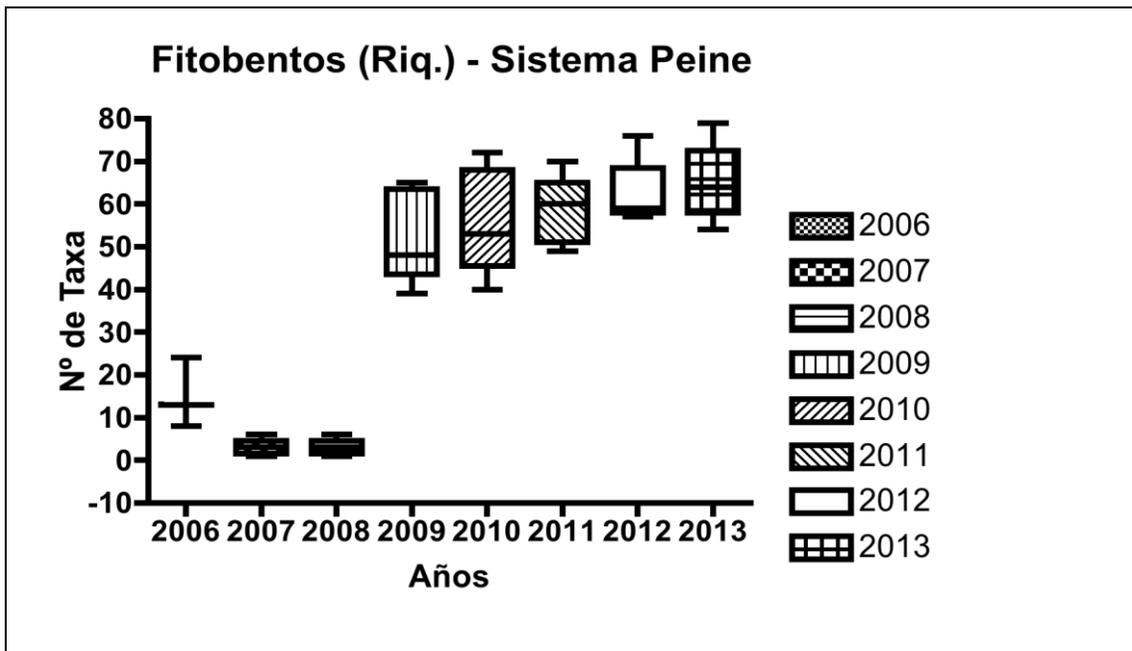


Figura 3-59. Análisis históricos de la riqueza del fitobentos sector Peine (Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2))



3.4.2.3 — Fitoplacton**Diversidad General del Área**

Las Figuras 3-57 A; B; C y D, muestran el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variables microalgas del fitoplancton, en la campaña 2013 en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Sóncor; Aguas de Quelana y Peine).

En relación con la abundancia del Fitoplancton y al igual que en campañas previas al 2013, en el presente año se observó una alta variabilidad entre los sectores analizados. Particularmente, entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, se determinaron importantes diferencias en el valor de esta variable. No obstante, cabe mencionar que muchas de las estaciones del Sistema aguas de Quelana se encontraban secas al momento de realizar el presente monitoreo.

La Figura 3-57 B, muestra los valores de riqueza de taxa para los sectores monitoreados en la presente campaña, en el Salar de Atacama. En promedio, los valores más altos para esta variable se registraron entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. En cuanto al valor individual más alto, éste se presentó en la estación de monitoreo Q-2, localizada en un sector de canal de Aguas de Quelana, con un total de 18 taxa representadas en este punto. La variabilidad para los valores de riqueza de taxa, también fue alta intrasectorialmente. El rango de variación más grande se registró entre las estaciones del Sistema Aguas de Quelana (Q-1= 8 taxa; Q-2 = 18 taxa). La Riqueza Total, incluyendo a los 4 sectores analizados, fue de 44 taxa.

Respecto de las abundancias relativas, hubo algunos taxa dominantes que fueron comunes a cada sector. Es el caso de las clorofíceas *Dichothrix* sp y *Chlorella fusca*. Ambos taxa representaron en promedio el 40% de la abundancia total en cada sector de monitoreo. Es importante señalar que, en el caso de la actual campaña (2013) se observa un predominio de taxa distintos a las diatomeas en la columna de agua, lo cual representa un cambio respecto de campañas previas, donde las diatomeas fueron dominantes, tanto en el plancton, como en el bentos.

Respecto de los índices de biodiversidad, las Figuras 3-57 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 fueron, en promedio más altos en Sector de Aguas de Quelana. En el caso del Índice de Evenness, en promedio los valores más altos se presentaron en el Sector Puilar, no obstante en este sector habría que considerar que en la presente campaña sólo se muestrearon 2 de las 5 estaciones que normalmente de monitorean. Al igual que lo observado en campañas previas, no fueron coincidentes los valores más altos de Diversidad (H) y Equidad (W). Sin embargo, de entre todas, destaca el sector de Aguas de Quelana, el cual presentó valores altos, tanto para la Diversidad como para la Equidad de especies.

Figura 3-60. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados

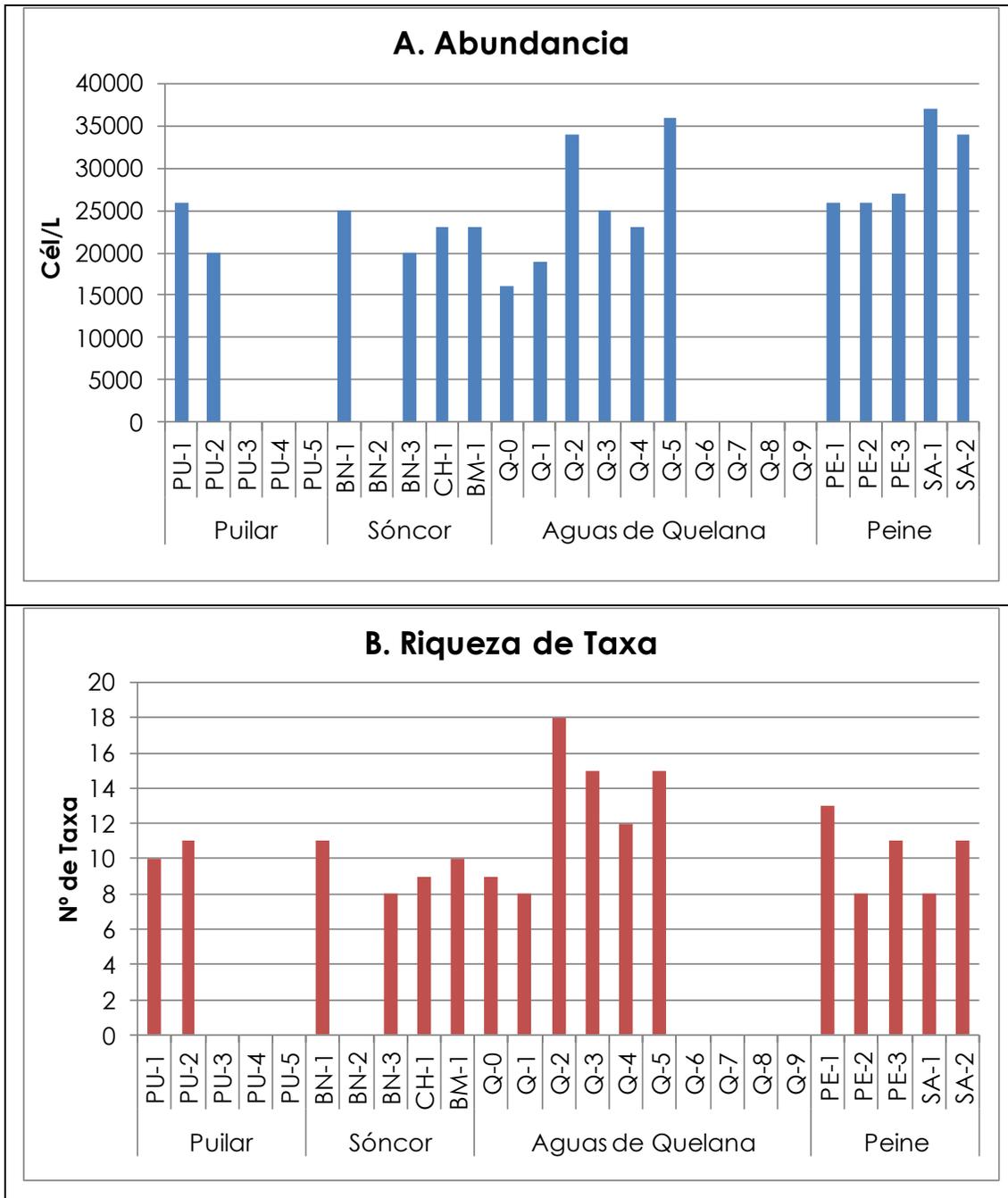
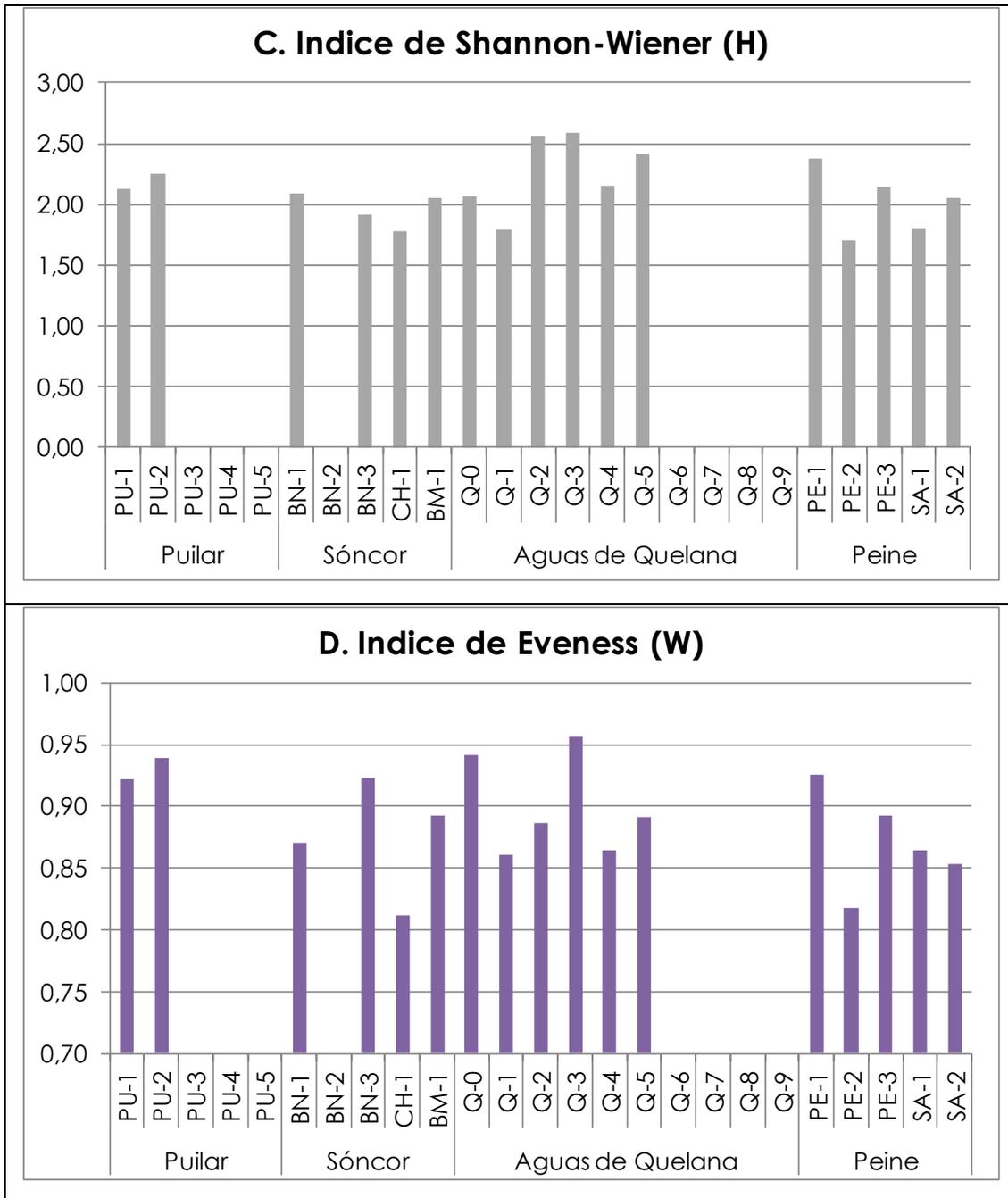


Figura 3-60. Análisis de los principales parámetros comunitarios del fitoplancton en los 4 sectores monitoreados



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

Se determinó un total de 14 taxa de microalgas fitoplanctónicas entre las 5 estaciones de monitoreo analizadas (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). La Riqueza máxima se registró en la estación PU-2, mientras que la abundancia más alta se determinó en la estación PU-1. Respecto de los taxa que aportaron mayormente a la riqueza y abundancia del sector, éstos fueron *Chlorella fusca* y *Dichothrix* sp. Cabe mencionar que en esta oportunidad sólo se muestrearon 2 (las únicas dos que se encontraban con cubierta de agua superficial al momento del monitoreo) de las 5 estaciones de monitoreos que normalmente se analizan en el sistema Puilar.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

La Tabla 3-43 muestran los valores de riqueza de microalgas fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la actual campaña de monitoreo (2013). Además, la Figura 3-58, 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, éste varió escasamente entre 10 taxa (PU-1) y 11 taxa (PU-2). Respecto del valor promedio de este parámetro en todo el sector fue conservativo, respecto de los otros sectores analizados. En relación con los grupos de microalgas representadas en esta oportunidad, contrariamente a lo registrado en campañas anteriores al 2013, predominó el grupo de las Clorofíceas (*Chlorophyceae*) (Tabla 3-43).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3-43, se muestran los valores de abundancia total de las Microalgas Fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2013. Adicionalmente, la Figura 3-58, 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 varió entre 20.000 y 26.000 Cél/L en las estaciones PU-2 y PU-1, respectivamente. Por otra parte el valor promedio por estación para este sector fue de 23.000 +/- 4.242,6 Cél/L (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Los valores antes mencionados representan rangos menores, promedios superiores y menores desviaciones estándar que los registrados en campañas previas al 2013. Una posible explicación y como ya fue mencionado, es que en la campaña 2013 sólo consideramos mediciones de 2 de las 5 estaciones normalmente monitoreadas en el sector, puesto que algunas de estas se encontraban sin cubierta de agua superficial, al momento de realizarse el monitoreo.

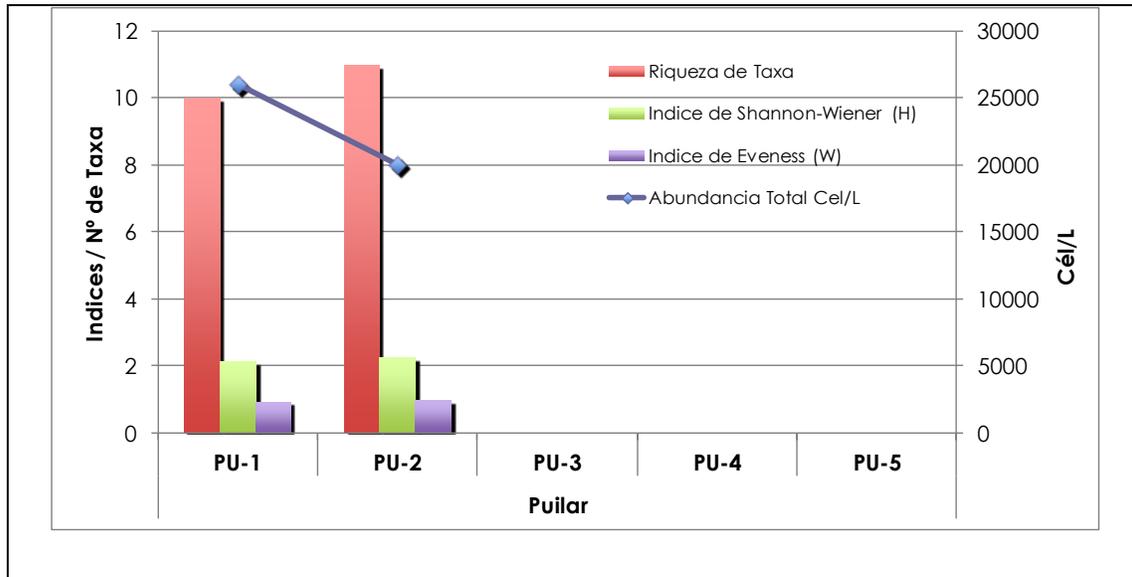
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Evenness (W):

Los valores del Índice de Diversidad, medidos a través del Índice de Shannon-Wiener (H), se caracterizaron por fluctuar en un estrecho margen de 2,12 y 2,25, en las estaciones PU-1 y PU-2, respectivamente (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Asimismo, los valores de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness (W) mostraron un estrecho rango de valores 2,92 (PU-1) +/- 2,94 (PU-2), esto debido fundamentalmente a que hubo estaciones que no fueron monitoreadas por encontrarse sin cubierta de agua superficial.

Tabla 3-45. Composición abundancia total y relativa de diatomeas bentónicas del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

TAXA	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Cél/L	% A.R.								
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Planothidium lanceolatum</i>	2000	7,69								
<i>Rhopalodia wetzeli</i>			1000	5,00						
<i>Surirella wetzeli</i>	1000	3,85								
CYANOPHYCEAE										
<i>Calothrix gypsophila</i>	2000	7,69	1000	5,00						
<i>Chroococcus turgidus</i>			1000	5,00						
<i>Lynngbya confervoides</i>			1000	5,00						
<i>Oscillatoria agardhii</i>	2000	7,69								
<i>Oscillatoria splendida</i>	3000	11,54	2000	10,00						
CHLOROPHYCEAE										
<i>Aphanizomenon</i>	1000	3,85	1000	5,00						
<i>Chlorella fusca</i>	6000	23,08	3000	15,00						
<i>Chlorella vulgaris</i>	3000	11,54	4000	20,00						
<i>Diclothrix</i>	5000	19,23	3000	15,00						
<i>Oocytis elliptica</i>			1000	5,00						
RODOPHYCEA										
<i>Campsopogon coeruleus</i>	1000	3,85	2000	10,00						
Total Abundancia Cél/L	26000	100	20000	100						
Riqueza de Taxa	10		11							

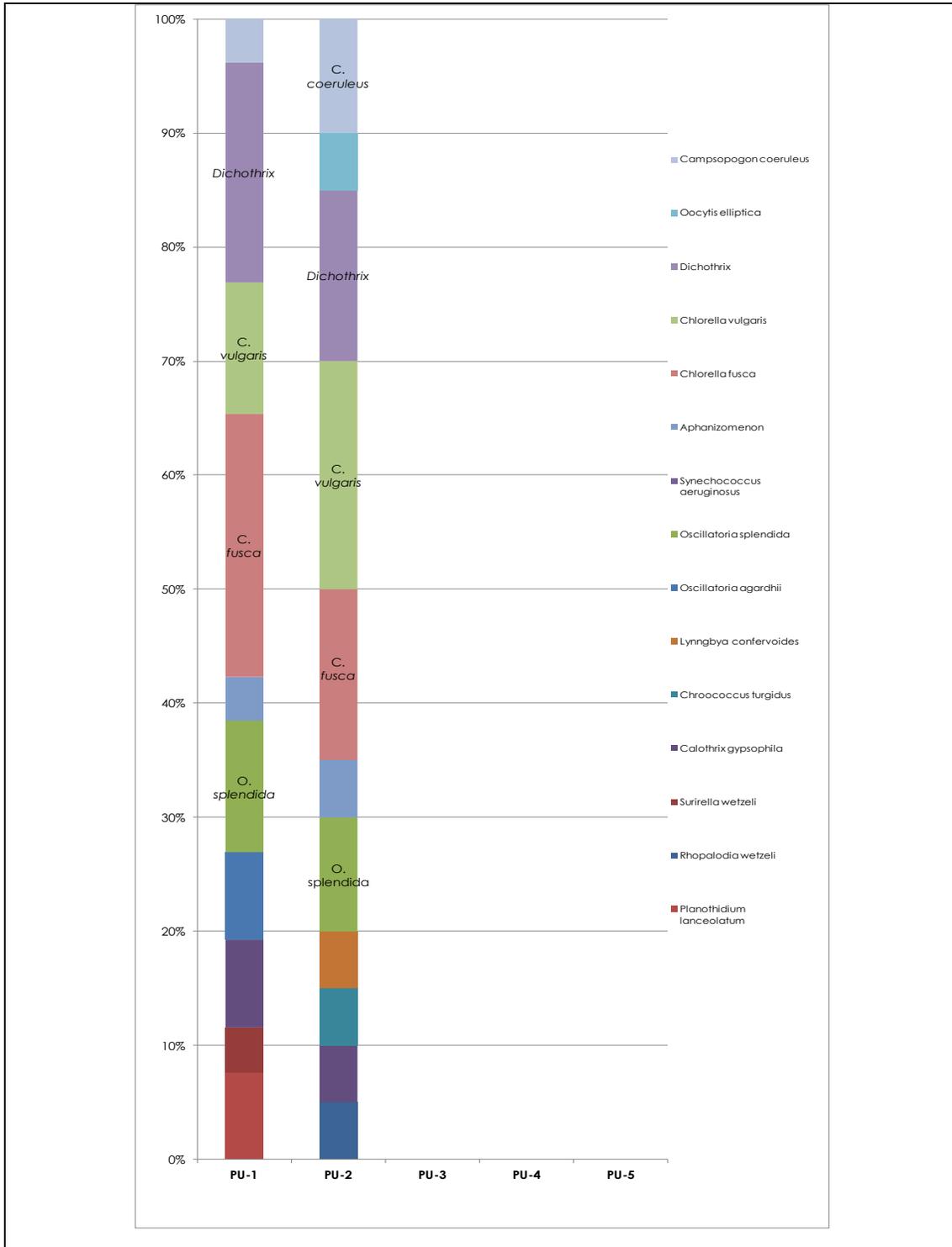
Figura 3-61. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Puilar Abril 2013



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-59, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Puilar, para la actual campaña 2013. Se destacan en el gráfico, aquellos taxa cuyos aportes en abundancia fueron iguales o superiores al 10%, respecto de la abundancia total por estación de monitoreo. Cabe destacar que, contrariamente a lo observado en años previos al 2013, en la presente campaña, hubo un importante número de taxa que contribuyeron con un 10% o más a la abundancia total del sector. Entre estos se encuentran: *Dichothrix* sp, *Chlorella vulgaris*, *C. fusca*, *Campsopogon coeruleus* y *Oscillatoria splendida*.

Figura 3-62. Abundancia relativa de las microalgas fitoplanctónicas sector Puilar Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%



b. Secto Sóncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto**Diversidad General del Área de Estudio**

En el Sector Sóncor y sus lagunas constituyentes Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto se determinó un total de 20 taxa de microalgas fitoplanctónicas (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Entre las algas registradas se encontraron representantes de las clases Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae y Rodophyceae. Los valores más altos de Riqueza y Abundancia del fitoplancton se presentaron en la estación localizada en el Canal de Barros Negros (BN-1). En términos de su distribución espacial y su aporte a la abundancia total del sistema, los taxa más importantes, entre las estaciones de monitoreo fueron: *Dichothrix sp*, *Chlorella vulgaris* y *C. fusca*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-44, 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 3-60, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del fitoplancton en todo el sector monitoreado, en la presente campaña (2013). En relación con el rango de valores para este parámetro, el valor máximo de Riqueza se obtuvo en la estación BN-1 (Canal de Barros Negros), con un total de 11 especies diferentes, mientras que el valor más bajo de riqueza se determinó en la estación BN-3 (Laguna Barros Negros), donde se presentaron 8 taxa. Respecto del valor promedio de de la Riqueza de Taxa en el Sector, éste fue de 10 +/- 1 taxa por estación. Así, llama la atención que, al menos en términos de riqueza del fitoplancton, las estaciones se mostraron relativamente homogéneas. En cuanto a la contribución por clases taxonómicas a la Riqueza Total, los grupos con mayor representatividad fueron Bacillariophyceae y Cyanophyceae.

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3-44, 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 L. Burro Muerto). Por otra parte, la Figura 3-60, 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 20.000 Cél/L en la estación BN-3 y 25.000 Cél/L, en la estación BN-1. Respecto del valor promedio, considerando las tres lagunas analizadas éste fue de 22,750 +/- 2.061,6 Cél/L (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). Los taxa que contribuyeron mayormente a la abundancia total fueron *Chlorella fusca*, *C. vulgaris* y *Dichothrix sp*. Estos taxa representaron cerca del 47% de la abundancia total del sector.

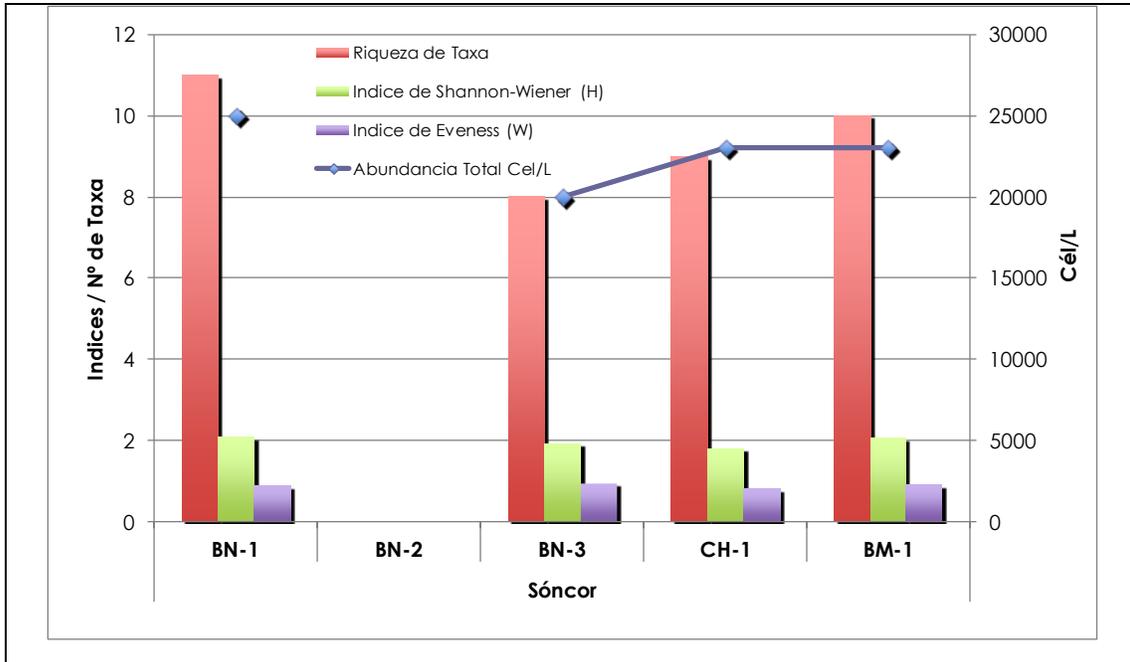
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

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 3-60 y en la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo II). Respecto de la Diversidad en términos generales, se observó que no hubo diferencias muy significativas entre las estaciones de monitoreo, siendo la estación BN-1, el punto con el valor más alto del Índice de Shannon-Wiener (H: 2,09), mientras que para el Índice de Evenness el valor más alto se determinó en la estación BN-3 (0,93) (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Tabla 3-46. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Soncor (Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto) Abril 2013

	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Cél/L	% A.R.								
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Amphora atacamana</i>									1000	4,35
<i>Amphora lineolata var calamae</i>							1000	4,35		
<i>Pinnularia viridis</i>	1000	4,00					1000	4,35		
<i>Rhopalodia acuminata</i>							1000	4,35		
<i>Rhopalodia wetzeli</i>									1000	4,35
<i>Surirella wetzeli</i>									1000	4,35
CYANOPHYCEAE										
<i>Calothrix gypsophila</i>	1000	4,00			1000	5,00	1000	4,35	2000	8,70
<i>Chroococcus turgidus</i>	1000	4,00					1000	4,35		
<i>Lynngbya confervoides</i>					1000	5,00				
<i>Merismopedia Elegans</i>	1000	4,00								
<i>Merismopedia gluaca</i>	1000	4,00								
<i>Nostoc pruniforme</i>	1000	4,00								
<i>Oscillatoria agardhii</i>									2000	8,70
<i>Oscillatoria splendida</i>					2000	10,00				
<i>Synechococcus aeruginosus</i>	1000	4,00							1000	4,35
CHLOROPHYCEAE										
<i>Aphanizomenon</i>					3000	15,00	1000	4,35	3000	13,04
<i>Chlorella fusca</i>	7000	28,00			6000	30,00	3000	13,04	6000	26,09
<i>Chlorella vulgaris</i>	3000	12,00			3000	15,00	5000	21,74		
<i>Dichothrix</i>	5000	20,00			2000	10,00	9000	39,13	5000	21,74
RODOPHYCEA										
<i>Campsopogon coeruleus</i>	3000	12,00			2000	10,00			1000	4,35
Total Abundancia Cél/L	25000	100			20000	100	23000	100	23000	100
Riqueza de Taxa	11				8		9		10	

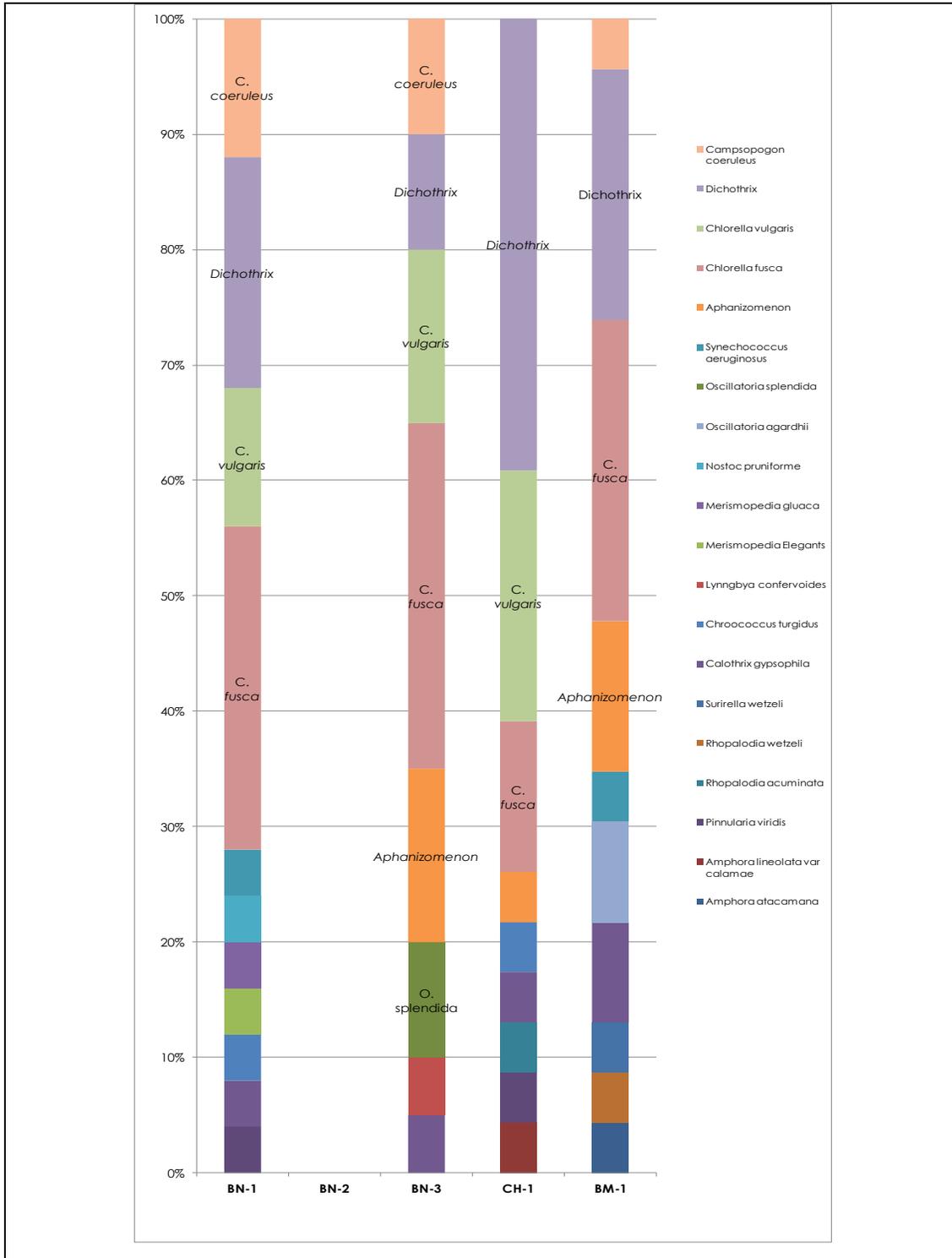
Figura 3-63. Parametros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Sóncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM) Abril 2013.



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-61, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas determinadas entre las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, durante la campaña 2013. 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 *Campsopogon coeruleus*, *Dichothrix* sp, *Chlorella vulgaris* y *C. fusca*. En las lagunas de Burro Muerto y Chaxas los taxa dominantes fueron los mismo que en la Laguna Barros Negros, más la clorofícea *Aphanizonemon* sp y la cianobacteria *Oscillatoria splendida*.

Figura 3-64. Abundancia relativa de microalgas fitoplanctónicas sector Soncor Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%.



c. Sector Aguas de Quelana**Diversidad General del Área de Estudio:**

En la presente campaña (2013), en el sector de Aguas de Quelana, se determinó un total de 34 taxa de microalgas fitoplanctónicas, un número muy superior al registrado en la campaña 2012. Cabe destacar sin embargo, que al igual que en campañas previas al 2013, en este monitoreo algunas de las estaciones del sistema Aguas de Quelana se encontraban secas al momento de ser muestreadas. Respecto de los taxa más importantes, en cuanto a su distribución y abundancia, sobresalen *Dichothrix* sp y *Chlorella fusca*, ambos pertenecientes al grupo de las clorofíceas.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-45, se presentan los valores de Riqueza de Microalgas Fitoplanctónicas de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2013. Además, la Figura 3-62, 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 8 y 18 taxa en las estaciones Q-1 y Q-2. Sin embargo, como ha sido mencionado anteriormente, cabe destacar que en la presente campaña no fueron muestreadas las estaciones Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9, por encontrarse secas. En cuanto al valor promedio de taxa por estación de monitoreo, éste fue de 13 +/- 4. Respecto de los aportes por clase de microalgas, los grupos representados en esta campaña fueron las diatomeas (*Bacillariophyceae*), clorofíceas (*Chlorophyceae*), cianobacterias (*Cyanophyceae*) y rododíceas (*Rhodophyceae*) (Tabla 3-45). La Riqueza máxima para el sector fue de 34 taxa (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/L)

En la Tabla 3-45, se muestran los valores de abundancia total de Fitoplancton de las estaciones pertenecientes al Sector Aguas de Quelana, en la presente campaña 2013. Por su parte, la Figura 3-62 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 16.000 Cél/L en la estación Q-0 y 36.000 Cél/L, en la estación Q-5. Respecto del valor promedio en el sector éste fue de 25.500 +/- 8.018,7 Cél/L (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Respecto de los aportes por taxa, como lo observado para los otros sectores analizados en el Salar de Atacama en la presente campaña, la comunidad del fitoplancton de las estaciones analizadas en Aguas de Quelana fue dominado por especies diferentes de las diatomeas. En particular, los taxa más abundantes fueron *Aphanizomenon* sp, *Chlorella fusca* y *Dichothrix* sp. Estos tres taxa representaron cerca del 30% de la abundancia total del sector.

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

En cuanto al rango de valores para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, éste osciló entre 1,79 (Estación Q-1) y 2,59 (estación Q-3) (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota). 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, particularmente en la estación Q-3. Ha de considerarse sin embargo que las estaciones Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 se encontraban secas al momento de ser monitoreadas. Respecto del Índice de Equidad, éste fluctuó entre 0,86 y 0,96, en las estaciones Q-1 y Q-3 (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota).

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-63, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana, en la campaña 2013. En ésta se destacan aquellas taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa, por estación. Como se aprecia en la figura, en todas las estaciones analizadas hubo taxa con aportes elevados a la abundancia total. Entre estos destacan *Dichothrix sp*, *Aphanizomenon sp*, *Chlorella fusca* y *Rhopalodia wetzelli*. Este último taxa fue particularmente importante en la estación Q-5.

Tabla 3-47. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

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>Achnanthes brevipes</i>									1000	4,35										
<i>Amphora atacamana</i>							1000	4,00												
<i>Brachysira atacamae</i>											1000	2,78								
<i>Craticula grunowii</i>							2000	8,00												
<i>Denticula subtilis</i>	1000	6,25			1000	2,94														
<i>Denticula valida</i>							1000	4,00												
<i>Diploneis sp</i>					1000	2,94														
<i>Diploneis stauroneisformis</i>									1000	4,35	1000	2,78								
<i>Mastogloia braunii</i>					1000	2,94														
<i>Mastogloia smithii</i>											2000	5,56								
<i>Navicula atacamana</i>	1000	6,25																		
<i>Navicula salinicola var bolivana</i>	1000	6,25																		
<i>Nitzschia accedens var chilensis</i>					1000	2,94														
<i>Nitzschia inconspicua</i>							1000	4,00												
<i>Pinnularia viridis</i>					1000	2,94	2000	8,00			2000	5,56								
<i>Planothidium lanceolatum</i>					1000	2,94														
<i>Rhopalodia acuminata</i>					1000	2,94			1000	4,35	6000	16,67								

Tabla 3-47. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

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>Rhopalodia constricta</i>					2000	5,88					2000	5,56								
<i>Rhopalodia wetzeli</i>					4000	11,76					9000	25,00								
<i>Surirella sella</i>							1000	4,00			1000	2,78								
<i>Surirella wetzeli</i>					1000	2,94	1000	4,00	1000	4,35	1000	2,78								
CYANOPHYCEAE																				
<i>Calothrix gypsophila</i>	3000	18,75	2000	10,53	3000	8,82	1000	4,00	1000	4,35	2000	5,56								
<i>Chroococcus turgidus</i>			1000	5,26			1000	4,00												
<i>Lynngbya confervoides</i>									1000	4,35										
<i>Merismopedia Elegants</i>					1000	2,94														
<i>Oscillatoria agardhii</i>	1000	6,25			1000	2,94	2000	8,00	1000	4,35										
<i>Oscillatoria splendida</i>			2000	10,53	2000	5,88	1000	4,00												
<i>Synechococcus aeruginosus</i>									1000	4,35										
CHLOROPHYCEAE																				
<i>Aphanizomenon</i>	3000	18,75	4000	21,05	1000	2,94			3000	13,04	2000	5,56								
<i>Chlorella fusca</i>	3000	18,75	7000	36,84	2000	5,88	3000	12,00	2000	8,70	2000	5,56								
<i>Chlorella vulgaris</i>			1000	5,26			2000	8,00			1000	2,78								
<i>Dichothrix</i>	2000	12,5	1000	5,26	9000	26,47	4000	16,00	8000	34,78	3000	8,33								
<i>Oocytis elliptica</i>			1000	5,26																
RODOPHYCEAE																				

Tabla 3-47. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Aguas de Quelana Abril 2013

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>Campsopogon coeruleus</i>	1000	6,25			1000	2,94	2000	8,00	2000	8,70	1000	2,78								
Total Abundancia Cél/L	16000	100	19000	100	34000	100	25000	100	23000	100	36000	100								
Riqueza de Taxa	9		8		18		15		12		15									

Figura 3-65. Parametros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Aguas de Quelana Abril 2013

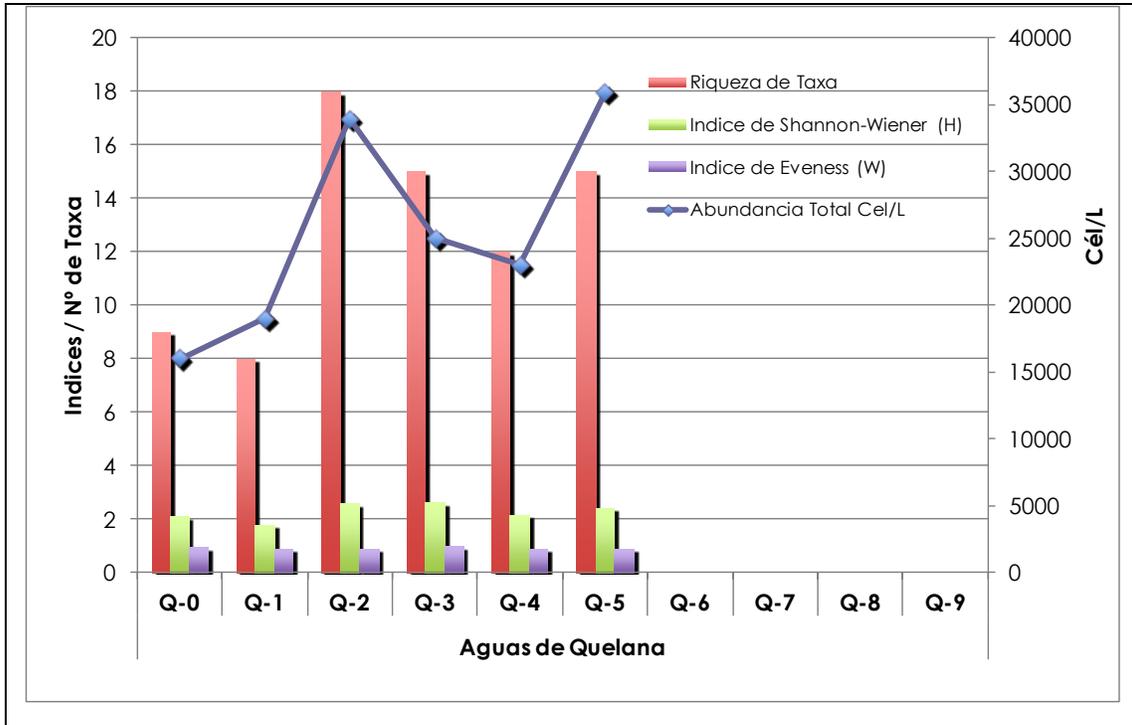
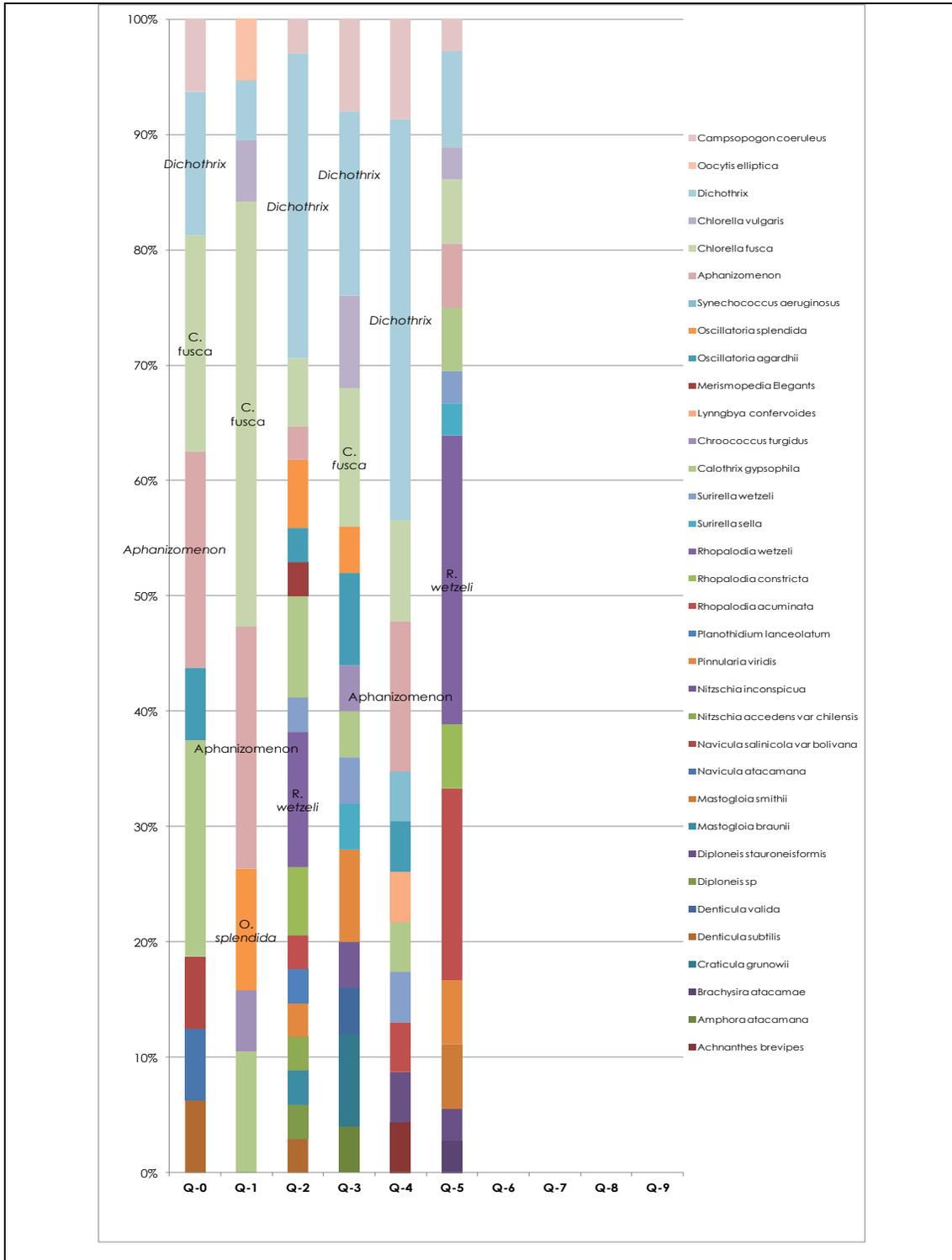


Figura 3-66. Abundancias relativas de las microalgas fitoplanctónicas sector Aguas de Quelana Abril 2013. Aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%



d. 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 26 taxa de microalgas fitoplanctónicas representantes de las clases Bacillariophyceae; Cyanophyceae, Chlorophyceae y Rhodophyceae. Particularmente alta fue la riqueza y abundancia del fitoplancton en la estación SA-2 localizada en la Laguna Salada. En términos de su contribución a la riqueza y abundancia del sector, sobresalen los taxa *Diclothrix* sp y *Chlorella fusca*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-46, se muestran los valores de riqueza fitoplanctónica de las estaciones pertenecientes al Sector Peine, en sus lagunas Interna; Salada y Saladita, en la campaña 2013. Adicionalmente, la Figura 3-64, 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 PE-1 (Laguna Interna), con un total de 13 taxa distintos.). Por otra parte, el valor más bajo de Riqueza fue de 8 taxa y se presentó en las estaciones PE-2 (Laguna Interna) y SA-1 (Laguna Saladita). El promedio de taxa por estación alcanzó, en este sector, a 10 +/- 2 taxa. En cuanto a la riqueza máxima del sector esta alcanzó a los 26 taxa (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). En todas las estaciones de monitoreo estuvieron representadas cuatro clases taxonómicas de microalgas (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae y Rhodophyceae).

Abundancia Total (Cél/L)

La Tabla 3-46, presenta los valores de Abundancia Total del Fitoplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, para sus diferentes lagunas (Interna, Salada y Saladita) en la presente campaña (2013). Adicionalmente, la Figura 3-64 muestra los resultados de la distribución de la abundancia total del fitoplancton en todo el sector monitoreado. Respecto del rango de fluctuación de esta variable éste fue de 26.000 Cél/L en la estación PE-1 y 37.000 Cél/L, en la estación SA-1. El valor promedio, considerando todas las estaciones de las 3 lagunas analizadas, fue de 30.000 +/- 5.147,8 Cél/L (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). La abundancia máxima por taxa entre las estaciones del Sector Peine correspondió a los taxa *Diclothrix* sp, *Chlorella fusca* y *C. vulgaris*, las cuales representaron el 47% de la abundancia total del sector.

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

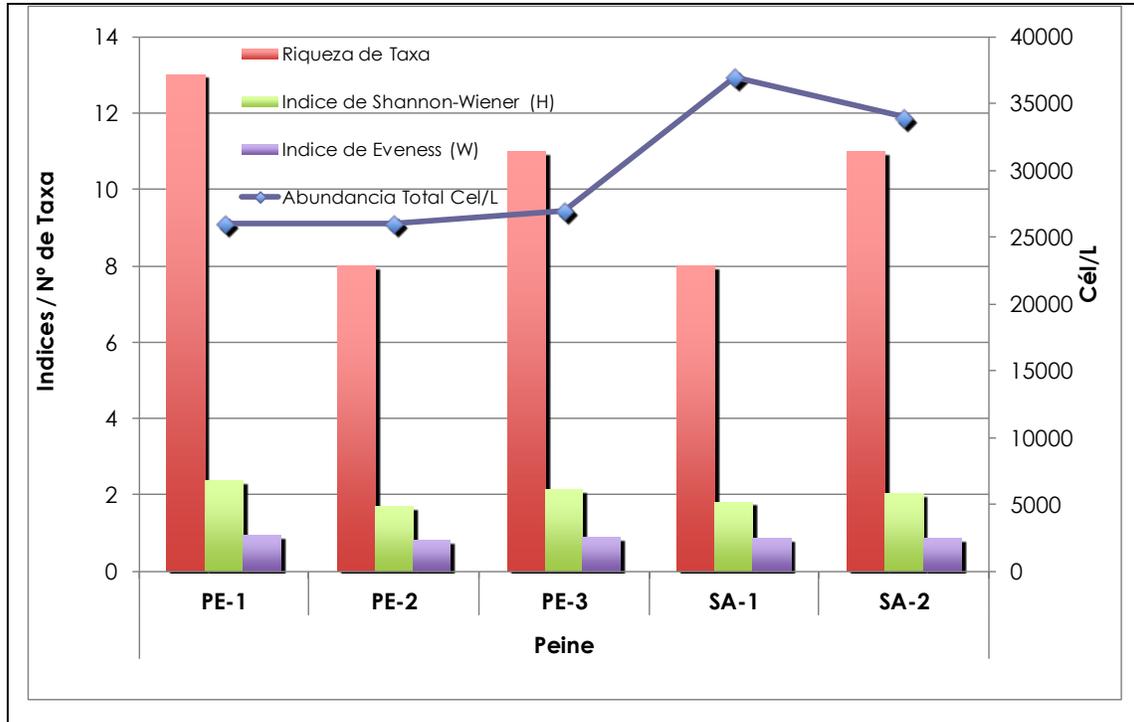
El comportamiento de los valores de diversidad de las comunidades fitoplanctónicas del Sistema Peine, analizado en la presente campaña (2013) a través de sus índices de Shannon-Wiener (H) y Eveness (W), se presenta en la Figura 3-64 y en la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II). Respecto de la Diversidad en términos generales, se observó que no hubo diferencias notorias entre las estaciones de monitoreo. Así el rango para los valores de H fluctuó entre 1,7 (estación PE-2) y 2,38 (estación PE-1). En relación con el Índice de Equidad o Eveness este tampoco mostró grandes diferencias entre las estaciones analizadas fluctuando entre 0,82 (Estación PE-2) y 0,93 (Estación PE-1) (Anexo II: Tablas Estadísticas Descriptivas Biota). Los altos valores de equidad indicarían que no hubo especies dominantes entre la comunidad de microalgas fitoplanctónicas.

Tabla 3-48. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Nº Cél/L	% A.R								
BACILLARIOPHYCEAE										
<i>Achnanthes brevipes</i>									1000	2,94
<i>Amphora atacamana</i>					1000	3,70				
<i>Amphora carvajaliana</i>	1000	3,85								
<i>Brochysira apanina</i>					1000	3,70				
<i>Diploneis sp</i>	1000	3,85								
<i>Diploneis var bombiformis</i>					2000	7,41				
<i>Mastogloia smithii</i>			1000	3,85						
<i>Navicula radiosa</i>					1000	3,70				
<i>Nitzschia angustata</i>			1000	3,85						
<i>Nitzschia hungarica</i>					1000	3,70				
<i>Nitzschia inconspicua</i>	1000	3,85								
<i>Pinnularia viridis</i>	1000	3,85								
<i>Planothidium lanceolatum</i>	2000	7,69								
<i>Rhopalodia constricta</i>			1000	3,85					2000	5,88
<i>Rhopalodia wetzeli</i>									2000	5,88
CYANOPHYCEAE										
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>									1000	2,94
<i>Calothrix gypsophila</i>			3000	11,54	1000	3,70	2000	5,41	2000	5,88
<i>Chroococcus turgidus</i>	1000	3,85								
<i>Nostoc pruniforme</i>									1000	2,94
<i>Oscillatoria agardhii</i>	1000	3,85			2000	7,41	1000	2,70		
<i>Oscillatoria splendida</i>	3000	11,54					5000	13,51		
CHLOROPHYCEAE										
<i>Aphanizomenon</i>	1000	3,85	2000	7,69			4000	10,81	5000	14,71
<i>Chlorella fusca</i>	3000	11,54	5000	19,23	6000	22,22	13000	35,14	4000	11,76
<i>Chlorella vulgaris</i>	4000	15,38			4000	14,81	5000	13,51	2000	5,88
<i>Dichothis</i>	5000	19,23	11000	42,31	6000	22,22	6000	16,22	12000	35,29
RODOPHYCEAE										

<i>Campylopus coeruleus</i>	2000	7,69	2000	7,69	2000	7,41	1000	2,70	2000	5,88
Total Abundancia Cél/L	26000	100	26000	100	27000	100	37000	100	34000	100
Riqueza de Taxa	13		8		11		8		11	

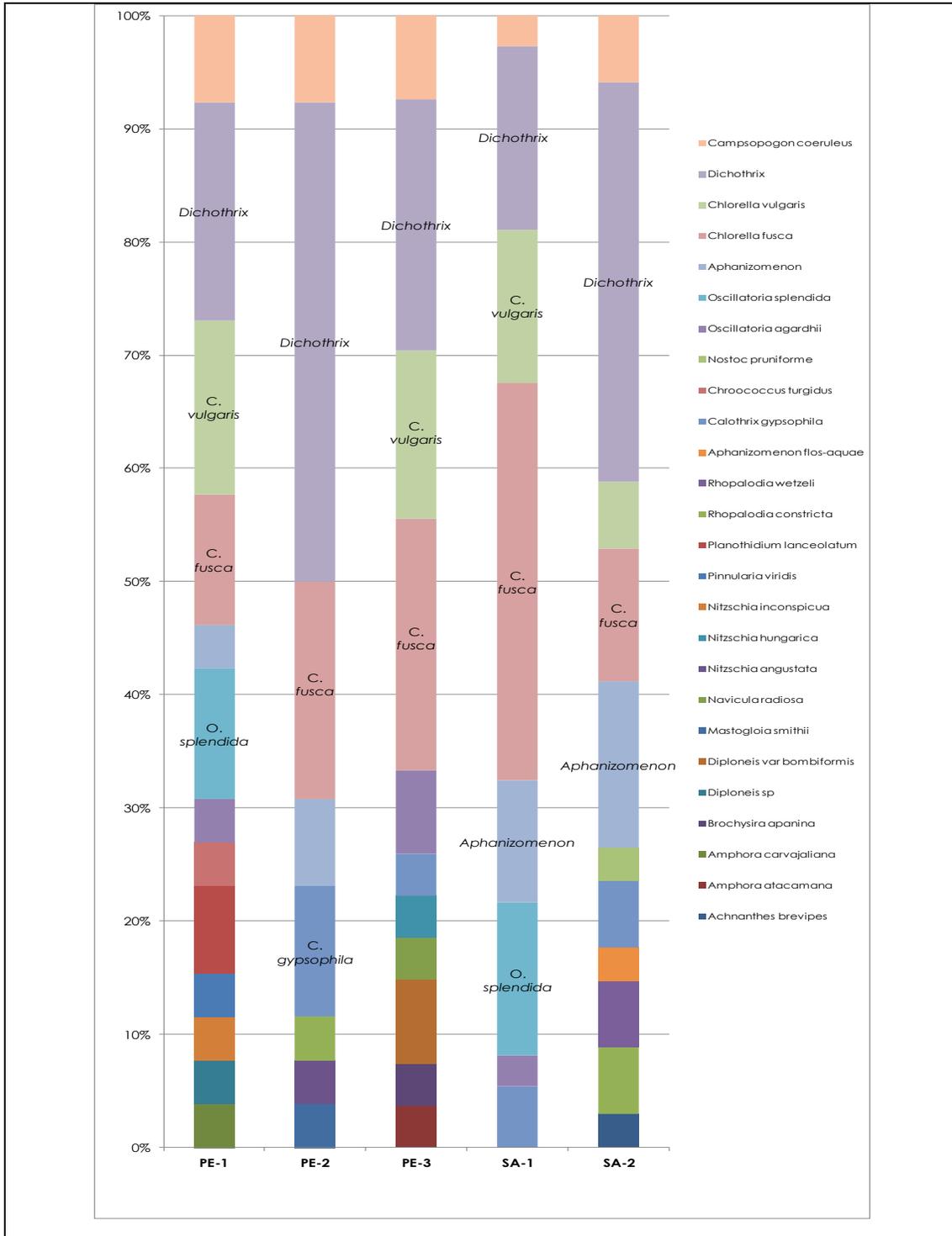
Figura 3-67. Parámetros comunitarios del fitoplancton evaluados en el sector Peine Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-65, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas de las microalgas fitoplanctónicas en las estaciones del Sistema Peine y sus lagunas Interna, Salada y Saladita, en la campaña 2013. En ésta se destacan aquellas taxa que alcanzan un valor igual o superior al 10% de Abundancia Relativa, por estación. Así, se observa que en la presente campaña todas las estaciones monitoreadas presentaron taxa con contribuciones iguales o superiores al 10% de la abundancia total. Entre los taxa cuya contribución fue más significativa sobresalen las clorofíceas *Dichothrix* sp, *Aphanizomenon* sp, *Chlorella vulgaris* y *C. fusca* y la cianobacteria *Oscillatoria splendida*. Como en los otros sectores del Salar de Atacama analizados, en la presente campaña se destaca el reemplazo de una comunidad de microalgas dominada previamente por diatomeas (2006-2012), por otra con una mayor diversidad de clases.

Figura 3-68. Abundancias relativas de microalgas fitoplanctónicas sector Peine Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2) Abril 2013. Se destacan aquellos taxa que representan abundancias relativas >10%



3.4.2.4 — Análisis datos históricos del fitoplancton

a. Sector Soncor: Laguna Puilar

La Figura 3-66, 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 II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables poblacionales más significativas.

Como muestra la Figura 3-66, los datos de abundancia del fitoplancton registrados en la presente campaña, fueron semejantes a lo registrado en las campañas previas (2006-2012). De igual forma que en la mayoría de los monitoreos previos al 2012 (con excepción del año 2009), la dispersión de datos de la presente campaña fue casi imperceptible. El análisis de varianza, llevado a cabo a través del Test de Kruskal-Wallis, arrojó diferencias significativas entre las medianas del período de estudio (2006 a 2012).

Respecto de la Riqueza de Taxa, la Figura 3-67, contiene el gráfico box-plot para la comparación de medianas de este parámetro en el fitoplancton del Sistema Puilar, a lo largo de las campañas de estudio. Como se aprecia en la figura, el valor de la mediana del año 2013 se mantuvo en un nivel muy similar al de la campaña 2012. Para este parámetro, los datos se agruparon principalmente en el percentil 75% y la dispersión de datos para cada percentil, fue casi imperceptible. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas del período 2006-2013.

Las diferencias de riqueza de taxa registradas en el presente monitoreo, respecto de campañas previas al 2012, podría ser adjudicada a un patrón de variación interanual normal para el parámetro la Riqueza de taxa, encontrado en los otros sistemas lagunares analizados en el presente estudio. No obstante ello, factores climáticos puntuales como el viento y la temperatura pudieron haber afectado negativamente la resuspensión de microalgas desde el sedimento hacia las delgadas capas de agua presentes en las lagunas.

b. Sector Soncor: Laguna Barros Negros; Chaxa 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 3-68, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con el valor de la mediana de abundancia del fitoplancton, registrado en la campaña 2013, éste fue conservativo, respecto del lo observado en la mayoría de los monitoreos previos. En cuanto al rango de fluctuación de los valores de la presente campaña, éste fue muy estrecho comparado con los dos años previos 2009 y 2010, aunque semejante al registrado en las campañas 2006, 2007, 2008, 2011 y 2012. En relación con la variación interanual, el análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que 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 3-69, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2013), fue superior al registrado en la campaña 2012, aunque estuvo dentro del rango de fluctuación de todas las campañas realizadas a la fecha (2006-2012). Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja diferencias estadísticamente significativas entre los años monitoreados (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

c. Sector Aguas de Quelena

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Fitoplancton en el Sector Aguas de Quelena, éste se muestra en la Figura 3-70, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Al igual que en otros sectores monitoreados en la presente campaña, el valor de la mediana de abundancia del fitoplancton fue conservativo respecto de lo registrado en el período 2006 a 2012. Del mismo modo que lo registrado en otros sectores, los valores de abundancia mostraron una baja dispersión, respecto de la mediana. 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 aumentos de valor de la abundancia registrados en las campañas 2009 y 2010 (Figura 3-70).

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Fitoplancton, en el Sector Aguas de Quelena, se muestra en la Figura 3-71. 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 (2013), fueron superiores que los registrados en la campaña anterior (2012), no obstante estuvieron dentro del rango de variación para todo el período analizado (2006-2013). En cuanto a la distribución de los datos, éstos se agruparon, principalmente en el percentil 25%. La dispersión de los datos fue mayor en el percentil 75%. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

d. 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 3-72, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Del mismo modo que en todos los otros sectores analizados, los resultados de la presente campaña, muestran que los valores de Abundancia del Fitoplancton estuvieron dentro del rango de variación en el período 2006 y 2013. Asimismo, los valores de la actual campaña, mostraron una muy baja dispersión, respecto del valor de la mediana. Pese a la semejanza en los valores de la varianza en el período de estudio, el análisis de comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que entre las campañas hubo diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto a los datos de la riqueza el valor de la mediana aumentó respecto de los datos obtenidos en la campaña 2012. El análisis comparativo de la Riqueza de Taxa del Fitoplancton, en el Sector Peine, arrojó diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Lo último estaría asociado a la notoria fluctuación de este parámetro entre las campañas analizadas a la fecha (Figura 3.73).

Figura 3-69. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Puilar

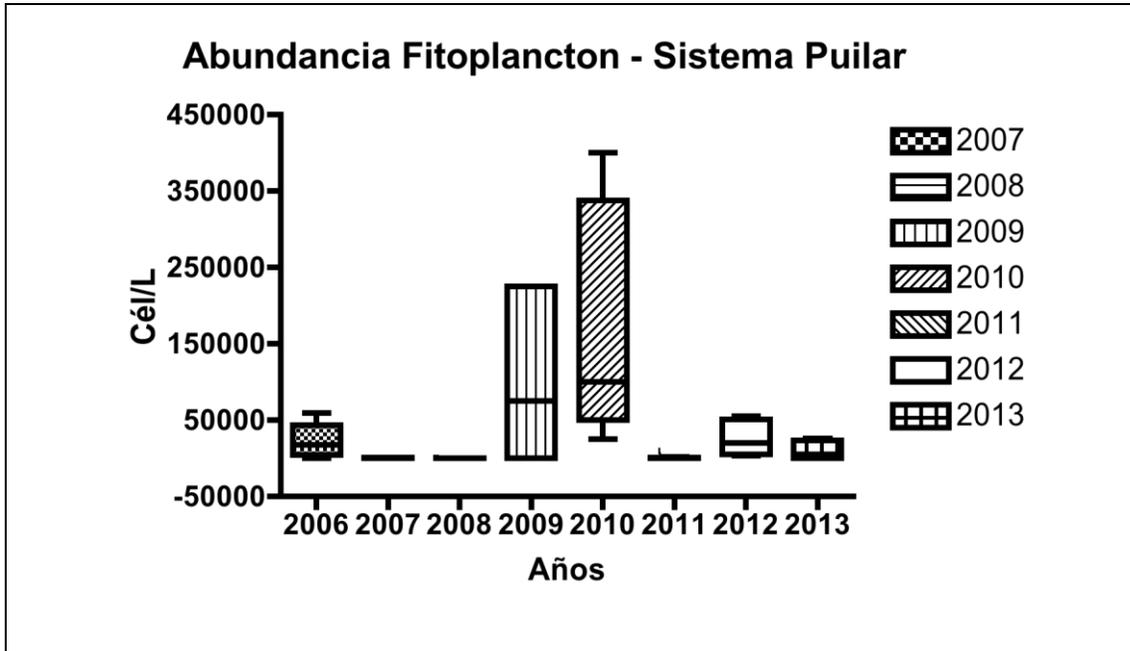


Figura 3-70. Análisis históricos de la riqueza de fitoplancton sector Puilar

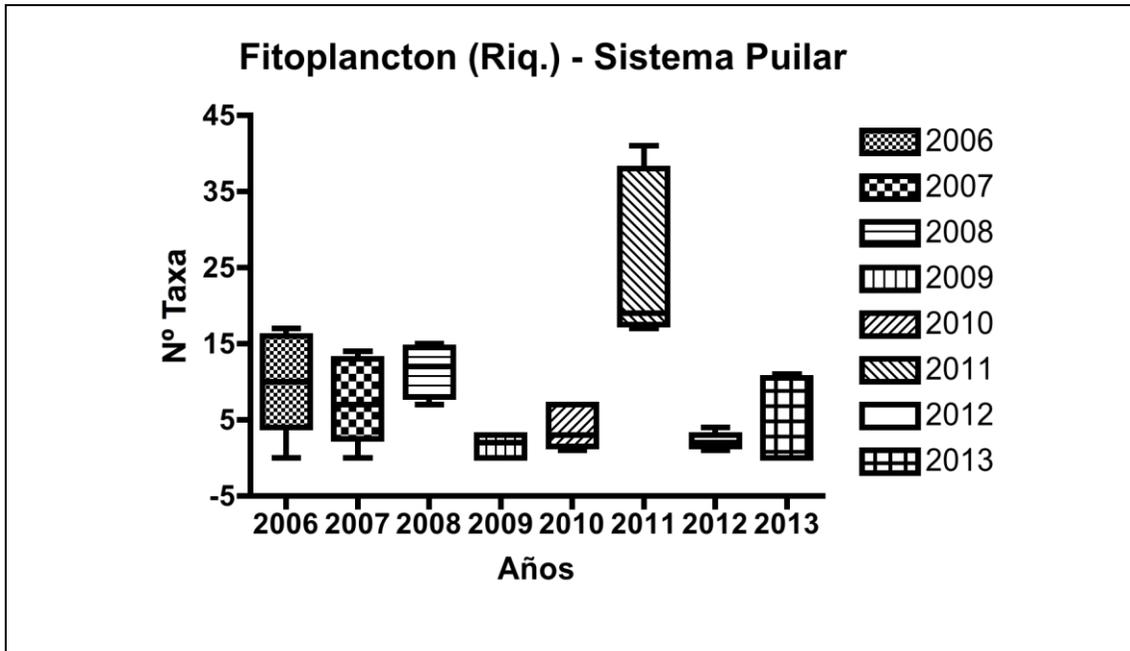


Figura 3-71. Análisis históricos de la abundancia fitoplancton sector Sóncor (Lagunas Barros Negros, Chaxa y Burro Muerto)

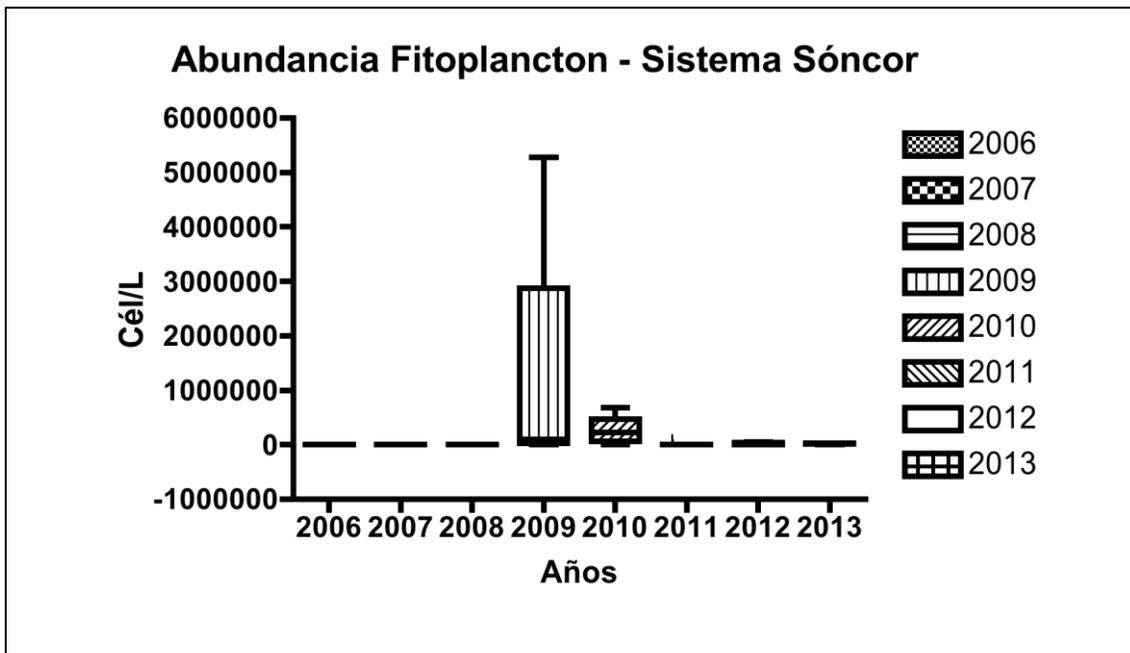


Figura 3-72. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Soncor (Lagunas Barros Negros (BN), Chaxa (CH-1) y Burro Muerto (BM-1))

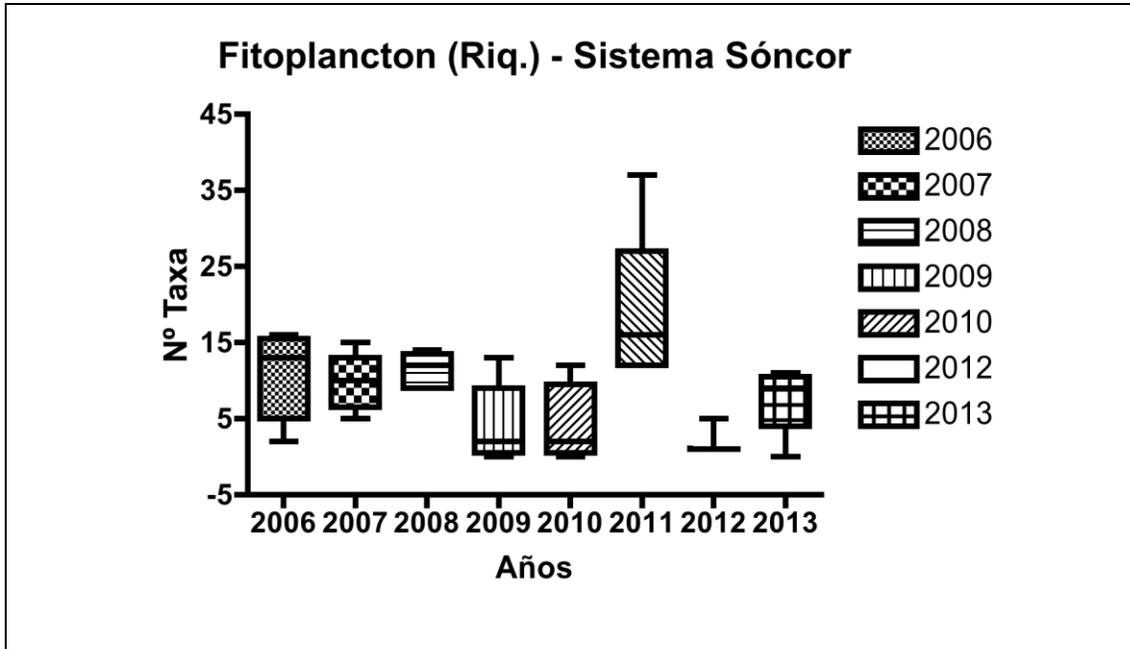


Figura 3-73. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Aguas de Quelana

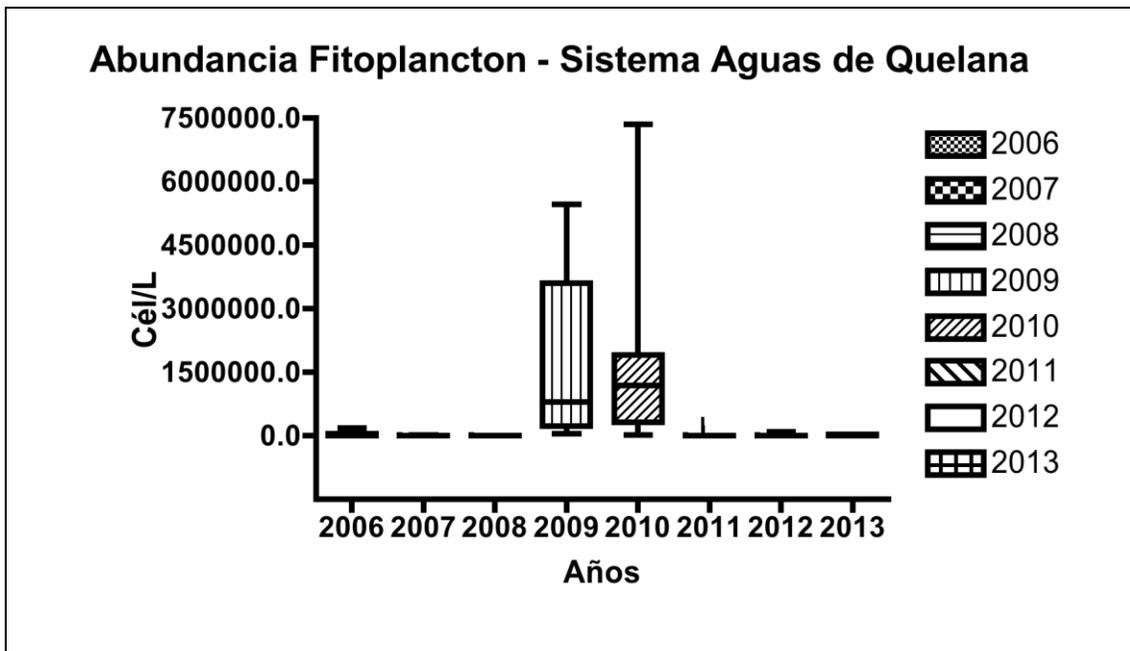


Figura 3-74. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Aguas de Quelana

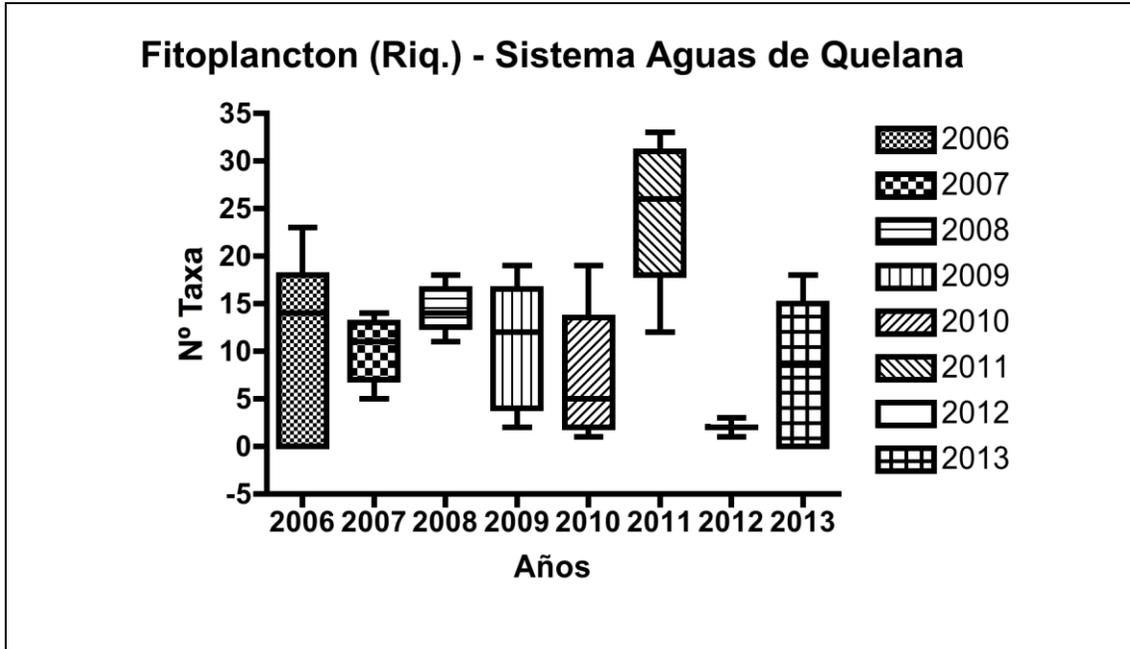


Figura 3-75. Análisis históricos de la abundancia del fitoplancton sector Peine (Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2))

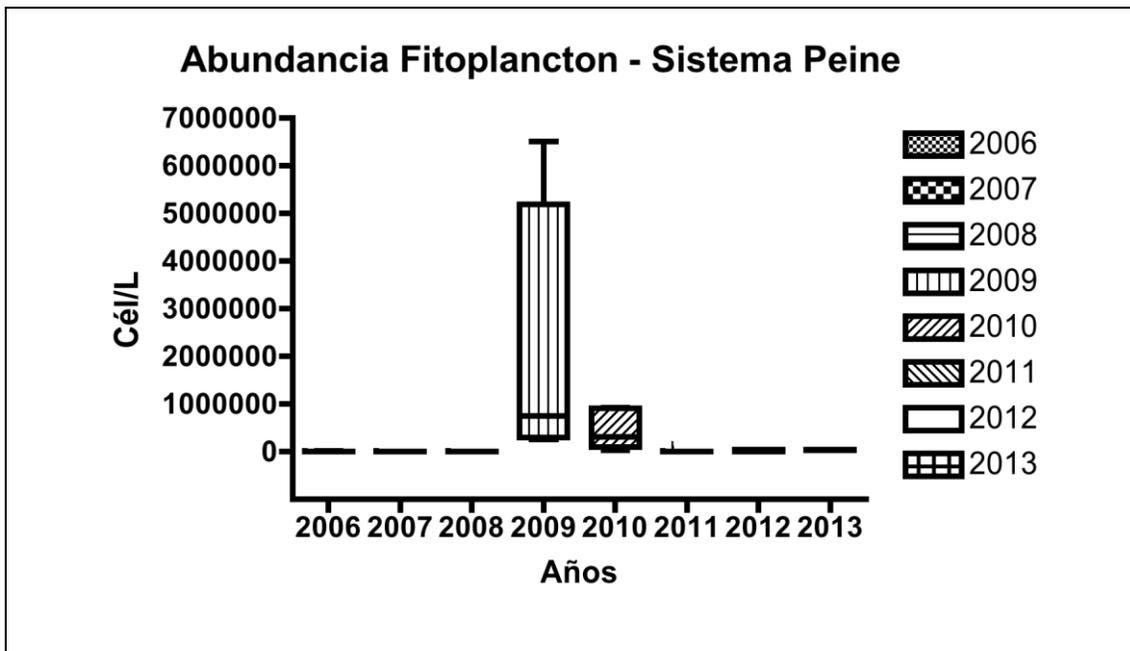
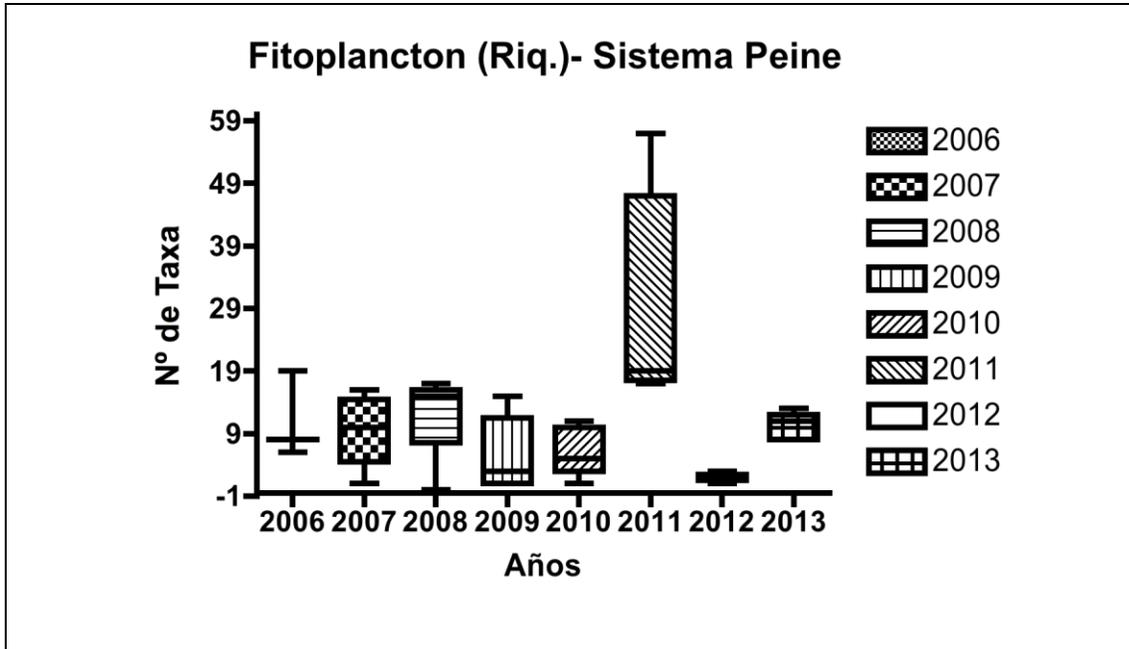


Figura 3-76. Análisis históricos de la riqueza del fitoplancton sector Peine (Lagunas Interna (PE); Saladita (SA-1) y Salada (SA-2))



3.4.2.5 — Zoobentos

Diversidad General del Área

La Figura 3-74 muestra el análisis de los parámetros comunitarios más importantes, para la variable zoobentos en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama (Puilar, Sóncor; Aguas de Quelana y Peine).

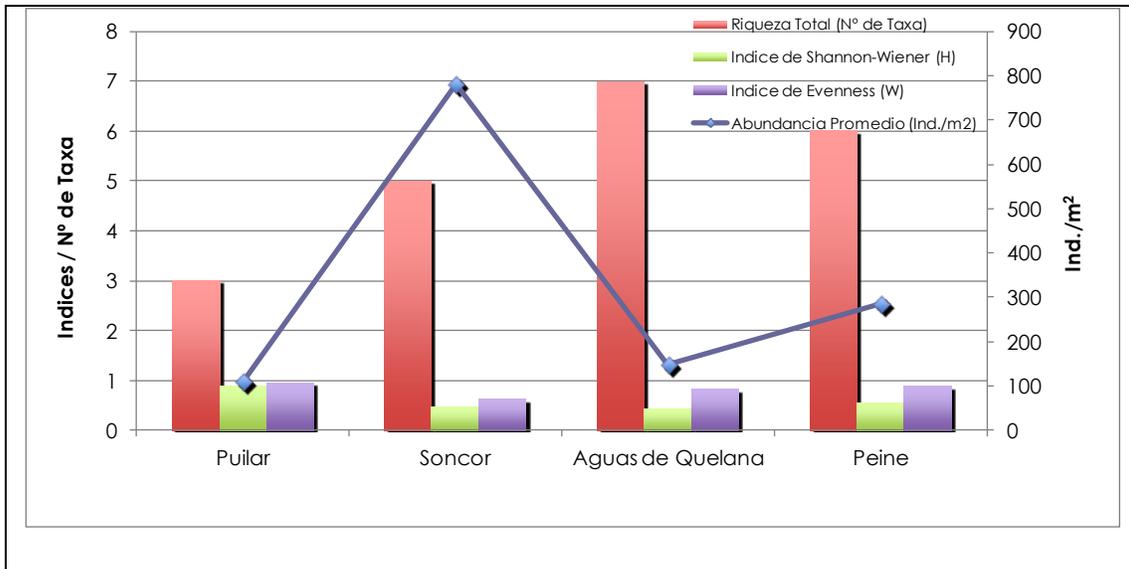
Respecto de la Abundancia Total de organismos zoobentónicos, el valor promedio más alto se registró en el Sector de Sóncor, lo cual contrasta con campañas previas al 2013, en las cuales dicho sector presentó abundancias moderadas a bajas de este componente. El valor mínimo para la abundancia del zoobentos se midió en el Sector de Aguas de Quelana, lo que sí es coincidente con los registros previos al año 2013. En relación con la Riqueza de taxa, los valores promedio variaron entre sectores analizados, registrándose un máximo en el sector de Aguas de Quelana y un mínimo en el Sector de Puilar. La Riqueza máxima, incluyendo todos los sectores, alcanzó a 7 taxa (Sector Aguas de Quelana). Respecto de los Índices de Shannon-Wiener y Evenness, en la presente campaña los valores entre los sectores analizados fluctuaron en un rango menor que los registrados previo al año 2013. Así, los valores de H (Índice de Diversidad de Shannon-Wiener) variaron entre 0,46 y 0,86 (Sectores de Sóncor y Puilar, respectivamente), mientras que para W (Índice de Equidad de Evenness) los valores fluctuaron entre 0,62 y 0,96 (Sectores de Soncor y Puilar, respectivamente).

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 los niveles de agua y el oxígeno disuelto en ésta. Así, en algunas estaciones de monitoreo, donde se registró una reducción en la lámina de agua con la

consiguiente la presencia de sedimentos más reducidos y aguas poco saturadas con oxígeno, la abundancia del zoobentos estuvo notoriamente disminuida: Estaciones del Sector Puilar.

En relación con los aportes de los taxa determinados, a través de sus abundancias relativas, en la presente campaña (2013) y en los cuatro sectores monitoreados sobresale el orden de los dípteros y principalmente ejemplares de la familia Syrphidae como el taxa más abundante. Por otra parte, el taxa más frecuente fue, como en campañas previas, Harpacticoidea.

Figura 3-77. Análisis de los principales parámetros comunitarios en los 4 sectores monitoreados



a. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

Se determinó un total de 8 taxa de representantes del zoobentos en las 2 de 5 estaciones normalmente monitoreadas en el sector (Tres de las estaciones del sector se encontraban sin lámina de agua superficial). El número mayor de taxa del Zoobentos se registró en la estación PU-1, mientras que la abundancia máxima se registró en estación PU-2 con un valor de 275,5 Ind/m2. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial y un mayor aporte a la abundancia total del sector, éstos correspondieron a individuos de los grupos de Chironomidae; Harpacticoideae y Sirphyidae.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-47, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2013. Además, la Figura 3-75 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 2 taxa en la estación PU-2 y 3 taxa en la estación PU-1. El valor promedio de distribución de la riqueza de taxa por estación fue de 7 +/- 0,7 taxa por estación. La riqueza máxima para el sector alcanzó a los 8 taxa (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-47, se muestran los valores de Abundancia Total del Zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2013. Adicionalmente, la Figura 3-75 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. En esta oportunidad ambas estaciones monitoreadas presentaron la misma abundancia del zoobentos correspondiendo a 275,5 Ind./m² (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la Diversidad de las Comunidades Fitobentónicas del Sistema Puilar, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0,67 (Estación PU-2) y 1,05 (Estación PU-1), correspondiente a los sectores del canal y de la vertiente, respectivamente. Esta situación es contraria a lo registrado en campañas previas al 2013, donde la vertiente siempre presenta una mayor diversidad. En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un estrecho rango de 0,96 y 0,97 en las estaciones PU-1 y PU-2, respectivamente.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-76, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de los representantes del zoobentos en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se observa que la estación PU-1 fue la que contribuyó con de mayor número de taxa al 100% de la Abundancia. Sobresale el hecho que, con excepción del taxa "larva de Díptero (indeterminado), la contribución de los otros taxa fue superior al 10%. Los dos taxa más abundantes fueron Harpacticoidea y *Gammarus*.

Tabla 3-49. Composición abundancia total y relativa del fitoplancton del sector de Peine (Lagunas Interna, Salada y Saladita) Abril 2013

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%
<i>Harpacticoidea</i>	110,2	40	165,3	60						
<i>Gammarus</i>	110,2	40	110,2	40						
<i>Oligochaeta</i>	55,1	20								
Totales (Ind/m2)	275,5	100	275,5	100	0		0		0	
Riqueza de Taxa	3		2							

Figura 3-78. Parámetros comunitarios evaluados en el sector Puilar. Abril 2013

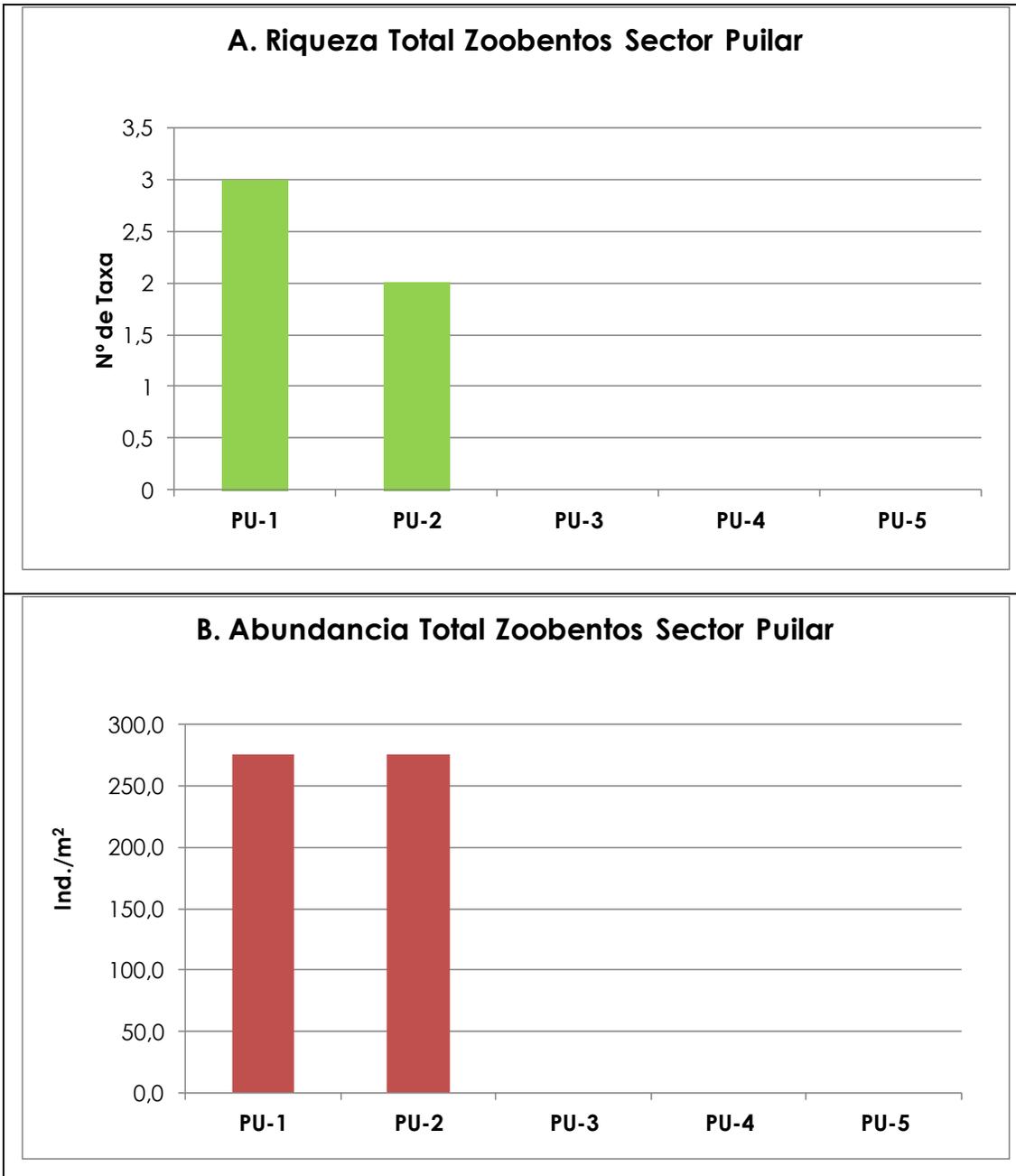
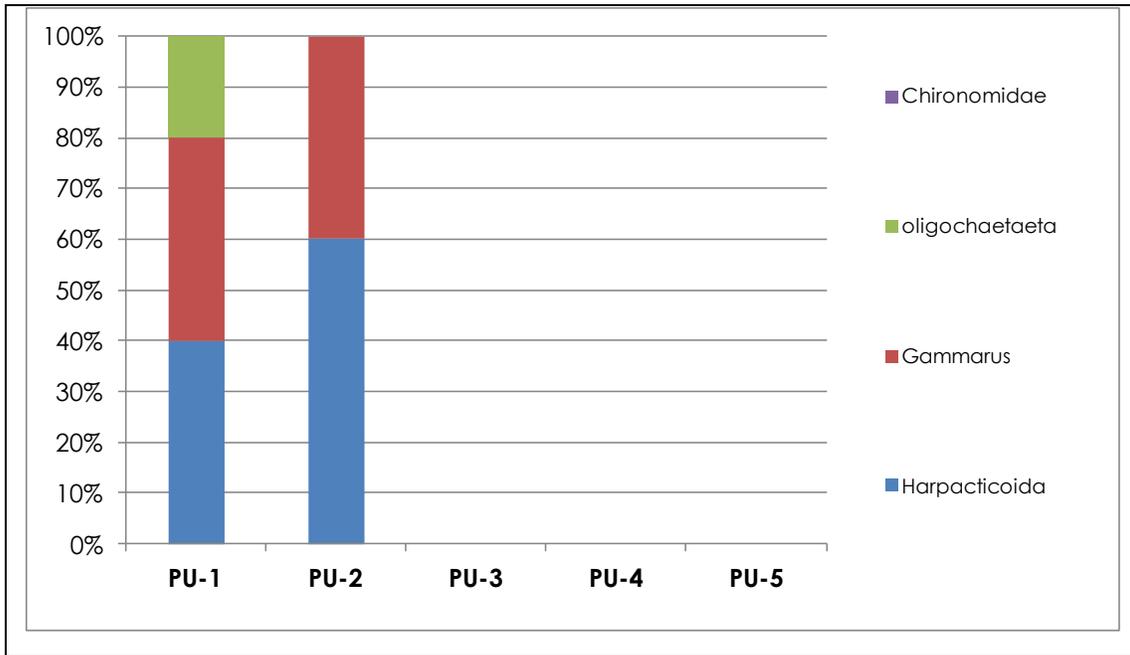


Figura 3-79. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Puilar. Abril 2013



b. Sector Soncor: (Lagunas Barros Negros; Chaxa 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 por estación, se registró en la estación BN-3 con 4 taxa diferentes representados en este punto. Mientras que, el valor mínimo se determinó en la estación CH-1 con un solo taxa representado. En cuanto a la abundancia en el sector, los valores fueron muy distintos entre estaciones de monitoreo, alcanzándose el máximo en la estación BN-3. El taxa más importantes en todos los sectores en cuanto su distribución y abundancia correspondió Chironomidae.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-48, se muestran los valores de riqueza de los organismos del zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sector Sóncor, en la campaña 2013, 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 3-77 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, con un total de 4 taxa representados, mientras que el valor mínimo de riqueza se determinó en la estación CH-1 (Figura 3-77 A). Respecto del valor promedio de la Riqueza de Taxa este fue de 2 +/- 1,6 taxa por estación. La riqueza máxima en el sector fue igual a 5 taxa (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Abundancia Total (Cél/cm3)

En la Tabla 3-48, 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), en la campaña 2013. Por otra parte, la Figura 3-77 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 las estaciones CH-1, con un valor de 220,4 Ind./m2 representados únicamente por individuos del orden Harpacticoidea. Por otra parte, el valor más alto de abundancia correspondió a la estación BN-3, con 1.873,3 Ind./m2, esta vez representados por varios taxa diferentes. El valor promedio para esta variable en el sector fue de 782,2 +/- 739,6 Ind./m2 (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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 Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que este valor del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener fluctuó entre 0 (Estación CH-1 con un solo taxa representado) y 0,92 (Estación BN-1). Por otra parte, el Índice de Equidad (W) también fluctuó ampliamente entre 0 (Estación CH-1) y 0,74 (BM-1) (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Tabla 3-50. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Soncor. Abril 2013

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%	Ind./m2	%
Syrphidae	606,1	57,9			1708,0	91,2			606,1	78,6
Chironomidae	330,6	31,6			55,1	2,9	220,4	100	165,3	21,4
Harpacticoidea	110,2	10,5								
Paratrichocladius sp.					55,1	2,9				
Larva de dolichopodidae					55,1	2,9				
Totales (Ind/m2)	1046,8	100	0		1873,3	100	220,4	100	771,3	100
Riqueza	3				4		1		2	

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-78, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zoobentos en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, durante la campaña 2013. En la figura se aprecian diferencias en cuanto al predominio de taxa en las diferentes estaciones de monitoreo. Así para los puntos BN-1; BN-3 y BM-1 un sólo taxa, en este caso el díptero Syrphidae, contribuyó con más del 50% a la abundancia total del sistema. Por otra parte, en la estación de monitoreo CH-1, sobresale el aporte del grupo Chironomidae. También resulta interesante que la comunidad del zoobentos de la estación BN-3 es muy distinta al del resto de las estaciones, registrándose especies como *Paratrichocladius* sp y Dolichopodidae.

Figura 3-80. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Sóncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013

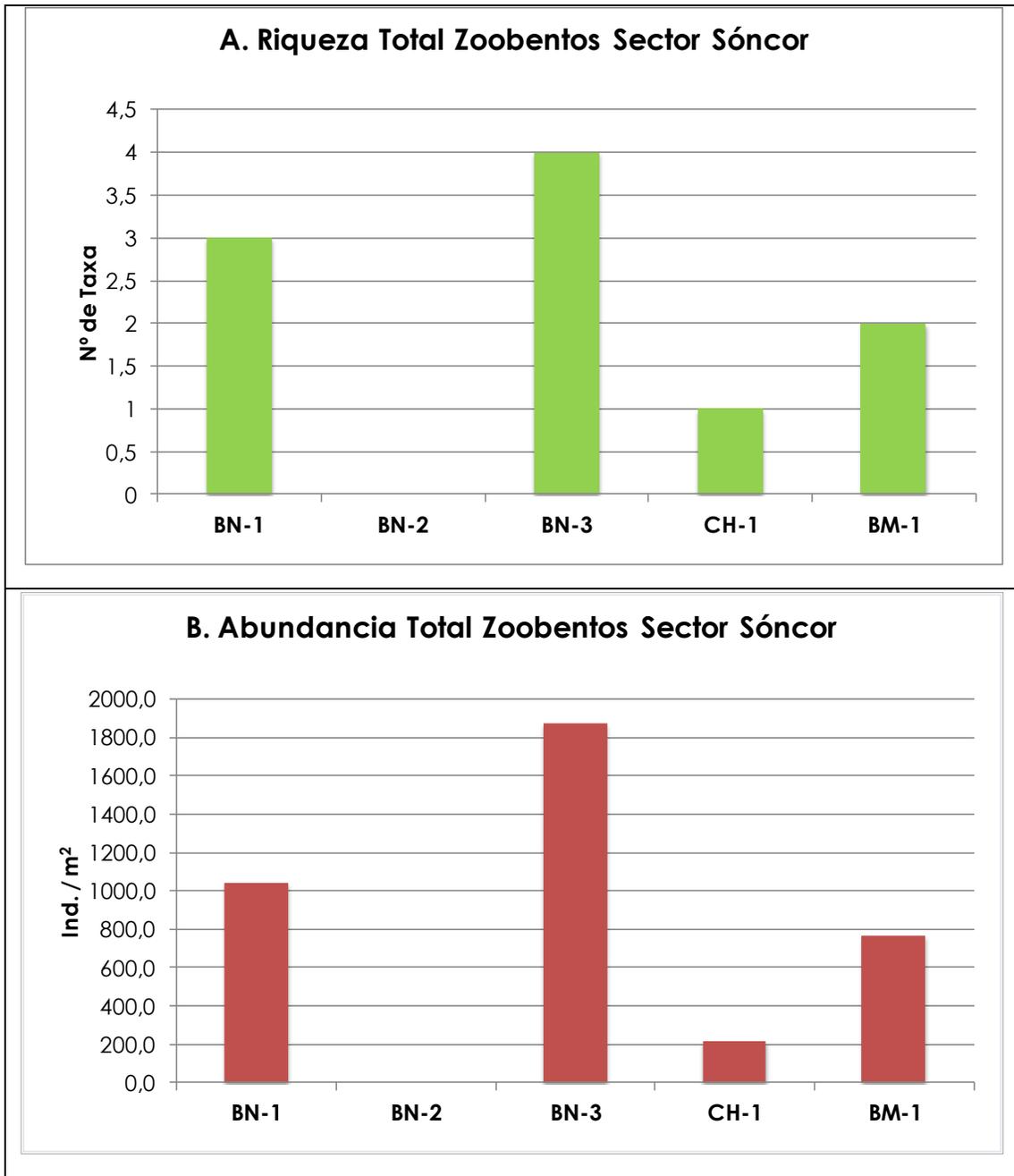
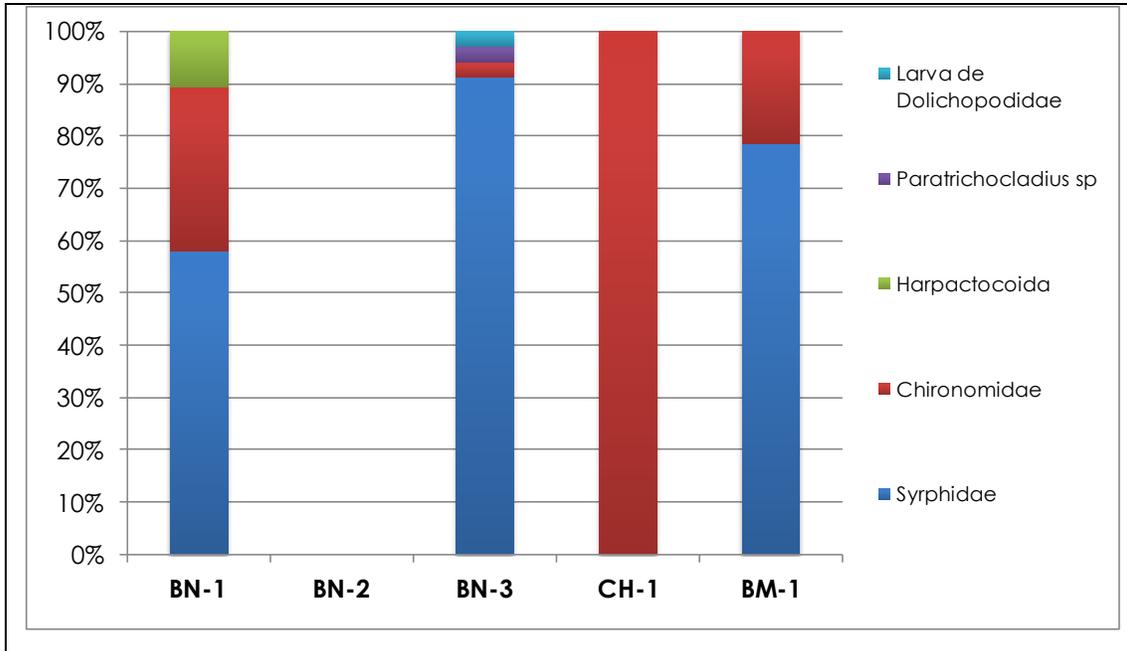


Figura 3-81. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Soncor Lagunas Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013



c. Sector Aguas de Quelena

Diversidad General del Área de Estudio

Respecto de la Riqueza máxima del Sector, se determinó un total de 7 taxa de organismos zoobentónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas. Cabe destacar que en la presente campaña las estaciones Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 del Sistema Aguas de Quelana, se encontraban secas al momento de ser monitoreadas. El valor máximo de riqueza se presentó en la estación Q-3 (3 taxa). Las estaciones Q-2 y Q-4 sólo presentaron un solo taxa. La abundancia máxima se presentó en la estación Q-0. Entre los taxa más abundantes sobresalen los Syrphidos y los Harpacticoideos.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-49, se muestran los valores de Riqueza del Zoobentos en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana, en la campaña 2013. Además, la Figura 3-79 A, muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zoobentos en todo el sector monitoreado. La Figura muestra que los valores más altos de Riqueza se determinaron en la estación Q-3 con 3 taxa representados. Por otra parte, sólo se registró la presencia de un taxa de zoobentos en las muestras de las estaciones Q-2 y Q-4. Por otra parte, las estaciones Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 no fueron monitoreadas debido a que no presentaban columna de agua superficial. El valor promedio de la riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 0,8 taxa, mientras que la riqueza máxima del sector alcanzó a 7 taxa (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El grupo con mayor distribución entre las estaciones de monitoreo fue el de los Harpacticoideos.

Abundancia Total (Ind./m2)

En la Tabla 3-49, se muestran los valores de abundancia total del Zoobentos de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, para la campaña 2013. Además, la Figura 3-79 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Los valores más altos de abundancia se determinaron en la estación Q-0 (495,9 Ind./m²). En cuanto al valor mínimo éste se midió en las estaciones Q-4 con 55,1 Ind./m². Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 148,8 +/- 189,2 Ind./m² (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El elevado valor de la desviación estándar se asocia con el amplio rango de valores entre el mínimo y máximo, registrado en el sector.

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

Respecto de la Diversidad del Zoobentos del Sistema Aguas de Quelana, la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 (Estaciones en las que no se encontraron taxa o con un solo taxa) y 0,90 (Estación Q-3). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un amplio rango de 0 (estaciones con 1 sólo taxa representado) y 1 en la estación Q-3 (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Tabla 3-51. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Aguas de Quelana. Abril 2013

Taxa	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5	
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%
Syrphidae	440,8	88,9										
Larva de dolichopodida	55,1	11,1							55,1	100	110,2	40
Harpacticoidea			55,1	50	110,2	100	275,5	62,5				
Chironomidae			55,1	50								
Larvas de Chironomidae							110,2	25				
Pupa de díptero							55,1	12,5				
Oligochaetaeta											165,3	60
Totales (Ind/m²)	495,9	100	110,2	100	110,2	100	440,8	100	55,1	100	275,5	100
Riqueza	2		2		1		3		1		2	

* las estaciones Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9 no se incluyen en la tabla porque al momento del monitoreo se encontraban sin cubierta superficial de agua.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-80, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zoobentos en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. Como se aprecia en la Figura 3-80, entre las estaciones de monitoreo sobresale el aporte a la abundancia total del grupo de los Harpacticoideos, presentes. Mientras que, en las estaciones Q-4 y Q-5 resultó muy importante el aporte de las larvas de

Dolichopodidae. Entre ambos taxa, contribuyeron a cerca del 76% de la abundancia total en el sector (Figura 3-80).

Figura 3-82. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana. Abril 2013

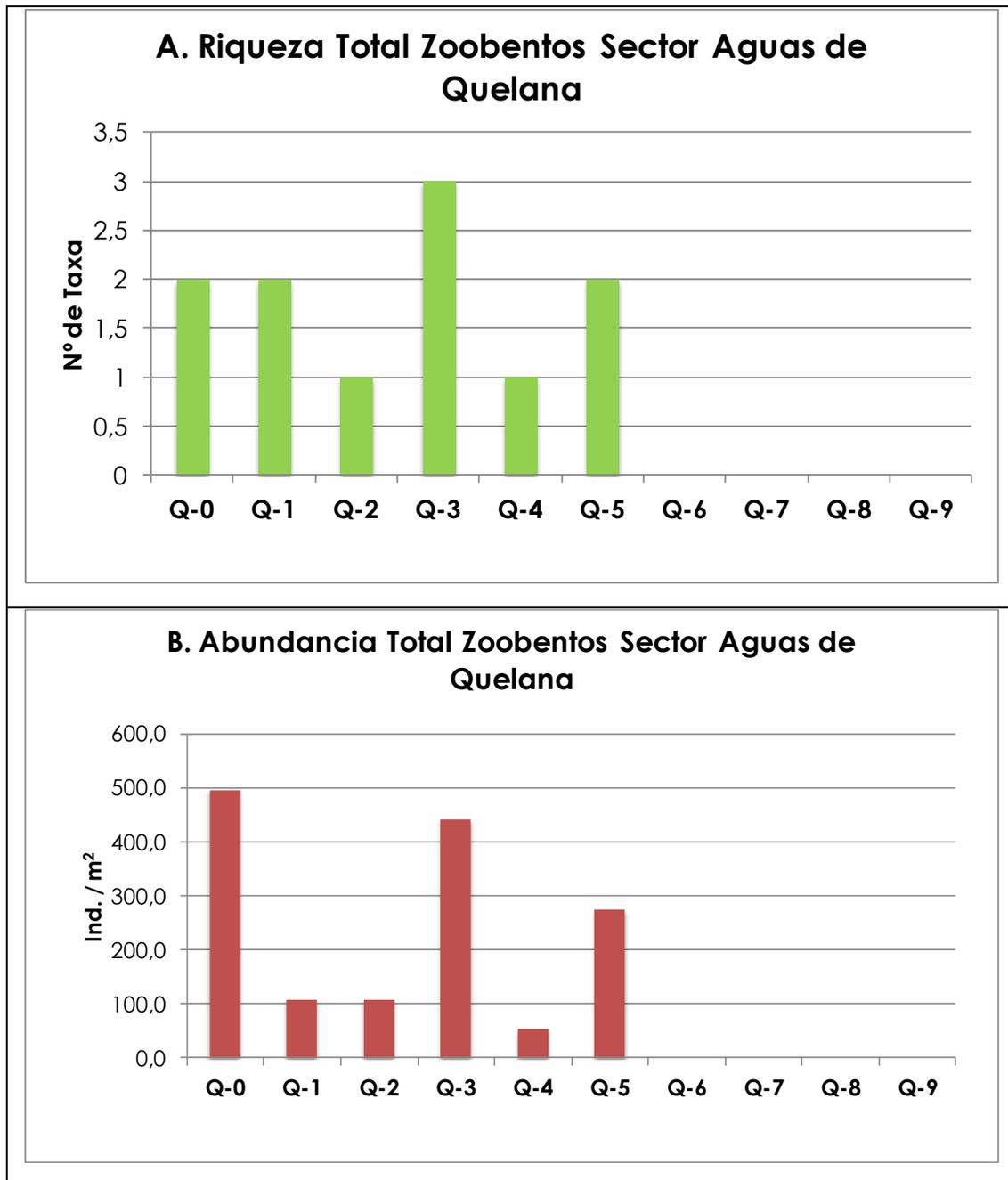
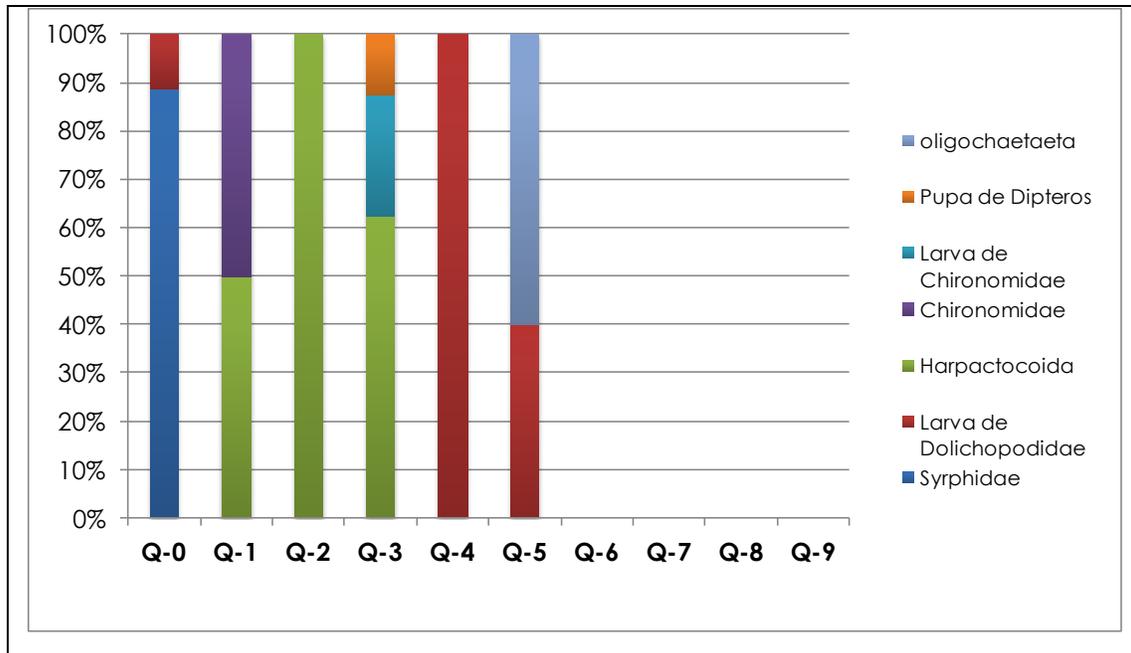


Figura 3-83. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Aguas de Quelana. Abril 2013



d. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

La Riqueza máxima de organismos zoobentónicos en el Sector Peine durante la presente campaña (2013), correspondió a 6 taxa (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). En esta oportunidad, el mayor número de taxa de zoobentos se presentó en la estación PE-2 (correspondiente a la Laguna Interna). Mientras que por otra parte, el valor más alto de abundancia se presentó en la estación la Laguna Saladita (estación SA-1). Respecto de los taxa más conspicuos en el sector, respecto de su distribución y abundancia, éstos correspondieron a las larvas de Dolichopodidae.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-50, 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 3-81 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 PE-2 (Laguna Interna), mientras que el valor más bajo para esta variable se registró en la estación SA-2 (Laguna Salada), con un solo taxa representado. El valor promedio de la riqueza de taxa por estación fue de 2 +/- 0,7 taxa.

Abundancia Total (Ind./m2)

En la Tabla 3-50, se muestran los valores de Abundancia Total de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, para la actual campaña de 2013. Además, la Figura 3-81 B, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zoobentos en todo el sector monitoreado. Como se aprecia en la Figura, los valores más altos de Abundancia del Zoobentos se presentaron en la Estación SA-1 correspondiente a la Laguna Saladita, con un valor de Abundancia Total de 551,0 Ind./m². La comunidad del Zoobentos en esta estación estuvo, principalmente, representada por la orden Harpacticoidea (70%). El valor más bajo para este parámetro correspondió a 55,1 Ind./m² en la estación SA-2. Respecto del valor promedio para todo el sector fue de 286 +/- 180,2 Ind./m² (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

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

Respecto de la Diversidad de la comunidad del Zoobentos del Sistema Puillar, medida a través del Índice de Shannon-Wiener (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el rango del valor de H, varió entre 0 y 0,87, en las estaciones SA-2 y PE-2, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness, éstos fluctuaron entre 0 (Estación SA-2) y 0,97 (Estación PE-2). EL alto valor de W en la estación PE-2, se debió a que los dos taxa presentes en dicha estación contribuyeron de manera más equitativa a la abundancia total de la estación (Tabla 3-50).

Tabla 3-52. Composición abundancia total y relativa del Zoobentos del sector de Peine Lagunas Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./m ²	%								
Harpacticoidea	110,2	40	220,4	66,6	165,3	75	385,7	70		
Larva de apoda de díptero	165,3	60								
Pupa de Díptero			55,1	16,7						
Chironomidae			55,1	16,7			165,3	30		
Larva de dolichopodida					55,1	25				
Oligochaetaeta									55,1	100
Totales (Ind/m²)	275,5	100	330,6	100	220,4	100	551,0	100	55,1	100
Riqueza	2		3		2		2		1	

Figura 3-84. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Peine. Laguna Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013

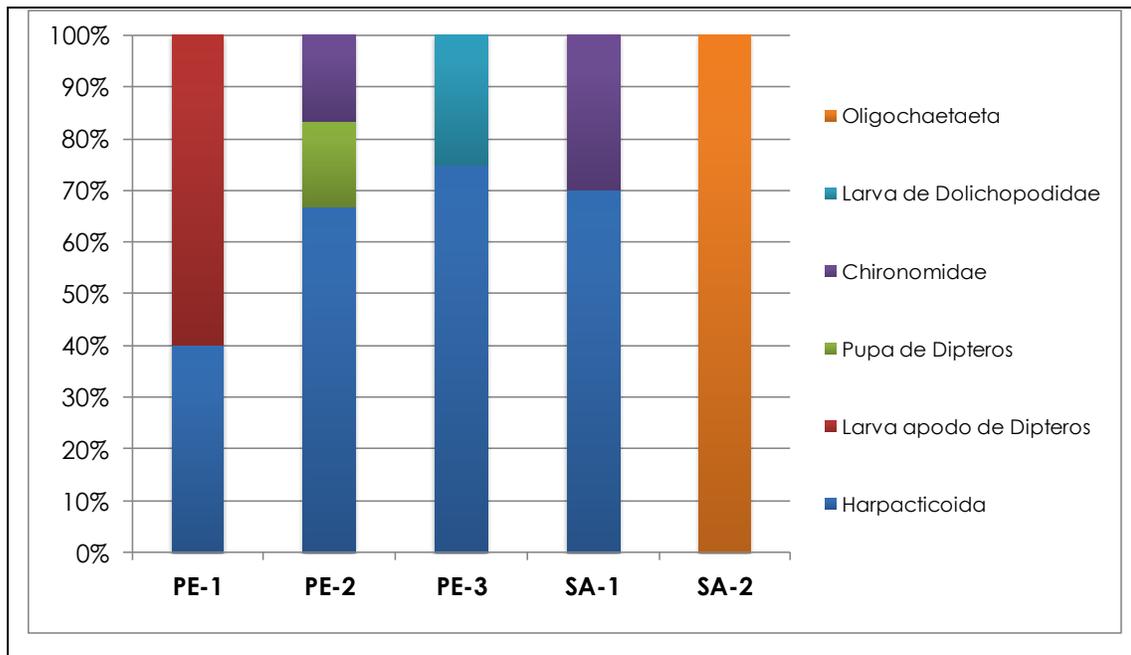
Figura 3-84. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Peine. Laguna Interna (PE), Saladita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-82, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zoobentos en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saladita en la campaña 2013. En la Figura se aprecia claramente, que la contribución más importante a la abundancia relativa, correspondió al orden Harpacticoidea, mientras que el resto de taxa no mostró un dominio significativo. Así, para la mayoría de las estaciones este grupo sobrepasa, al menos, el 40% de abundancia relativa.

Figura 3-85. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Peine. Abril 2013



3.4.2.6 — Análisis datos históricos del Zoobentos

a. Sector Soncor: Laguna Puilar:

La Figura 3-83, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Zoobentos en el Sector Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

La Figura 3-83 muestra los datos de abundancia del Zoobentos registrados en la presente campaña 2013. Como se observa el valor de la mediana del presente monitoreo fue conservativo, respecto de las campañas desde el año 2009 en adelante. Asimismo, el rango de valores para este parámetro fue muy estrecho, de manera semejante a lo observado en las últimas 5 campañas de monitoreo. En relación con el 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.

En relación con la Riqueza de Taxa, el valor de la mediana del año 2013 fue ligeramente menor a los registrados en las campañas previas (Figura 3-84). En esta oportunidad, los datos se agruparon principalmente en el percentil 25%. Por otra parte, la dispersión de datos en el percentil 75% fue mayor que el observado para el percentil 75%.

Para los valores de Riqueza de Taxa, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas entre los años 2006 y 2013.

b. Sector Soncor: 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 3-85, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Los datos de abundancia del Zoobentos registrados en la presente campaña del año 2013, fueron conservativos, respecto de las campañas desde el año 2009 en adelante. Asimismo, el rango de valores para este parámetro fue muy estrecho, de manera semejante a lo observado en las últimas 5 campañas de monitoreo. En relación con el 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 el valor registrado en el año 2013 fue conservativo respecto de todas las campañas realizadas entre los años 2006, 2010 y 2012 (Figura 3-86). En esta oportunidad, los datos se agruparon de manera equitativa en los percentiles 25% y 75%. La dispersión de datos en ambos percentiles también fue semejante, lo que da cuenta de una distribución normal de los datos.

Para los valores de Riqueza de Taxa, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las campañas realizadas entre los años 2006 y 2013.

c. Sector Aguas de Quelana

El análisis interanual de Abundancia del Zoobentos en el Sector Aguas de Quelana se muestra en la Figura 3-87; mientras que, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

La Figura 3-87, muestra que el valor de la mediana de la abundancia fue conservativo respecto de la mayoría de las campañas previas (2009-2013). Asimismo, los datos de la actual campaña muestran, al igual que lo observado en los años 2009, 2010, 2011 y 2012, un estrecho rango de variación comparado con el reportado entre los años 2006 y 2008. 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.

El análisis de variación interanual de los datos de Riqueza del Zoobentos en el Sector Aguas de Quelana, muestra un interesante comportamiento (Figura 3-88), caracterizado por una importante fluctuación entre las distintas campañas. Respecto de la presente campaña, el valor de la mediana

fue ligeramente más alto que del año 2012, aunque se mantuvo dentro del rango de variación de este parámetro en todo el período analizado (2006-2013). Cabe destacar que en la presente campaña los datos se agruparon equitativamente en ambos percentiles. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas en el período analizado. (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

d. 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 3-89, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Los resultados muestran que el valor de la mediana de la actual campaña fue conservativo, respecto de los monitoreos del 2006; 2009; 2010, 2011 y 2012 mostrando, además, un estrecho rango de valores como el de las campañas antes mencionadas. Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos realizados a la fecha (2006 a 2011).

Pese a la variación interanual observada para la riqueza de taxa del zoobentos del sector Peine (Figura 3-90), el análisis comparativo de los valores de la mediana arrojó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las campañas de monitoreo (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota). Respecto de los valores de la actual campaña (2013), la mediana se mantuvo en un valor muy parecido al del año previo (2012), no obstante el rango de valores de la presente campaña fue menor que la del año 2012. Asimismo, estuvo dentro del rango de fluctuación de la variable, para todo el período analizado (2006-2013). En cuanto al comportamiento de los datos, éstos se agruparon equitativamente en ambos percentiles (25% y 75%). Por otra parte, en la Figura 3-90, se aprecia que hubo una dispersión de los datos muy semejante en ambos percentiles.

Figura 3-86. Análisis histórico de la abundancia del zoobentos sector Puilar

Figura 3-86. Análisis histórico de la abundancia del zoobentos sector Puilar

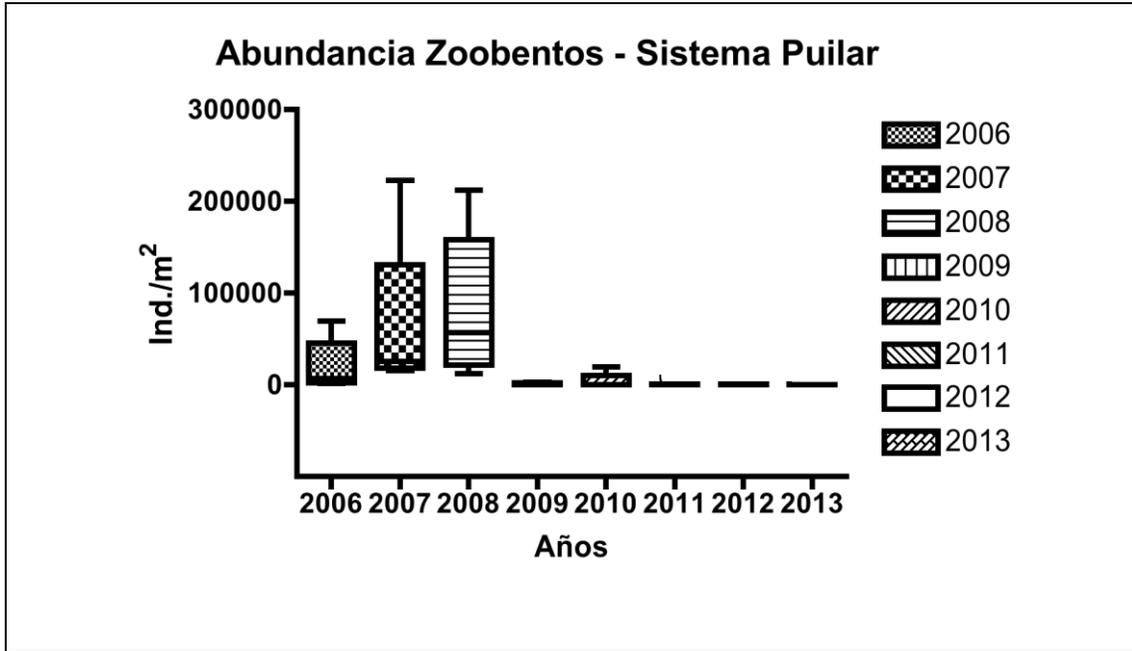


Figura 3-87. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Puilar

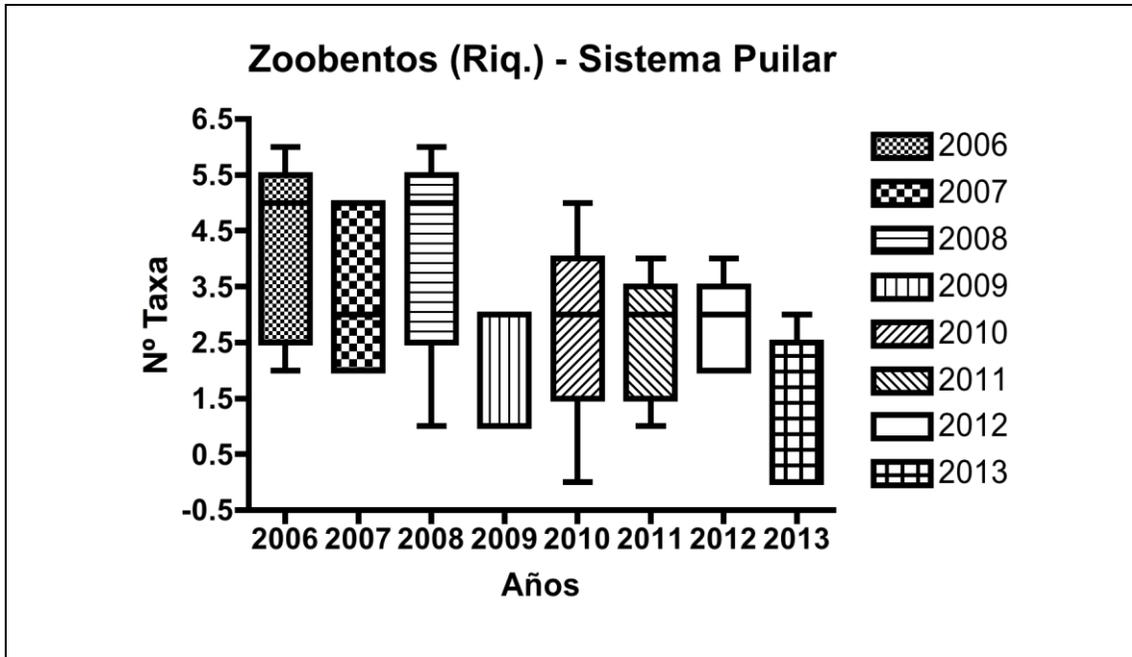


Figura 3-88. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Soncor Lagunas Barros Negros, Chaxas, Burro Muerto

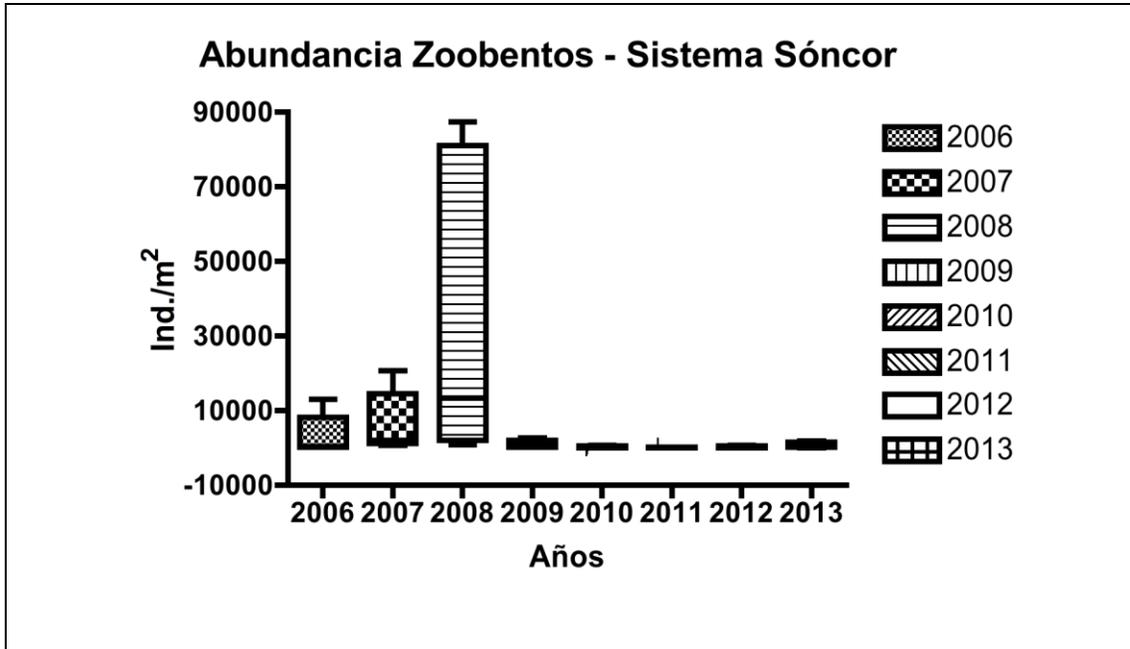


Figura 3-89. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto

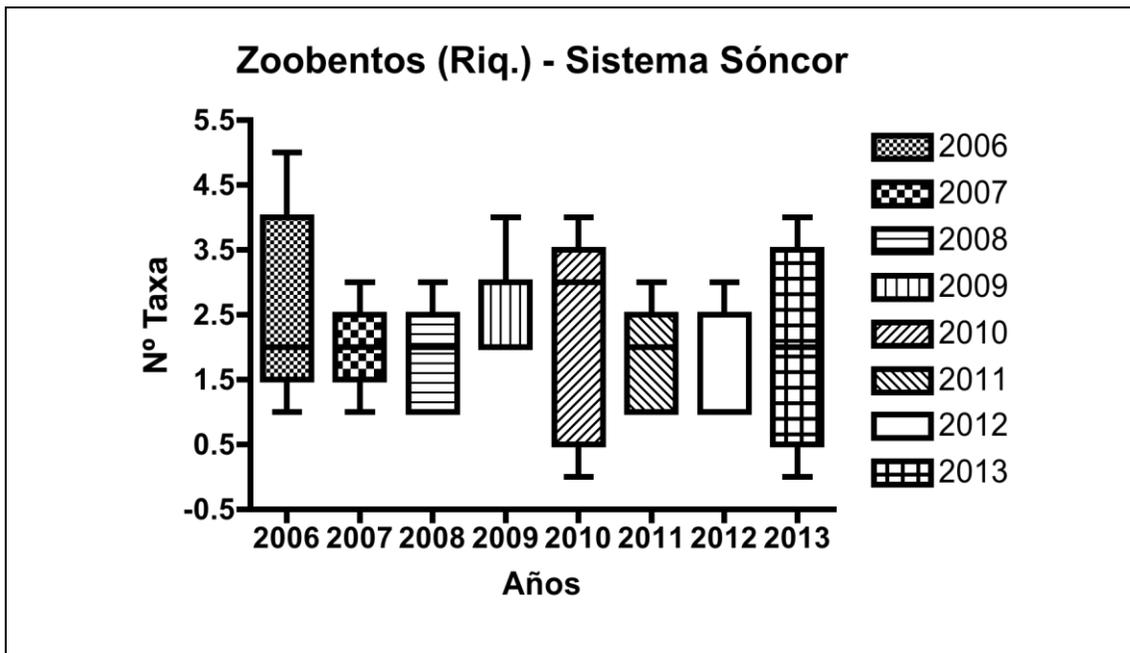


Figura 3-90. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Aguas de Quelana

Figura 3-90. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Aguas de Quelana

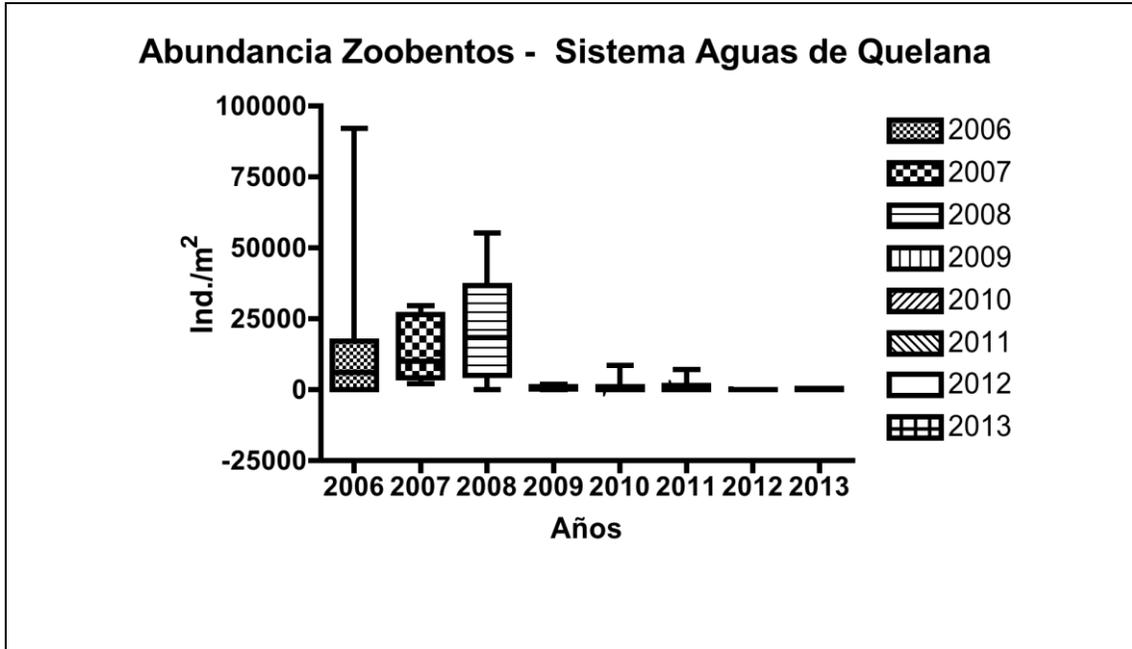


Figura 3-91. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zoobentos sector Aguas de Quelana

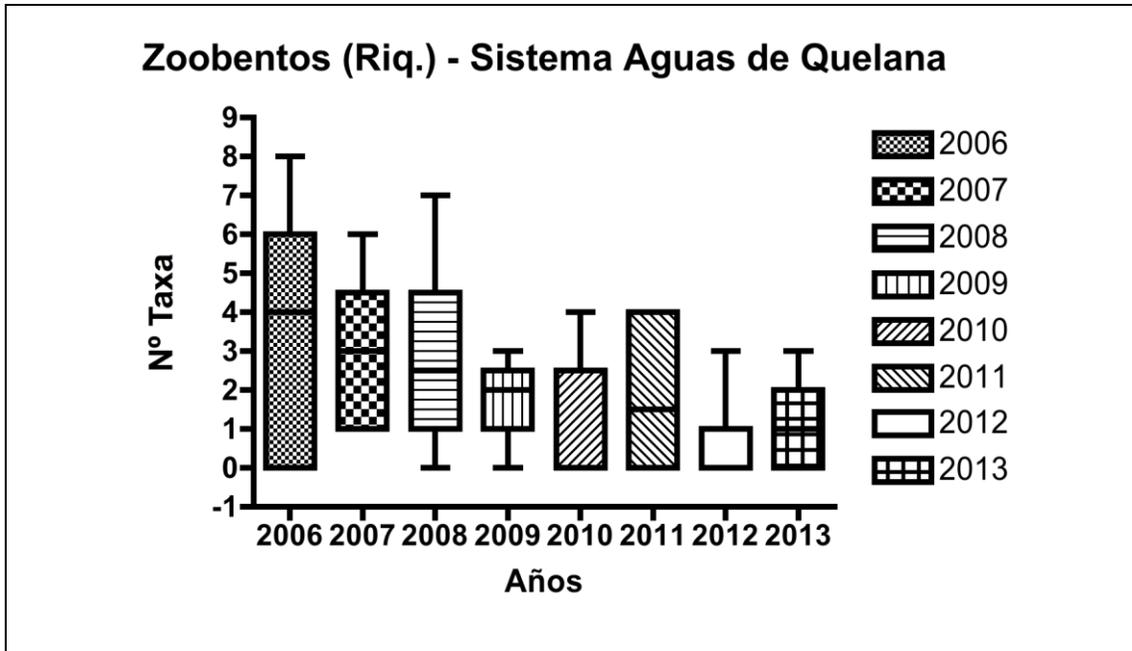


Figura 3-92. Análisis históricos de la abundancia del zoobentos sector Peine Laguna Interna, Salada y Saladita

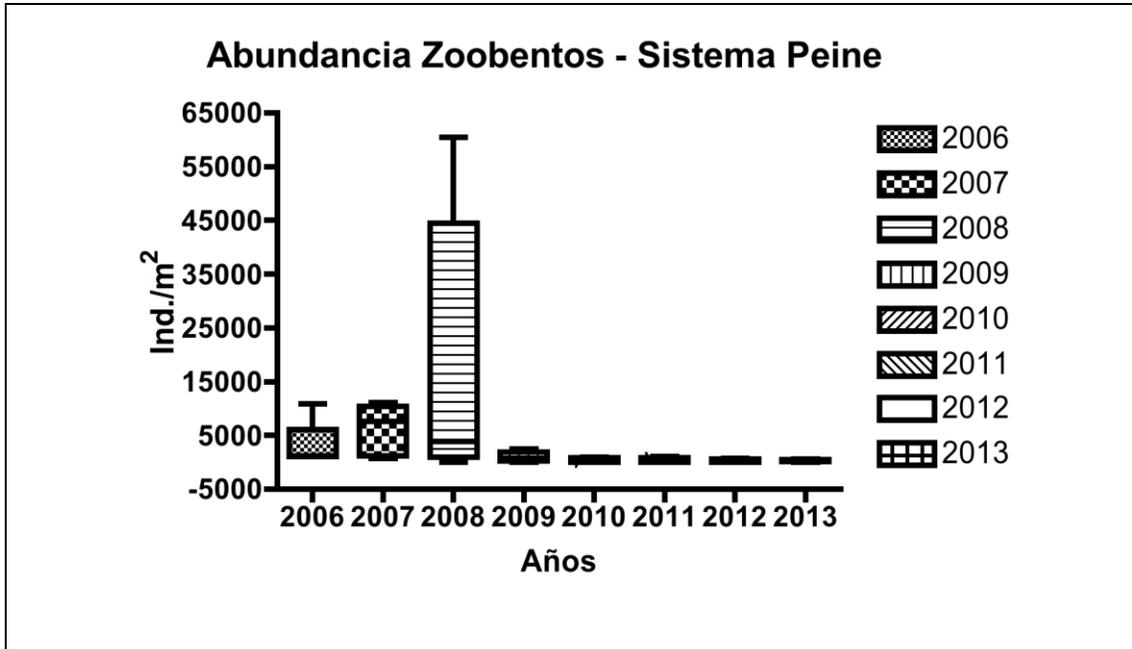
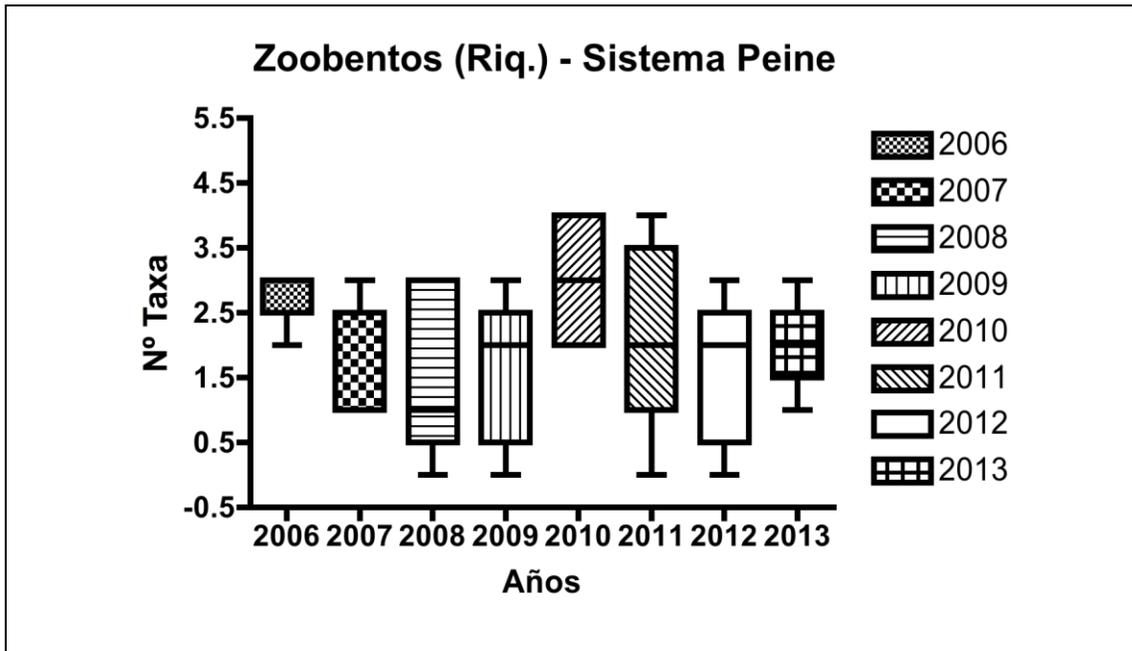


Figura 3-93. Análisis histórico de la riqueza de taxa del zoobentos sector Peine. Lagunas Internas, Salada y Saladita



3.4.2.7 — Zooplancton

La Figura 3-91 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 del monitoreo 2013, se determinaron en el Sistema Aguas de Quelana, particularmente en la Estación Q-5, correspondiente un sector del canal. De igual manera que lo observado en la campaña 2012, los valores más bajos de abundancia del zooplancton se determinaron entre las estaciones del Sistema Sóncor (Figura 3-91).

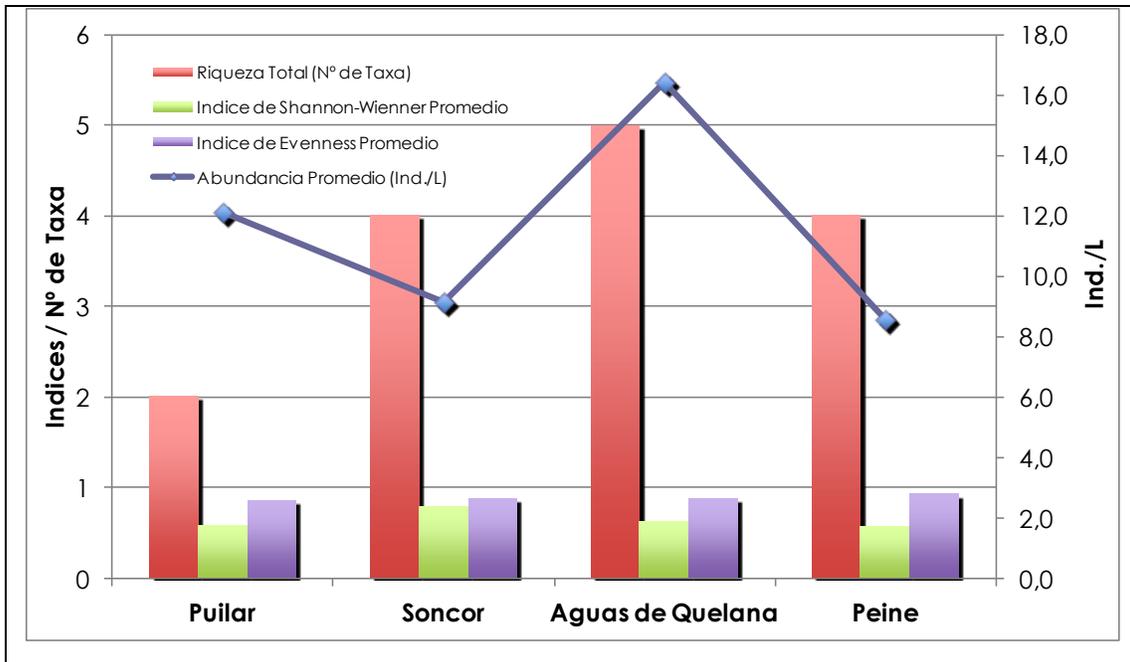
Respecto de la Riqueza de Taxa, el valor más alto por estación correspondió a 5 taxa y se determinó, al igual que lo observado para los máximos de abundancia en el Sector de Aguas de Quelana. El número menor de taxa se presentó entre las estaciones del sector Puilar (Figura 3-91). El Índice de Shannon-Wiener fue máximo en el Sector de Sóncor y mínimo en el Sector de Peine (esto a pesar que en este punto se determinó un valor elevado de riqueza). El Índice de Evenness, mostró un valor máximo en el Sector de Peine.

Respecto de la riqueza máxima entre todos los sectores monitoreados, ésta alcanzó a 5 taxa (Anexo II: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Los altos valores de riqueza y abundancia del zooplancton entre las estaciones de Aguas de Quelana, podrían tener relación con la homogeneidad respecto de la oferta alimentaria, representada por el fitoplancton, que en esta campaña mostró valores elevados y similares en cada punto de monitoreo. No obstante la salinidad, puede ser también un factor condicionante de la sobrevivencia de las poblaciones del zooplanctónicas, en este caso los taxa representados fueron predominantemente halófilos.

Respecto de las abundancias relativas, como en campañas previas al 2013, dos taxa fueron claramente dominantes en todos los sectores: *Darwinula stenvensonii* y *Cletocamptus cesuriensis*.

Figura 3-94. Análisis de los principales parámetros comunitarios del zooplancton en los 4 sectores monitoreados



a. Sector Soncor: Laguna Puilar

Diversidad General del Área de Estudio

En el Sector de la Laguna Puilar, se determinó un total de 2 taxa representantes del zooplancton. Sin embargo, cabe mencionar que en la presente campaña sólo se muestrearon 2 de las 5 estaciones que normalmente se analizan en el sector (las estaciones PU-3, PU-4 y PU-5, se encontraban sin cubierta de agua superficial al momento de ser monitoreadas). En ambas estaciones monitoreadas se registraron 2 taxa. La mayor abundancia de individuos se midió en la estación PU-2 con 12,9 Ind./L. Respecto de los taxa que presentaron una mayor distribución espacial, éstos correspondieron a individuos de las especies *Darwinula stevensonii*, *Cletocamptus cesuriensis* y *Artemia franciscana*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-51, se muestran los valores de Riqueza del Zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar, en la campaña 2013. Además, la Figura 3-92, 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, en esta oportunidad ambas estaciones monitoreadas (PU-1 y PU-2), presentaron 2 taxa, las mismas en cada estación. El valor promedio de la Riqueza de taxa fue por lo tanto de 2 +/- 0 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-51, se presentan los valores de Abundancia Total del Zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Puilar en la campaña 2013. Además, la Figura 3-92, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del grupo en todo el sector monitoreado. Como se observa en la Figura 3-92, la abundancia fue mayor en la estación PU-2, que corresponde a un punto en el sector del canal de Puilar. En esta estación de monitoreo (así como también en la estación PU-1), se determinó la presencia abundante de individuos de la especie *Darwinula stevensonii*. Por otra parte, el valor mínimo se determinó en la estación PU-1, correspondiente a un punto de la Laguna. Como en campañas previas, los blooms de *D. stevensonii*, se registran en puntos de mediana y alta salinidad. Una explicación a este comportamiento de la especie es que está descrita como halófila. En cuanto al promedio de las abundancias en el sector, éste alcanzó a los 12,1+/- 1,0 Ind./L (Anexo II: Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

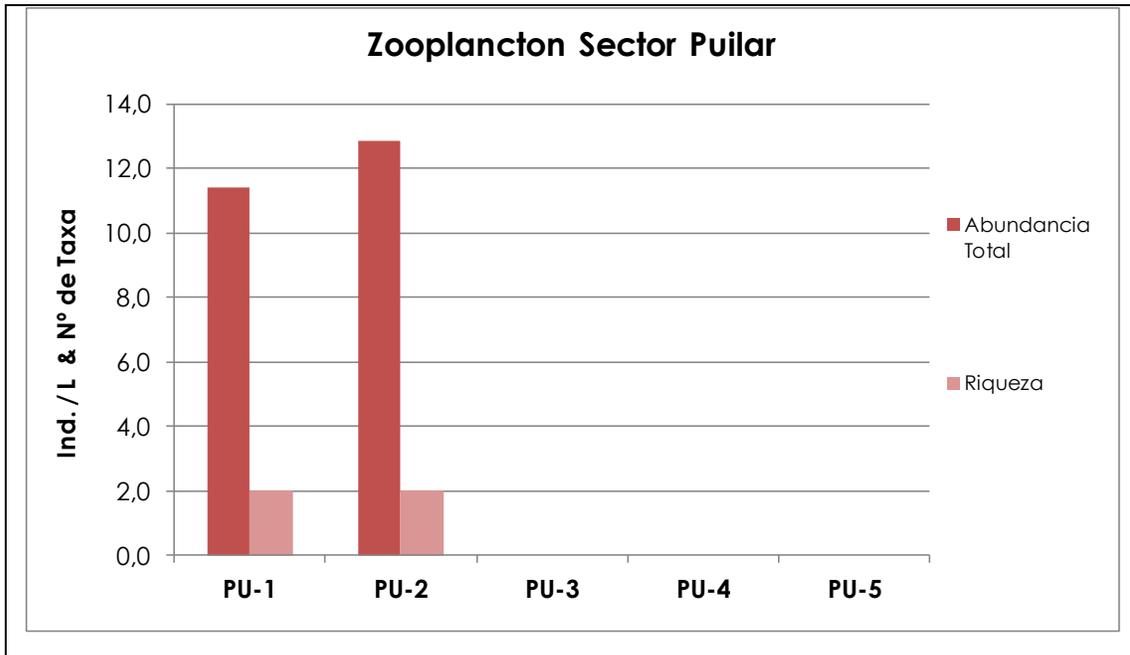
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de las comunidades del Zooplancton del Sector Puilar, medida a través del Índice de Diversidad de Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el rango del valor para H en la campaña 2013, fluctuó entre 0,53 (PU-2) y 0,66 (PU-1). En lo referente a los bajos valores de diversidad en la estación PU-2 esto pudo ser debido al escaso número de taxa (2 taxa) y al predominio de una sola especie *Darwinula stevensonii* (Tabla 3-51, Figura 3-93). En cuanto a los Índices de Equidad, medidos a través del Índice de Evenness (W), éstos fluctuaron en un rango de entre 0,76 en la estación PU-2 y 0,95 en la estación PU-1 (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

Tabla 3-53. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Puilar. Abril 2013

Taxa	PU-1		PU-2		PU-3		PU-4		PU-5	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
<i>Darwinula stevensonii</i>	7,1	62,5	10	77,8						
Indeterminado	4,3	37,5	2,9	22,2						
Abundancia Total (Ind./L)	11.4	100	12,9	100						
Riqueza de Taxa	2		2							

Figura 3-95. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Puilar. Abril 2013

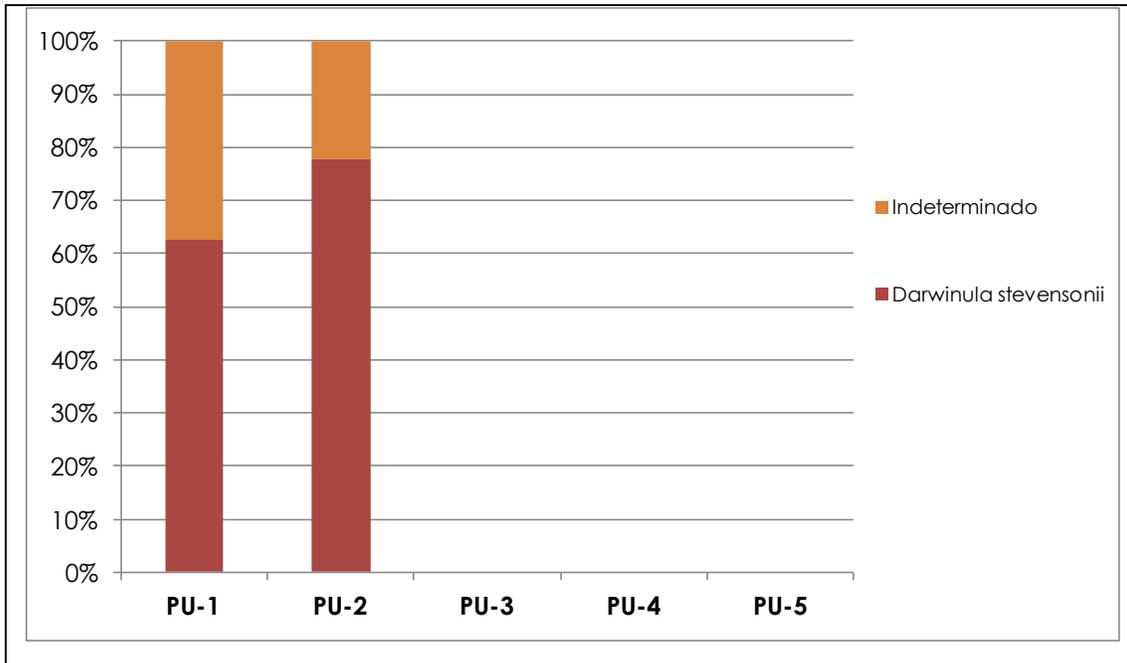


Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-93, muestra la distribución de las Abundancias Relativas de los representantes del zooplancton en las estaciones del Sistema Puilar. En la Figura se observa que en las dos estaciones analizadas el ostrácodo *Darwinula stevensonii* (copépodo es definido como halófilo) aportó significativamente a la abundancia total del sistema (> 60% de la abundancia total). Así también, se observa que un individuo indeterminado fue abundante en ambas estaciones.

Figura 3-96. Abundancia relativas de los organismos del zooplancton sector Puilar. Abril 2013

Figura 3-96. Abundancia relativas de los organismos del zooplancton sector Puilar. Abril 2013



b. Sector Soncor: Laguna Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto

Diversidad General del Área de Estudio

El número máximo de taxa determinado en todo el sector fue de 4. El número mayor de taxa del Zooplancton se registró en la estación BM-1 con 4 taxa diferentes representados en este punto. En cuanto al valor mínimo de la Riqueza, éste se determinó en la estación BN-3, con sólo un taxa representado. Cabe señalar que, la estación BN-2 no fue muestreada en la presente campaña (2013), por encontrarse sin una cubierta de agua superficial al momento del monitoreo. Al igual que en años previos al 2013, en la mayoría de los sectores, el taxa más importante en cuanto a su frecuencia y abundancia, correspondió al copépodo *Darwinula stevensonii*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-52, 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 la campaña 2013. En esta misma Tabla se muestran los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zooplancton en todo el sector monitoreado. Además, la Figura 3-94, 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 con 4 taxa representados. Por su parte, la riqueza más baja se determinó en la estación BN-3 con un solo taxa presente. Respecto del valor promedio de la Riqueza este fue de 3 +/- 1 taxa por estación.

Abundancia Total (Cél/cm3)

En la Tabla 3-52, 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) en la campaña 2013. Asimismo, la Figura 3-94, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zooplancton en todo el sector monitoreado. El valor más alto para este parámetro se determinó en la estación CH-1 (15,7 Ind/L), donde al igual que en campañas previas al 2013, se presentó una importante población del ostrácodo *Darwinula stevensonii*, acompañada por individuos de *Artemia franciscana*. La presencia abundante de zooplancton en estas estaciones de monitoreo pudo deberse a fenómenos de blooms de la especie *D. stevensonii* por tratarse ésta de una especie típicamente halófila. Respecto del valor promedio, considerando las 3 lagunas analizadas, éste fue de 11,4 +/- 3,5 Ind./L (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

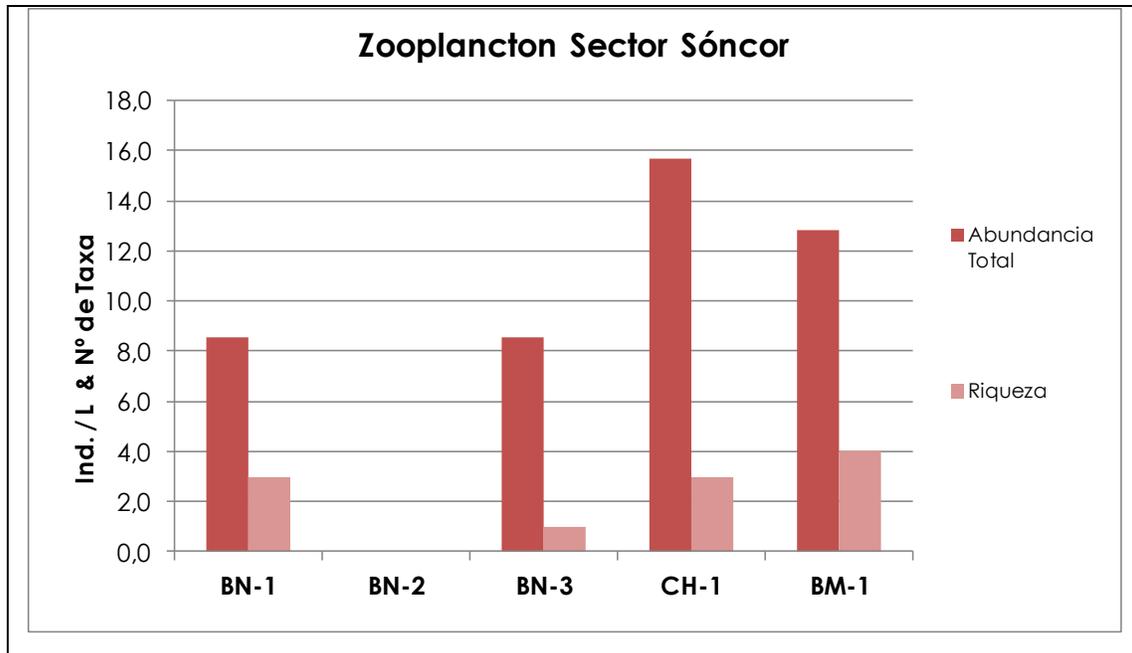
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

En relación con la Diversidad del Zooplancton en la campaña de Abril del 2013, en las estaciones del Sector Sóncor, la Tabla de Estadística Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el valor del Índice de Shannon-Wiener fluctuó entre 0 (Estación BN-3) y 1,31 (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: 0,94). Así, esta estación de monitoreo presentó una alta Riqueza de taxa y una elevada abundancia aportada de manera equitativa entre todas las especies determinadas (Tabla 3-52).

Tabla 3-54. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Soncor Laguna Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto. Abril 2013

Taxa	BN-1		BN-2		BN-3		CH-1		BM-1	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
<i>Darwinula stevensonii</i>	4,3	50			8,6	100	10,0	63,6	4,3	33,3
<i>Cletocamptus cecsuricensis</i>	1,4	16,7							1,4	11,1
<i>Artemia Franciscana</i>							4,3	27,3	2,9	22,2
Indeterminado	2,9	33,3					1,4	9,1	4,3	33,3
Abundancia Total (Ind./L)	8,6	100	0		8,6	100	15,7	100	12,9	100
Riqueza de Taxa	3		0		1		3		4	

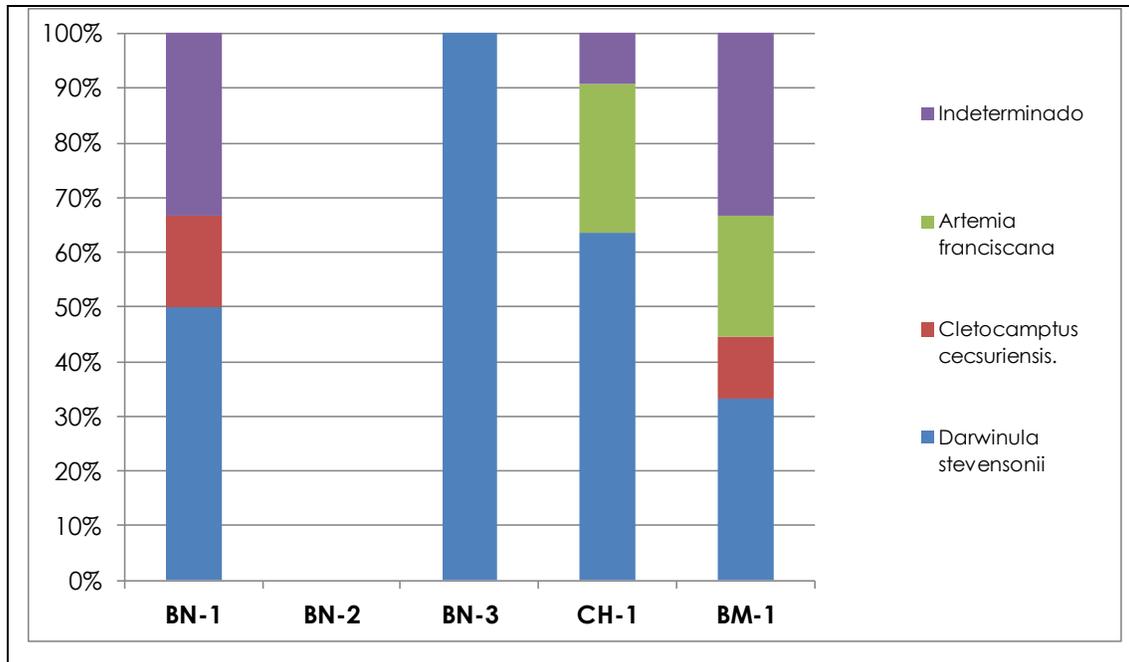
Figura 3-97. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluados en el sector Sóncor Laguna Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013



Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-95, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplancton en las estaciones del Sistema Sóncor y sus Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto; en la campaña 2013. En éstas se destaca que los taxa más importantes, en relación con su valor de Abundancia Relativa y su frecuencia fueron el ostrácodo *Drawinula stevensonii*, el cual estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo; seguido de *Artemia franciscana*, que contribuyó de manera importante a la abundancia total de las estaciones CH-1 y BM-1.

Figura 3-98. Abundancias relativas de los organismos del zoobentos sector Soncor Laguna Barros Negros (BN); Chaxas (CH) y Burro Muerto (BM). Abril 2013



c. 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 5 taxa entre todas las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). El número máximo de taxa del zooplancton por estación fue igual a 3 y se reportó en las estaciones Q-2 y Q-5. Por otra parte, el valor más alto de abundancia se determinó en la estación Q-5. Respecto de los taxa que mayormente se distribuyeron espacialmente y contribuyeron a la abundancia total del zooplancton, éstos correspondieron a *Darwinula stevensonii* y *Cletocamptus cecsurienis*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-53, se muestran los valores de Riqueza del Zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector de Aguas de Quelana, en la campaña 2013. Además, la Figura 3-96 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 fueron Q-2 y Q-5, con 3 taxa representados en cada uno de estos puntos. Por otra parte, el valor mínimo para esta variable se determinó en la estación Q-1 con un solo taxa representado. No obstante, cabe resaltar que para el sistema en su totalidad, hubo un número de puntos donde no se pudo muestrear el zooplancton por encontrarse secos al momento del monitoreo (Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9). En cuanto al valor promedio de riqueza por estación éste fue de 2 +/- 0,7 Taxa.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-53, se muestran los valores de abundancia total del Zooplancton de las estaciones pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana en la campaña de 2013. Asimismo, la Figura 3-96, muestra los resultados de la distribución de la Abundancia Total del Zooplancton en el sector monitoreado. Se puede apreciar que el valor más alto de Abundancia se determinó en la estación Q-5 (30 Ind/L); mientras que, el valor mínimo se presentó en la estación Q-2 (10, Ind/L). Respecto del valor promedio para todo el sector este fue de 16,4 +/- 7,6 Ind/L (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Nuevamente, es importante hacer notar que 4 de las 10 estaciones del Sistema Aguas de Quelana, no fueron monitoreadas en esta oportunidad por encontrarse sin cubierta superficial de agua. Así, éstas no fueron incluidas ni en el rango ni en el promedio de valores.

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 II), muestra que el rango de valores para el Índice de Shannon-Wiener, fluctuó entre 0 (Estación Q-3) y 1,0 (Estación Q-2). En cuanto a los Índices de Equidad, éstos fluctuaron en un rango de 0 y 0,95, en las estaciones Q-3 y Q-4, respectivamente.

Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-97, muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplancton en las estaciones del Sistema Aguas de Quelana. En éstas se destaca que los taxa más importantes, en relación con su valor de Abundancia Relativa y su frecuencia fueron el ostrácodo *Drawinula stevensonii*, el cual estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo; seguido del copépodo *Cletocamptus cecsurienensis*, que contribuyó de manera importante a la abundancia total de las estaciones Q-2, Q-4 y Q-5. Llama la atención la presencia de Larvas de Quironomidae (una especie más típicamente bentónica) en la estación Q-1. Esto se podría asociar al hecho que todos los puntos muestreados sufrieron una reducción de sus niveles hidrológicos, al punto de encontrarse secos muchos de éstos al ser monitoreados (Q-6, Q-7, Q-8 y Q-9),

Tabla 3-55. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Aguas de Quelana. Abril 2013

Taxa	Q-0		Q-1		Q-2		Q-3		Q-4		Q-5	
	Ind/L	%										
Larva de Chironomidae	2,9	25										
<i>Darwinula stevensonii</i>	8,6	75	12,9	64,3	4,3	42,9	11,4	100	5,7	36,4	12,9	42,9
<i>Cletocamptus cecsurienensis</i>					4,3	42,9			10,0	63,6	15,7	52,4
<i>Artemia franciscana</i>			7,1	35,7								
Indeterminado					1,4	14,3					1,4	4,8
Totales (Ind/L)	11,4	100	20,0	100	10,0	100	11,4	100	15,7	100	30,0	100
Riqueza	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	3	3

Figura 3-99. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana Abril 2013

Figura 3-99. Parámetros comunitarios del zoobentos evaluados en el sector Aguas de Quelana Abril 2013

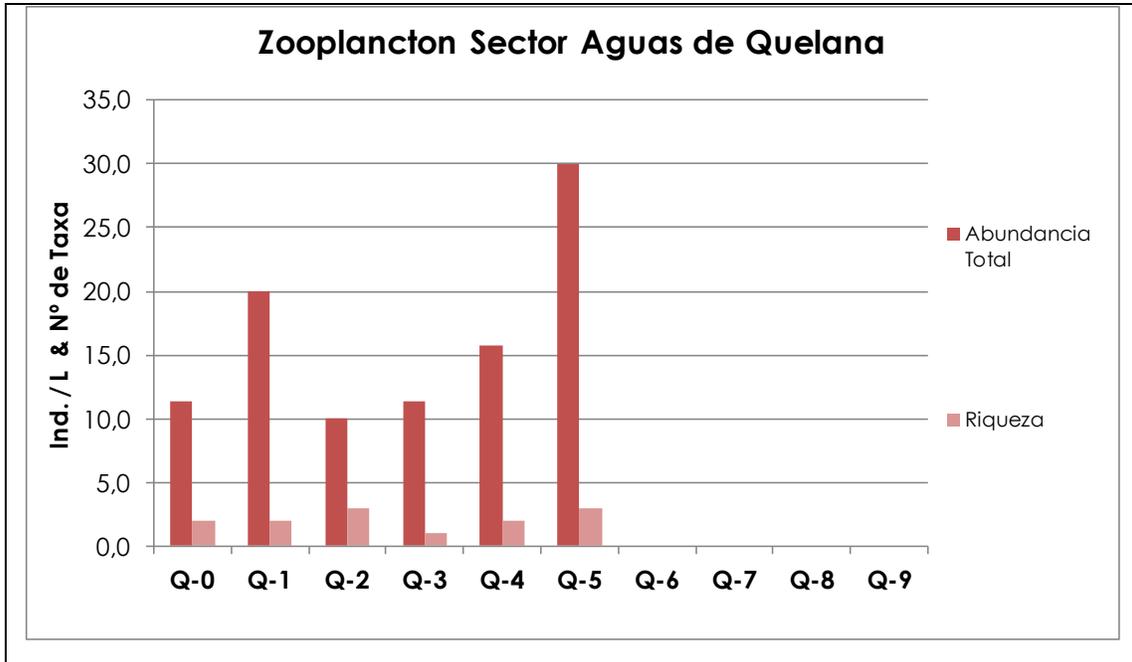
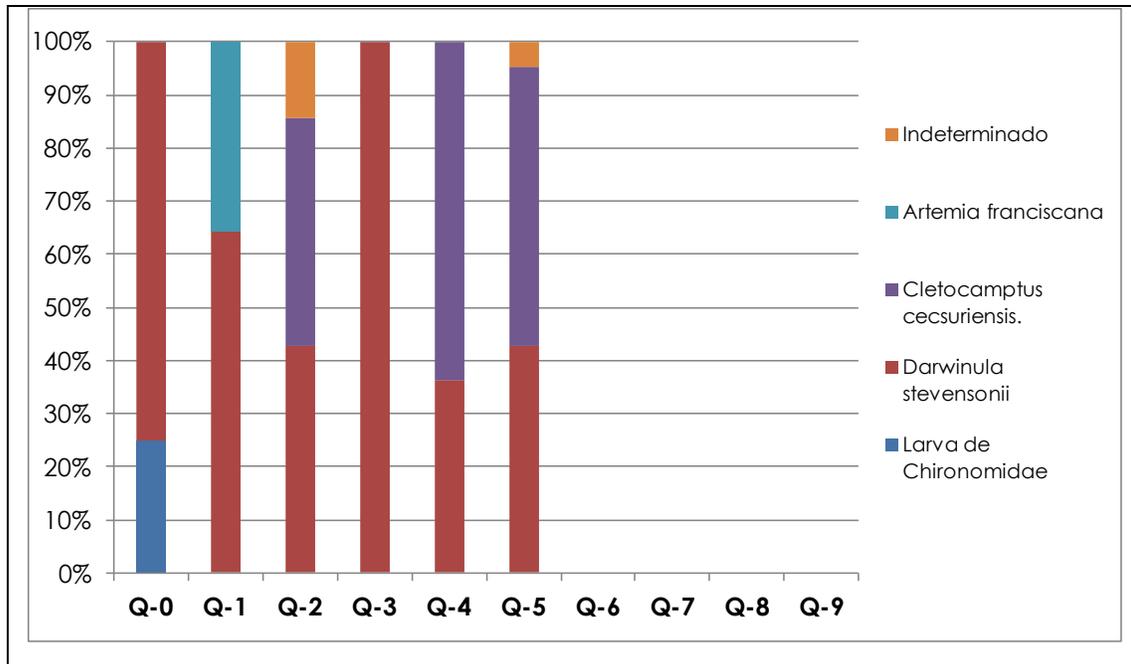


Figura 3-100. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton sector Aguas de Quelana Abril 2013



d. Sector Peine

Diversidad General del Área de Estudio

La riqueza máxima del Sector Peine, Incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita, correspondió a 4 taxa de organismos zooplanctónicos entre las estaciones de monitoreo analizadas (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota). Al igual que en campañas anteriores al año 2013, el mayor número de taxa del zooplancton se registró en la estación SA-2, correspondiente a un punto localizado en la Laguna Salada. Por otra parte, la abundancia más alta de organismos en el Sector, también se registró en la estación SA-2. Respecto de los taxa más importantes, en cuanto a su distribución espacial y a su abundancia relativa, estos correspondieron a *Darwinula stevensonii* y *Cletocamptus cecsurienis*.

Riqueza Taxonómica (Nº de Taxa)

En la Tabla 3-54, se muestran los valores de Riqueza del Zooplancton en las estaciones pertenecientes al Sector Peine, incluyendo a sus lagunas Interna, Salada y Saladita para la campaña 2013. Junto con esto, la Figura 3-98 muestra los resultados de la distribución de Riqueza de Taxa del Zooplancton en todo el sector monitoreado. En la figura 3-98 se observa que, la Riqueza máxima, correspondiente a 3 taxa por estación, se presentó en la estación SA-2, mientras que en la estación SA-1 sólo se determinó la presencia de un taxa de zooplancton en las muestras. El valor promedio de la riqueza fue de 2 +/- 0,7 taxa por estación.

Abundancia Total (Ind./m²)

En la Tabla 3-54, se muestran los valores de Abundancia Total de las estaciones pertenecientes al Sector de Peine, incluyendo sus lagunas Interna, Salada y Saladita, durante la campaña 2013. Además, la Figura 3-98 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 presentaron en la estación SA-2, correspondiente a la Laguna Salada, con un valor de Abundancia Total de 17,1 Ind./L. Por otra parte, el valor mínimo de abundancia del Zooplancton se determinó en la estación SA-1 y fue de 1,4 Ind./L. En cuanto al valor promedio para este parámetro en la campaña del año 2012, éste fue de 8,6 +/- 6,6. (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota).

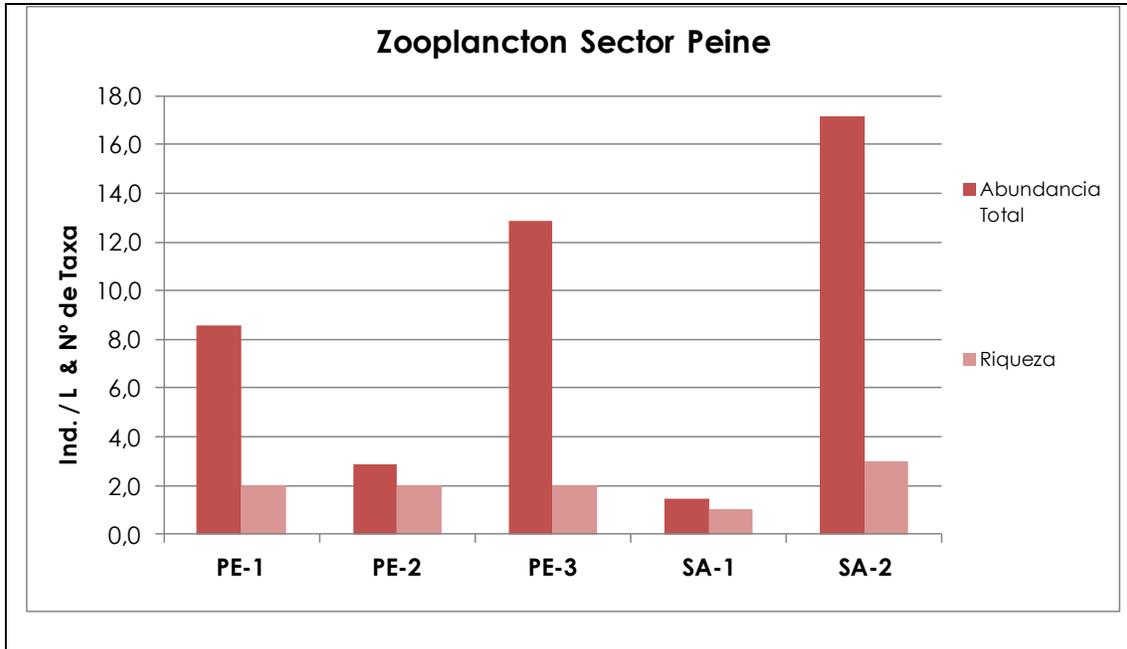
Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) e Índice de Equidad Eveness (W):

Respecto de la Diversidad de la comunidad del Zooplancton del Sistema Puilar, medida a través del Índice Kruskal-Wallis (H), la Tabla de Estadísticas Descriptivas de la Biota (Anexo II), muestra que el rango del valor de H, varió ampliamente entre 0,68 y 0,82, en las estaciones PE-3 y SA-2, respectivamente. En cuanto a los Índices de Equidad (Anexo II Tabla Estadísticas Descriptivas Biota), éstos fluctuaron en un rango de 0,75 (Estación SA-2) y 1 (Estaciones PE-1 y PE-2). Así, pese a que la estación SA-2 mostró una elevada diversidad la distribución de abundancia entre los taxa no fue equitativa con un claro predominio de *Darwinula stevensonii*.

Tabla 3-56. Composición abundancia total y relativa del Zooplancton en el sector de Peine: Laguna Interna (PE), Saladita (SA-1) y Saladita (SA-2). Abril 2013

Taxa	PE-1		PE-2		PE-3		SA-1		SA-2	
	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%	Ind./L	%
<i>Darwinula stevensonii</i>	4,3	50	1,4	50	5,7	44,4	1,4	100	11,4	66,7
<i>Cletocamptus cecურიensis</i>	4,3	50			7,1	55,6			4,3	25
<i>Artemia franciscana</i>			1,4	50						
Indeterminado									1,4	8,3
Totales (Ind/L)	8,6	100	2,9	100	12,9	100	1,4	100	17,1	100
Riqueza (Nº de Taxa)	2		2		2		1		3	

Figura 3-101. Parámetros comunitarios del zooplancton evaluado en el sector Peine: Laguna Interna (PE), Saldita (SA-1) y Salada (SA-2). Abril 2013

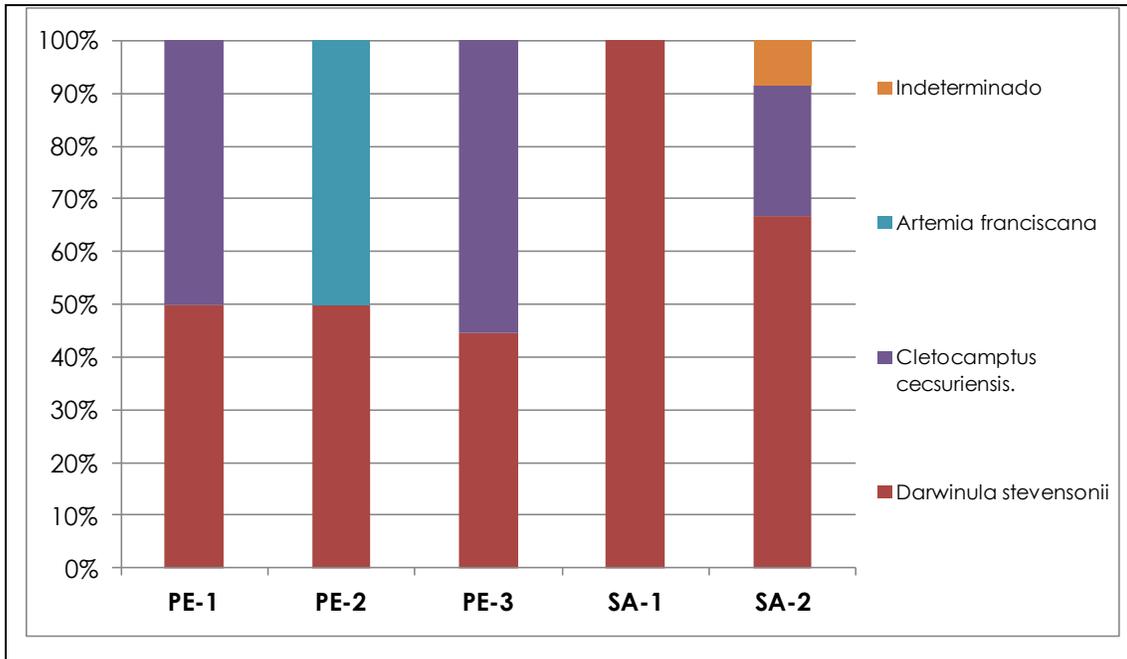


Abundancias Relativas (%):

La Figura 3-99 muestra los porcentajes de Abundancias Relativas del Zooplancton en las estaciones del Sistema Peine para sus lagunas constituyentes Interna, Salada y Saldita, en la campaña 2013. En la Figura se destaca que en la mayoría de las estaciones hubo sólo uno o dos taxa dominantes. Dentro de los más importantes están: *Darwinula stevensonii* presente en todas las estaciones y *Cletocamptus cecsuricensis* presente en las estaciones PE-1, PE-3 y SA-2. Se destaca, al igual que en la campaña del año 2012, la presencia de *Artemia franciscana* en la estación PE-2 (Figura 3-99).

Figura 3-102. Abundancias relativas de los organismos del zooplancton sector Peine. Abril 2013

Figura 3-102. Abudancias relativas de los organismos del zooplancton sector Peine. Abril 2013



3.4.2.8 — Análisis datos históricos del zoobentos

a. **Sector Puilar: Laguna Puilar**

La Figura 3-100, muestra el resultado del análisis comparativo entre los datos históricos de Abundancia del Zooplancton en el Sector de la Laguna Puilar. Adicionalmente, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), muestra los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como muestra la Figura 3-100, los datos de abundancia del Zooplancton registrados en la presente campaña (2013), fueron muy similares a los registrados en los períodos previos al 2012 (con excepción de la campaña del año 2007, donde algunos datos fueron más altos que el valor de la actual mediana). Respecto del rango de valores (Máx-Mín), 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. 3-100).

La mediana de la Riqueza de taxa en el año 2013 fue más baja que las registradas en la mayoría de las campañas anteriores al 2013 (con excepción del año 2006) (Figura 3-101), no obstante su valor estuvo dentro del rango de variación del período analizado (2006-2013). Así, los resultados obtenidos a la fecha permiten suponer que esta variable no presenta variaciones interanuales importantes, lo cual se refleja, a su vez, en el análisis de comparación de medianas que no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos (Tabla Comparación de Medianas de

la Biota, Anexo II). Por otra parte, los datos se agruparon mayoritariamente en el percentil 25%. Ambos percentiles mostraron una escasa dispersión de los datos respecto de la mediana (Figura 3-101).

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

El análisis comparativo de los valores de Abundancia del Zooplancton del Sector Sóncor y sus lagunas constituyentes: Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto, se muestra en la Figura 3-102, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), contiene los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

En relación con los resultados de abundancia del zooplancton en el Sector Sóncor, la Figura 3-102, muestra que el valor de la mediana de la actual campaña (2013), fue la más alta entre las registradas a la fecha en todo el período de monitoreo (2006-2013). En la presente campaña, los datos se mostraron principalmente agrupados en el percentil 75%. En relación con la desviación estándar, esta fue baja en el percentil 75% y mayor en el percentil 25%. Por otra parte, el análisis de comparación de varianzas arroja que hubo diferencias estadísticamente significativas para la abundancia del Zooplancton del Sistema Sóncor entre los años monitoreados (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Respecto de los valores de Riqueza registrados en la actual campaña, llama la atención que el valor de la mediana del presente año (2013) fue más alto que los valores registrados entre los años 2009 al 2012, mostrando una mayor similitud con los datos del año 2008. En relación con la distribución de los datos en esta campaña, en la Figura 3-103 se observa que la mayoría de éstos se agruparon en el percentil 25% (Figura 3-103). En cuanto a la dispersión de los datos respecto de la mediana, ésta fue muy parecida en ambos percentiles. El análisis estadístico para la comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas de Abundancia del Zooplancton en este Sector Sóncor, en las diferentes campañas de monitoreo realizadas a la fecha.

c. Sector Aguas de Quelana

Respecto del análisis interanual de Abundancia del Zooplancton en el Sector Aguas de Quelana, éste se muestra en la Figura 3-104, mientras que la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II), presenta los resultados de los análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

Como se destaca en la Figura 3-104, el valor mediana de la abundancia del Zooplancton, determinada en la actual campaña (2013) fue ligeramente mayor que la de la mayoría de los años previos (con excepción del año 2009). En cuanto al rango de valores (máximo y mínimo) de la campaña 2013, éste fue estrecho coincidiendo con lo observado para los monitoreos previos. Por otra parte, los datos se agruparon principalmente en el percentil 25%, donde prácticamente no se aprecia dispersión de los datos. En cambio, se observó una mayor dispersión de datos en el percentil 75%. 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 Fitoplancton en este Sector, lo que tendría directa relación con los elevados 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 3-105), muestra un interesante comportamiento caracterizado por una notable fluctuación interanual entre las campañas realizadas. No obstante lo anterior, el valor de la mediana para la presente campaña (2013) estuvo dentro del rango de variación antes mencionado. Respecto del comportamiento de los datos de la presente campaña (2013), éstos se acumularon principalmente en el percentil 25%, mostrando una escasa dispersión dentro de este percentil y, por el contrario una mayor dispersión dentro del percentil 75%. Por otra parte, el análisis estadístico muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años de monitoreo. (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), lo que daría cuenta de la notoria fluctuación interanual ya mencionada

d. 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 3.106; mientras que, la Tabla Comparación de Medianas de la Biota (Anexo II) muestra los resultados del análisis de Kruskal-Wallis para las variables comunitarias más significativas.

El valor de mediana de la Abundancia del Zooplancton, para la presente campaña 2013, fue muy semejante a las registradas en las campañas previas (Figura 3-106). Asimismo, coincide con lo observado en la mayoría de los monitoreos previos, el estrecho rango de variación de los datos obtenidos en la presente campaña y la baja dispersión de los valores respecto de la mediana (Figura 3-106).

Por su parte, el análisis de comparación de medianas (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota), muestra que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre los monitoreos, lo que estaría asociado a la diferencia entre los valores máximos y mínimos de la campaña 2010 (Figura 3-106).

La mediana de la Riqueza de Taxa para el Sector Peine en el año 2013 fue muy semejante a las observadas en los dos monitoreos anteriores (2011-2012), tanto respecto del valor de la mediana, como del rango y dispersión de los datos (Figura 3-106). Respecto del comportamiento de los datos, éstos se agruparon equitativamente en ambos percentiles. Asimismo, la dispersión de los datos fue prácticamente igual en ambos percentiles. El análisis comparativo de la Riqueza de Taxa del Zooplancton en el Sector Peine, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas, entre las campañas de monitoreo realizadas en el período 2006 y 2013 (Anexo II: Tabla Comparación de Medianas de la Biota).

Figura 3-103. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Puillar

Figura 3-103. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Puilar

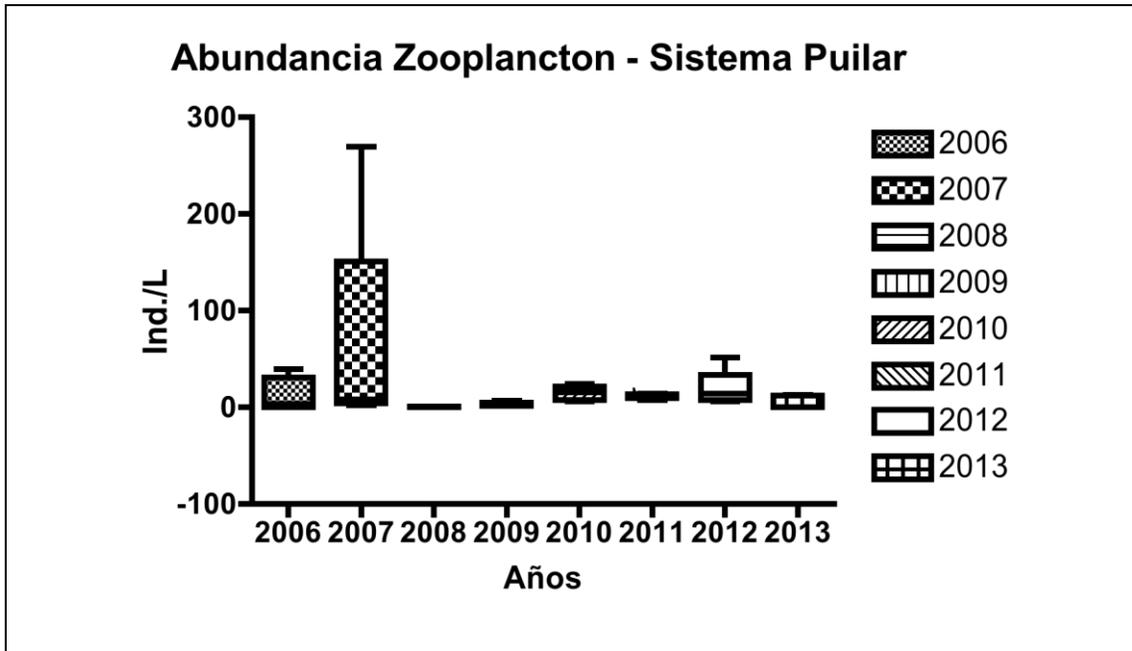


Figura 3-104. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Puilar

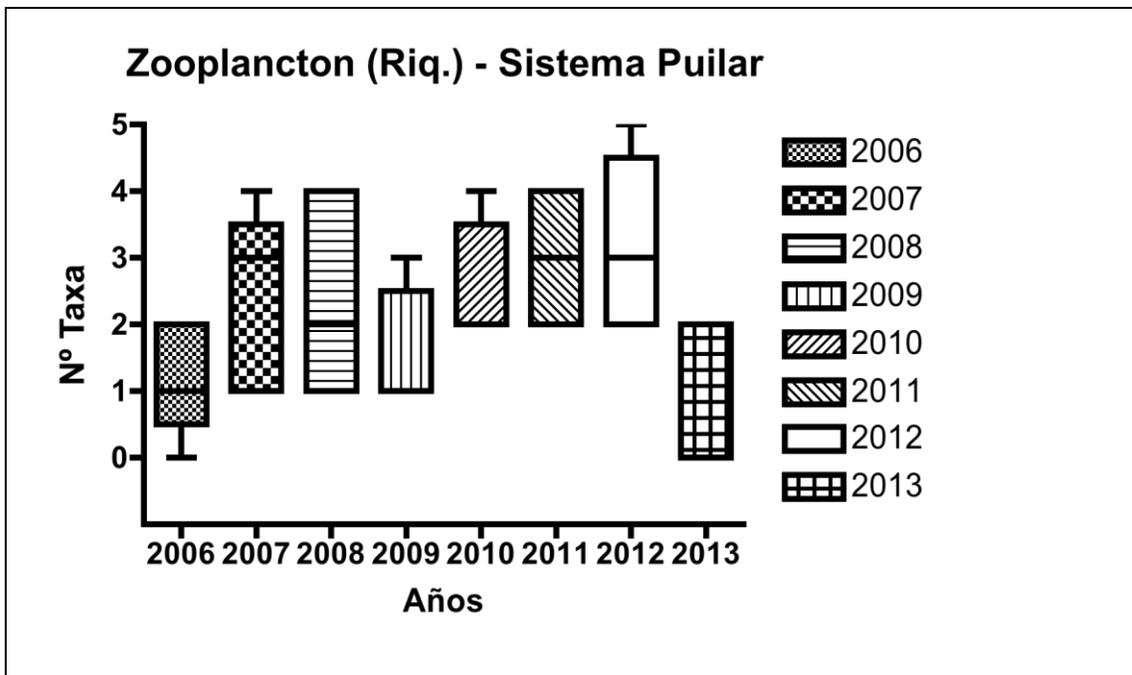


Figura 3-105. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Soncor: Lagunas Barros Negros, Chaxas y Burro Muerto

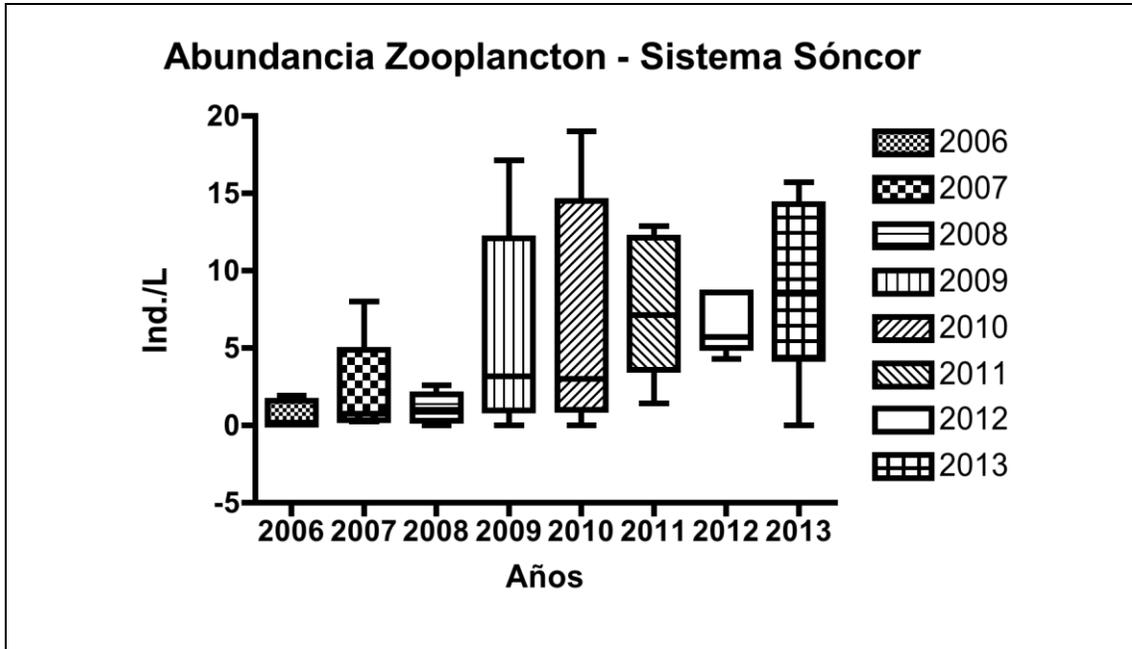


Figura 3-106. Análisis históricos de la riqueza de taxos del zooplancton sector Soncor: Lagunas Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto

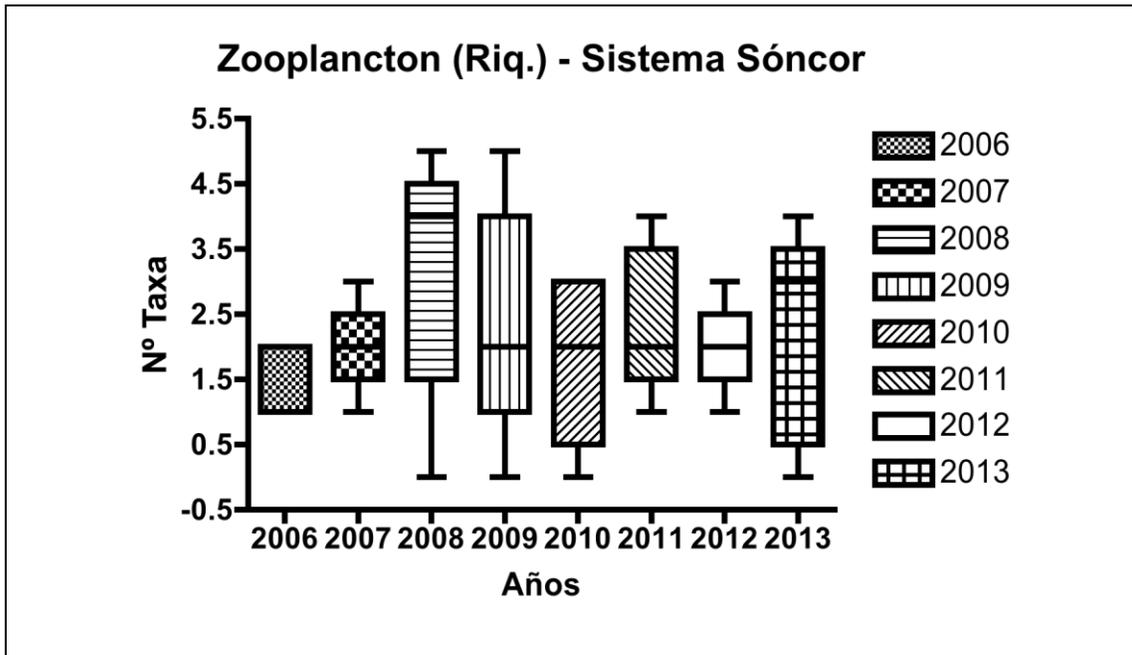


Figura 3-107. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Aguas de Quelana

Figura 3-107. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Aguas de Quelana

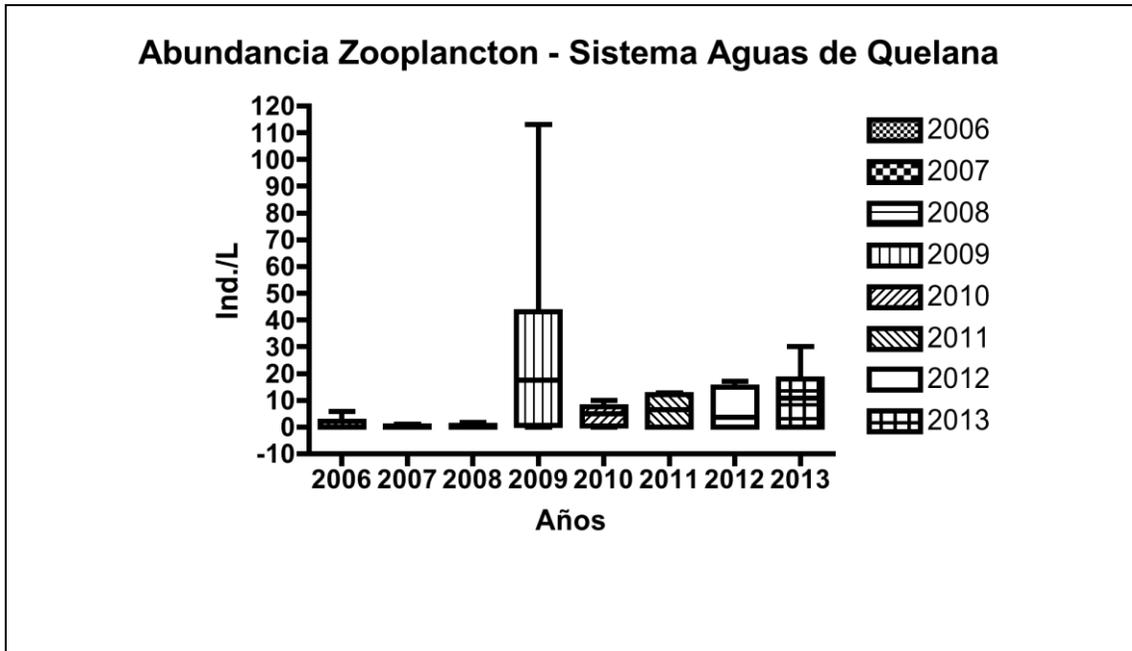


Figura 3-108. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Aguas de Quelana

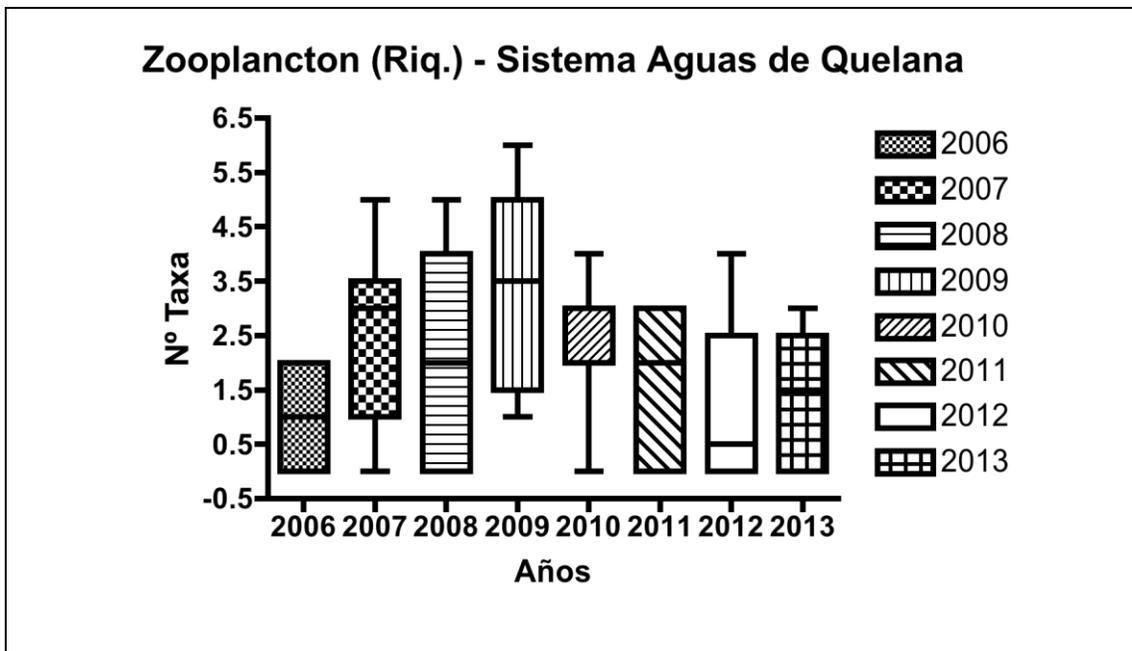


Figura 3-109. Análisis históricos de la abundancia del zooplancton sector Peine: Lagunas Internas, Salada y Saladita

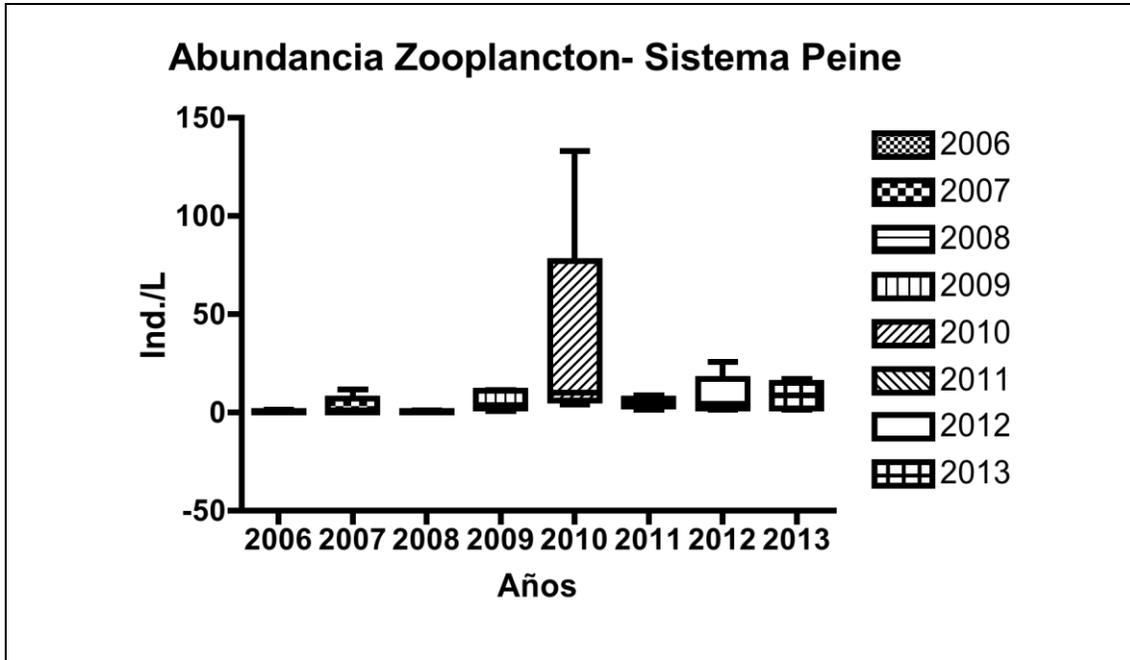
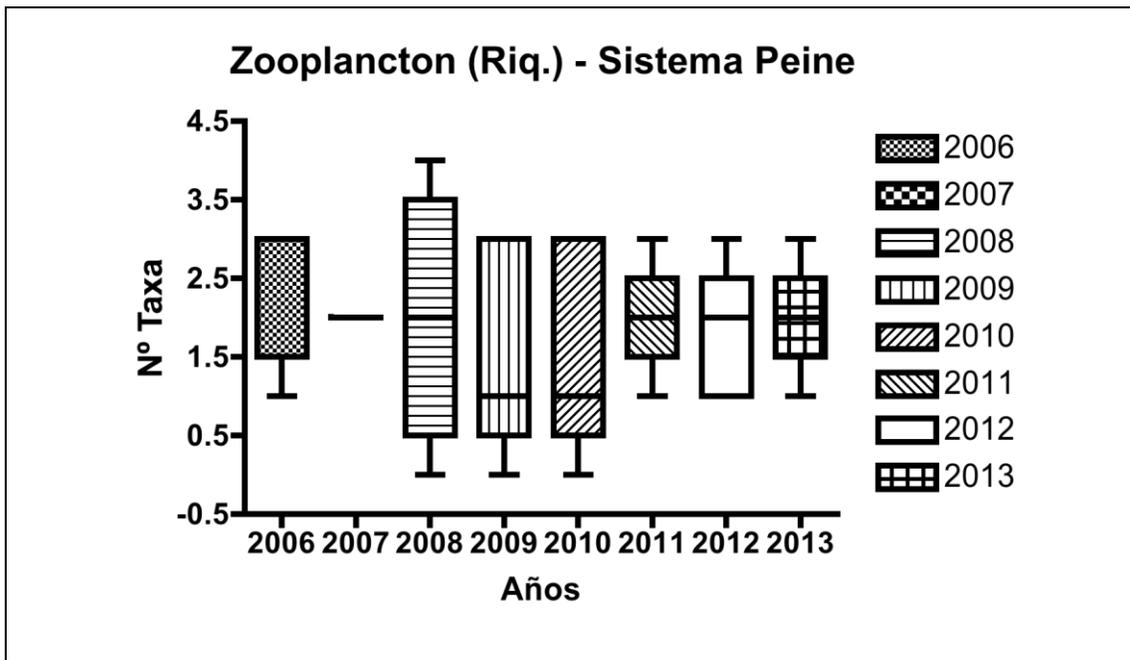


Figura 3-110. Análisis históricos de la riqueza de taxa del zooplancton sector Peine; Lagunas Internas, Salada y Saladita



3.4.2.9 — Macrófitas

Diversidad General del Área

La Figura 3-108, muestra los Porcentajes de Cobertura Promedio de Plantas Acuáticas en todos los sectores monitoreados, durante la campaña 2013. Al igual que en años antes anteriores al 2013, los valores más altos para este parámetro se determinaron, entre las estaciones de los Sistemas Puilar, alcanzando un promedio de 17,5 +/- 3,5. El segundo valor más alto de la presente campaña, se presentó entre las estaciones de Aguas de Quelana, que históricamente, también ha presentado una mayor cobertura de macrófitas en el Salar. Los elevados valores de la Desviación Estándar para los Sistemas Analizados, indica que hubo gran variabilidad dentro de cada sector. Así, el rango de valores para la Cobertura de la Vegetación Acuática de dicho Sector, fluctuó entre 0 y 20% (Tabla 3-55).

Respecto del valor mínimo, este se presentó en los Sistemas Lagunares de Sóncor, Aguas de Quelana y Peine, donde no se determinó la presencia de este tipo de organismos. La Tabla 3-55 muestra la distribución de valores de cobertura en las estaciones de los diferentes sectores monitoreados en Abril del año 2013 en el Salar de Atacama.

Figura 3-111. Análisis de la cobertura de vegetación acuática en los 4 sectores analizados en el Salar de Atacama. Abril 2013

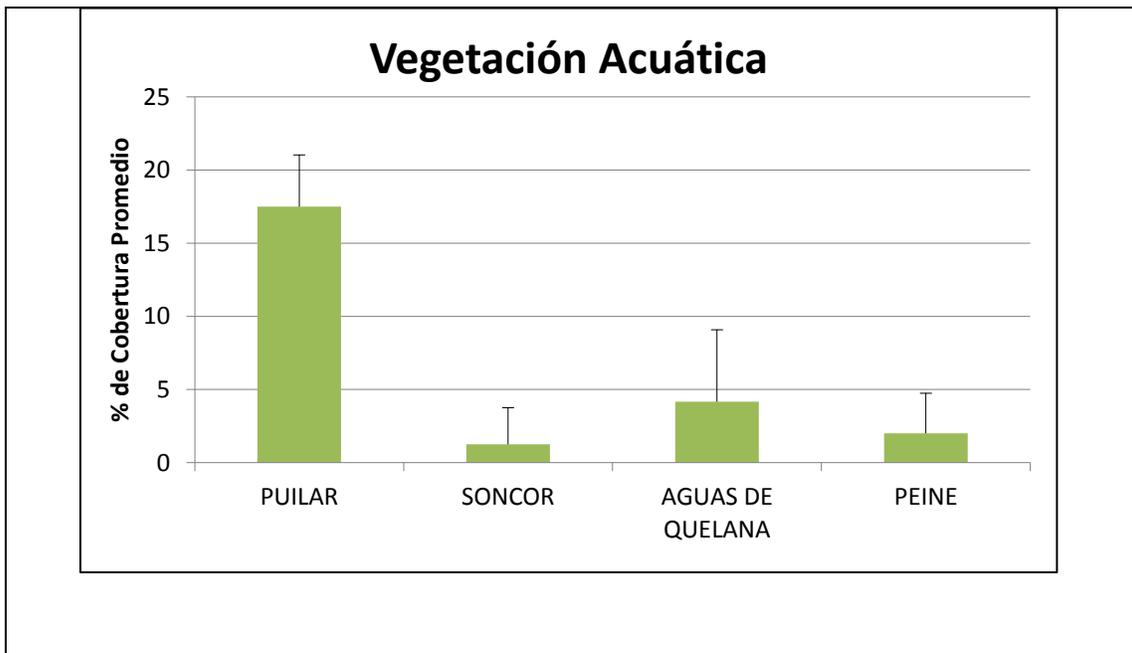


Tabla 3-57. Composición y porcentaje cobertura de la vegetación acuática en los

4 sectores monitoreados en el Salar de Atacama. Abril 2013

Sector Puilar		Sector Sóncor		Sector Quelana		Sector Peine	
Estación de Monitoreo	% Cobertura						
PU-1	15	BN-1	0	Q-0	10	PE-1	0
PU-2	20	BN-2	SSA	Q-1	5	PE-2	0
PU-3	SSA	BN-3	0	Q-2	0	PE-3	0
PU-4	SSA	CH-1	5	Q-3	0	SA-1	5
PU-5	SSA	BM-1	0	Q-4	0	SA-2	5
				Q-5	10		
				Q-6	SSA		
				Q-7	SSA		
				Q-8	SSA		
				Q-9	SSA		

SSA: Sector Sin Agua Superficial

a. Sector Soncor: 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 3-55, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2013. Aquí se observa que sólo las estaciones PU-1 y PU-2 (las estaciones PU-3, PU-4 y PU-5, se encontraban sin cobertura de agua superficial), mostraron presencia de vegetación acuática, con dos taxa representados: *Chara* sp. y *Ruppia marítima*, pero además la presencia de microalgas filamentosas del tipo LPP, no contabilizadas como macrófitas.

El comportamiento de esta variable en el tiempo, en las distintas campañas de monitoreo se muestra en la Figura 3-109. Aquí se observa que los valores de la mediana de cobertura vegetal de las plantas acuáticas, determinados en los monitoreos llevados a cabo a la fecha presentan importantes fluctuaciones interanuales en el rango de valores. En particular, en la presente campaña se observa el mayor rango de valores registrado a la fecha en el período de estudio 2006-2013. Pese a la fluctuación anual antes mencionada, el análisis de 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.

b. Sector Soncor: Laguna Barros Negros; Chaxas y Burro Muerto

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 3-55. Aquí se puede observar que sólo se reportó la presencia de vegetación en la Laguna Chaxas (Estación CH-1). 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 escasa vegetación asociada los distintos cuerpos de aguas que componen el Sector. El análisis histórico muestra valores conservativos de la mediana respecto a períodos previos al 2013, observándose esta vez un mayor rango de valores con datos agrupados, principalmente en el percentil 75% (Figura 3-110).

Figura 3-112. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Puilar, Periodo 2006 - 2013

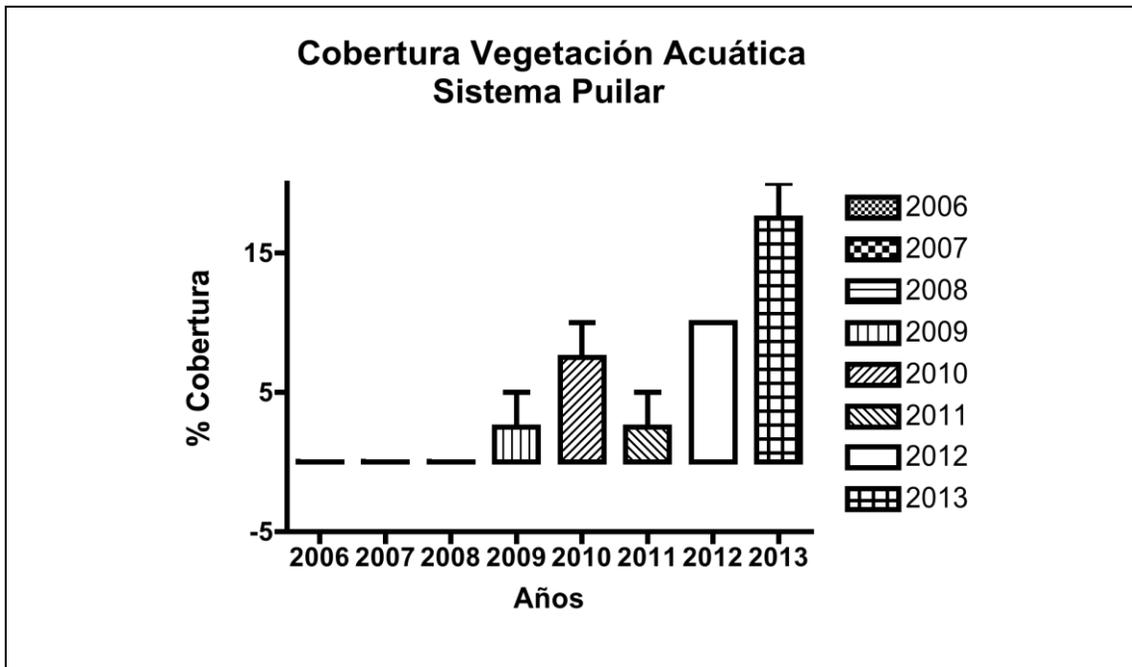
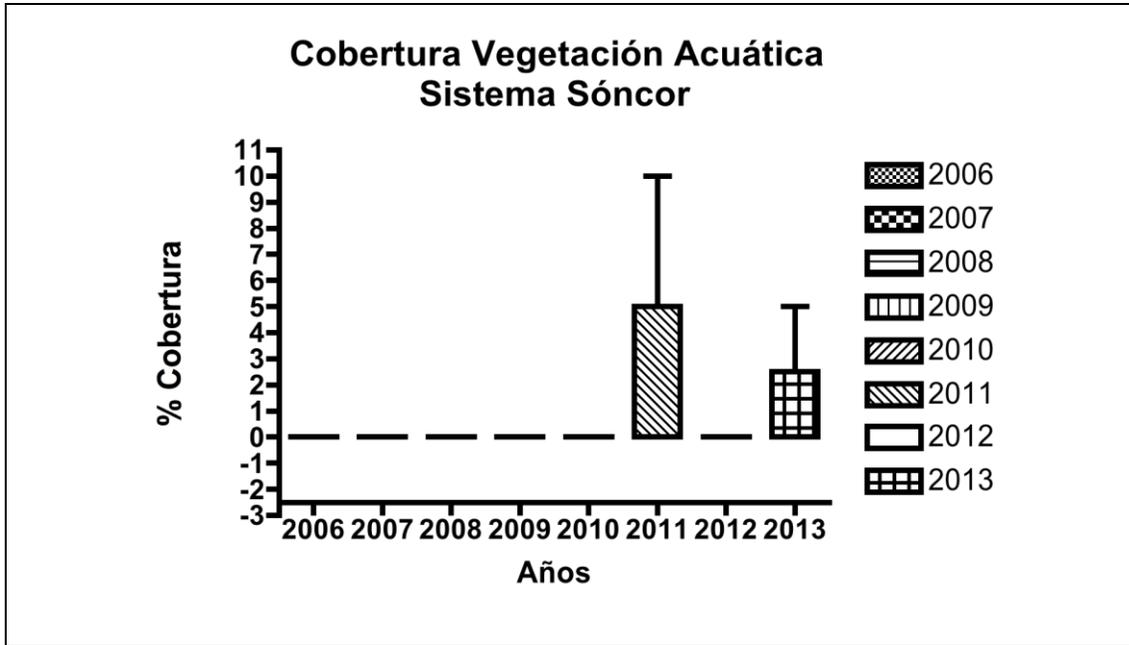


Figura 3-113. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Soncor. Periodo 2006 2013



c. Sector Aguas de Quelana

Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.

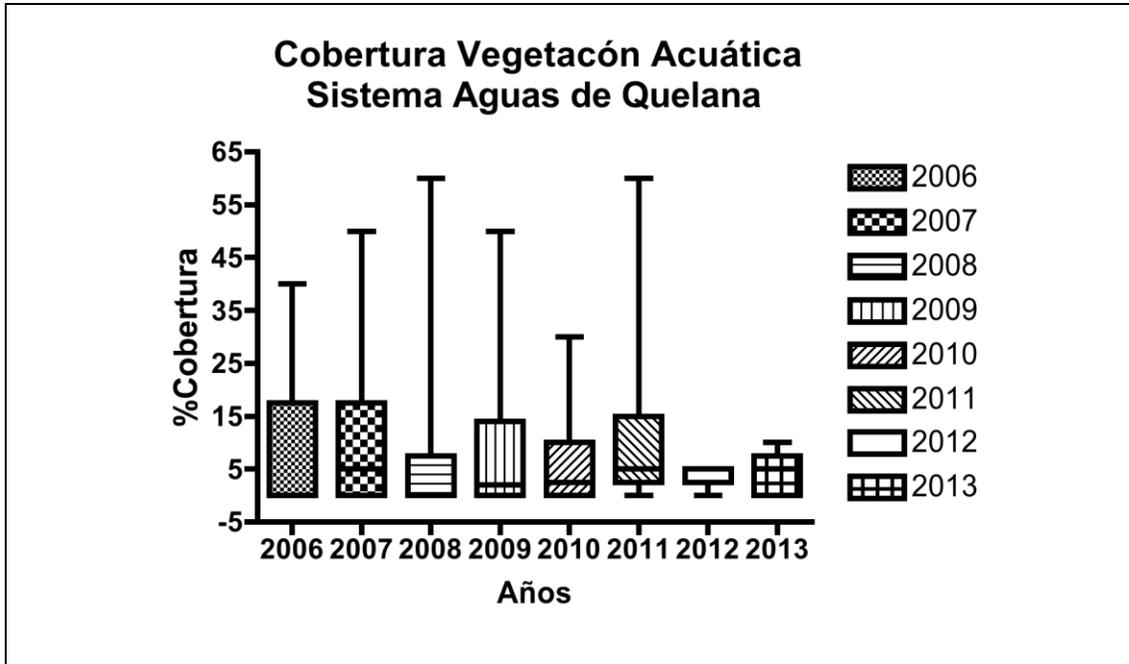
Los valores de Porcentaje de Cobertura de la Vegetación Acuática en las estaciones del Sector Aguas de Quelana de la campaña 2013, se presentan en la Tabla 3-55. Como se observa en la Tabla, el rango de valores para esta variable fue estrecho entre las estaciones del Sector. Esto estuvo influenciado, en parte puesto que hubo estaciones que no se muestrearon por encontrarse secas, durante el presente monitoreo. De tal modo que la cobertura vegetal varió sólo entre 0 y 10% (Anexo II: Tabla de Estadísticas Descriptivas).

Respecto de la Riqueza de Taxa, dos especies estuvieron presentes en todo el Sector: *Zanichellia palustris* y *Ruppia maritima*.

El valor de la mediana de la vegetación acuática en el Sector de Aguas de Quelana, fue conservativo, comparado con monitoreos anteriores, aunque tal como se aprecia en la Figura 3-111, el rango de valores fue mucho ligeramente mayor en la presente campaña, comparado con lo registrado en el año 2012. 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 (2006-2013).

Figura 3-114. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Aguas de Quelana. Periodo 2006 2013

Figura 3-114. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Aguas de Quelana. Periodo 2006 2013



d. Sector Peine

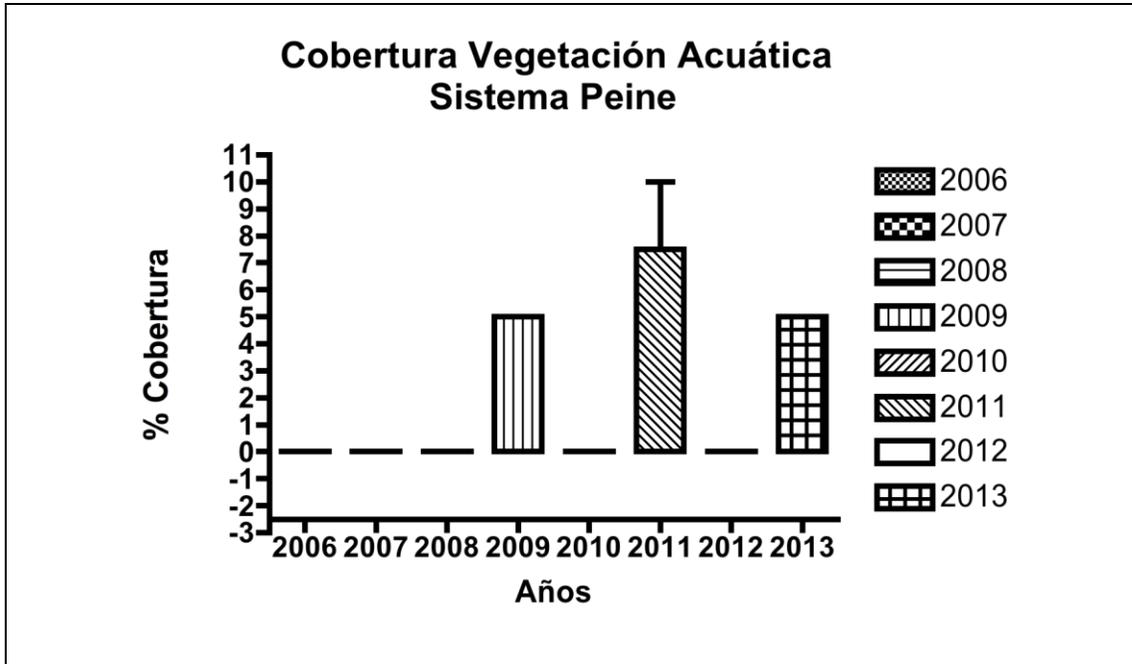
Diversidad General del Área de Estudio y Análisis Histórico.

Respecto de la Cobertura de Vegetación Acuática en el Sector de Peine, la Tabla 3-55, presenta los valores para las estaciones monitoreadas en este Sector, en la campaña 2013. Como se observa en la Tabla y al igual que en la mayoría de campañas previas al 2013, sólo se registró la presencia de ejemplares de vegetación acuática en el Sector en las Lagunas Salada y Saladita. Las causas de esto último, podrían tener relación con las características variables año, tras año del agua y de los sedimentos de las estaciones en la Lagunas analizadas, las que favorecerían a su vez condiciones tales como, extrema salinidad y condiciones muy reducidas de los sedimentos.

El comportamiento de esta variable en el tiempo se presenta en la Figura 3-112. Aquí se observa que los valores de la mediana en la campaña del año 2013, fueron semejantes a los registrados en las campañas previas, mostrando en esta oportunidad un rango semejante a los observados en las campañas 2009 y 2011. El análisis de varianza llevado a cabo a través del estadístico Kruskal-Wallis, muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la cobertura de vegetación acuática, entre los monitoreos realizados hasta la fecha en el sector.

Figura 3-115. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Peinea. Periodo 2006 2013

Figura 3-115. Variación anual de la cobertura de la vegetación acuática Sector Peinea. Periodo 2006 2013



4 — BIBLIOGRAFÍA

Iriarte, A. 2010. Guía de campo de los mamíferos de Chile. Ed. Flora y Fauna Chile Ltda., 216 pp.

Iriarte, A., N. Lagos y R. Villalobos, 2011. Los mamíferos de la región de Antofagasta. Ediciones Flora y Fauna, Chile. 332 pp.

Iriarte, A. y F. Jaksic. 2012. Los carnívoros de Chile. Ediciones Flora y Fauna y Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad, Pontificia Universidad Católica de Chile, 257 pp.

Ministerio del Medio Ambiente. 2012. Decreto Supremo 42/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, séptimo proceso. Diario oficial de la república de Chile. Publicado el miércoles 11 de abril de 2012.

Muñoz - Pedreros, A. 2009. Huellas y signos de mamíferos chilenos. CEA Ediciones, Valdivia, 111 pp.