



PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL SALAR DE ATACAMA

Informe de Monitoreo Contenido de Humedad del Suelo

Etapa Operación

INFORME II. Campañas de terreno de enero, abril, julio y octubre de 2008

**Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera
en el Salar de Atacama**



CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	3
2	METODOLOGÍA.....	4
2.1.	Ubicación de puntos de muestreo.....	4
2.2	Contenido de humedad del suelo.....	6
2.3	Estado vital de la vegetación	10
2.4	Profundidad de la napa subterránea.....	11
3.	RESULTADOS OBTENIDOS	13
3.1	Contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa	13
3.2	Variación interanual del contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa subterránea	18
3.3	Estado vital de la vegetación	21
3.3.1	Especies vegetales presentes.....	21
3.3.2	Fenología	22
3.3.3	Vigor y porcentaje de copa verde	22
3.4	Variación interanual de la vitalidad de la vegetación	24
3.4.1	Campañas Abril de 2007 y Abril de 2008.....	24
3.4.2	Campañas Julio de 2007 y Julio de 2008	29
3.4.3	Campañas Octubre de 2007 y Octubre de 2008.....	29

ANEXO I ESTADO VITAL DE LA VEGETACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Es materia del presente Informe exponer los resultados del seguimiento ambiental del contenido de humedad del suelo en el Borde Este del Salar de Atacama, efectuado durante el año 2008. Estas mediciones forman parte del Plan de Seguimiento Ambiental del EIA Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama, de SQM Salar S.A.

Dicho Plan de Seguimiento Ambiental está contemplado en el numeral 10.3.1 de la Resolución Exenta N° 226/2006 de la Comisión Regional del Medio Ambiente II Región (RCA N° 226/06), que aprueba ambientalmente el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” desarrollado por SQM Salar S.A.

La medición de esta variable tiene por objeto detectar cambios en el contenido de humedad del suelo y en la vitalidad de la vegetación presente, producto del bombeo de los pozos de agua del proyecto (Mullay 1, Allana y Camar 2). Para tales efectos, el Plan de Seguimiento contempla la medición simultánea de la profundidad de la napa, del contenido de humedad del suelo y de la vitalidad de la vegetación en 18 puntos de muestreo ubicados en el área de influencia hidráulica del proyecto.

Las campañas de monitoreo incluidas en este informe fueron realizadas en los meses de Enero, Abril, Julio y Octubre del año 2008. La toma de muestras de suelo y evaluación de la vitalidad de la vegetación fue realizada por profesionales de PRAMAR Ambientales Consultores, en tanto las mediciones de profundidad de la napa subterránea y determinación del contenido de humedad del suelo en laboratorio fueron realizadas por personal de SQM Salar.

Durante el presente año (2008), se inició en forma escalonada el bombeo, con la puesta en marcha del pozo Camar 2 el día 13 de marzo y el pozo Allana y Mullay el 15 de septiembre. De esta forma, se tiene que el monitoreo realizado en el mes de enero de 2008 corresponde a una campaña de la etapa de Pre-operación del proyecto y los monitoreos realizados en los meses de Abril, Julio y Octubre de 2008 corresponden a campañas de la etapa de operación del proyecto (ver tabla 1.1).

TABLA 1.1
VARIABLES DE MEDICIÓN EVALUADAS EN LOS INFORMES DE MONITOREO DE
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO EN EL SALAR DE ATACAMA
DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA RCA 226/06.

Variables de medición (RCA N° 226/06)	Frecuencia de Medición (RCA N° 226/06)		Etapa Pre-Operación (Fechas campañas)				Enero 2008	INICIO BOMBEO POZO CAMAR 2: 13 DE MARZO DE 2008	Etapa Operación (Fechas campañas)				INFORME ANUAL AÑO 2008
	Etapa Pre-Operación	Etapa Operación	Abril 2007	Julio 2007	Oct. 2007	Abril 2008			Julio 2008	INICIO BOMBEO POZOS ALLANA Y MULLAY 1: 15 DE SEPTIEMBRE DE 2008	Oct. 2008		
Contenido de humedad del suelo	1 vez	Trimestral		(1)	(1)	INFORME ANUAL AÑO 2007	(1)				INICIO BOMBEO POZOS ALLANA Y MULLAY 1: 15 DE SEPTIEMBRE DE 2008		INFORME ANUAL AÑO 2008
Estado vital de la vegetación	1 vez	Semestral		(1)	(1)		(1)			(1)			
Nivel de la napa	1 vez	Trimestral											

2 METODOLOGÍA

2.1. Ubicación de puntos de muestreo

En forma previa al inicio del bombeo, en el mes de abril de 2007, se instaló una parcela circular de radio 5 m en forma contigua a cada pozo de monitoreo de nivel freático y en un sector representativo de la formación vegetal presente (ver Tabla 2.1 y Figura 2.1). Al interior de la parcela, se realizó una calicata para la medición de contenido de humedad del suelo, y se marcaron con placas metálicas un conjunto de ejemplares de las especies vegetales presentes. En el caso de las especies herbáceas se consideró toda la biomasa vegetal ubicada al interior de la parcela.

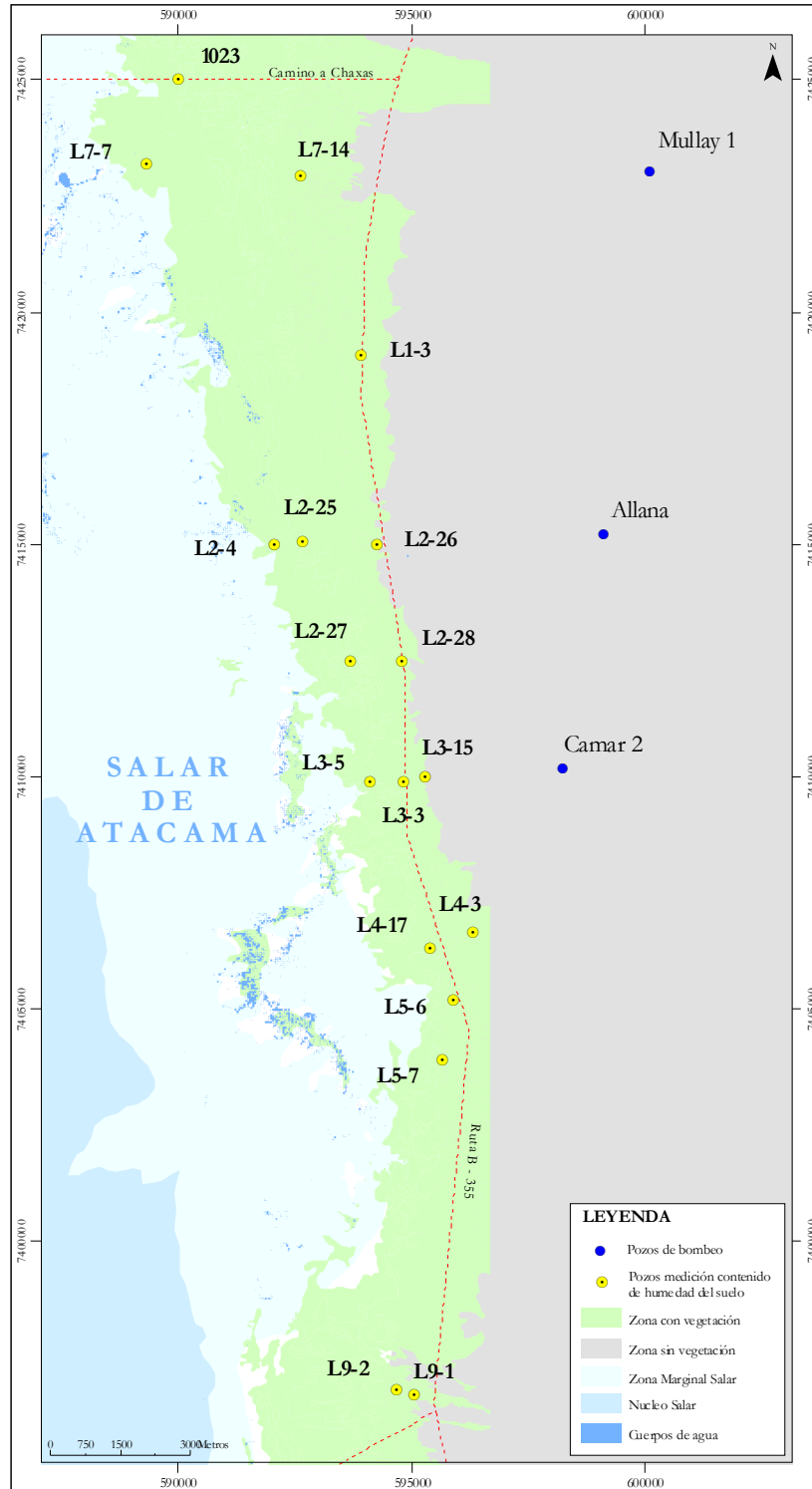
La Tabla 2.1 y Figura 2.1 indican la ubicación de los puntos de muestreo del contenido de humedad del suelo, el pozo de monitoreo de profundidad de la napa y la formación vegetal existente en cada punto.

TABLA 2.1
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO Y ESPECIES VEGETALES PRESENTES

Nº	Pozo	Este	Norte	Especies vegetales presentes (abril 2007)
1	1027	7.425.017	589.996	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Nitrophilla atacamensis</i>
2	L7-7	7.423.190	589.303	<i>Juncus balticus</i> , <i>Nitrophilla atacamensis</i>
3	L7-14	7.422.900	592.600	<i>Tessaria absinthioides</i>
4	L1-3	7.419.080	593.909	<i>Atriplex atacamensis</i>
5	L2-26	7.415.000	594.250	<i>Tessaria absinthioides</i>
6	L2-25	7.415.077	592.645	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Distichlis spicata</i>
7	L2-4	7.414.984	592.031	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
8	L2-28	7.412.480	594.770	<i>Scirpus americanus</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
9	L2-27	7.412.480	593.670	<i>Distichlis spicata</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
10	L3-15	7.410.000	595.270	<i>Tessaria absinthioides</i>
11	L3-5	7.409.890	594.086	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Distichlis spicata</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
12	L3-3	7.409.882	594.816	<i>Tessaria absinthioides</i>
13	L4-3	7.406.648	596.294	<i>Acantholippia deserticola</i>
14	L4-17	7.406.312	595.380	<i>Tessaria absinthioides</i>
15	L5-6 ⁽¹⁾	7.405.190	595.903	<i>Tessaria absinthioides</i>
16	L5-7	7.403.910	595.653	<i>Tessaria absinthioides</i>
17	L9-2	7.396.800	594.684	<i>Atriplex atacamensis</i> , <i>Tessaria absinthioides</i>
18	L9-1	7.396.685	595.067	<i>Tessaria absinthioides</i>

(1) El pozo L5-6 reemplaza al pozo L4-7, ya que este último se encontraba fuera de la formación vegetacional matorral ralo Brea – Cachiyuyo. Esto fue reportado en Informe I, 2007.

FIGURA 2.1
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO



2.2 Contenido de humedad del suelo

El contenido de humedad del suelo se mide en un total de 18 puntos de monitoreo (Tabla 2.1 y Figura 2.1). En cada punto se realiza una calicata desde donde se obtienen las muestras de suelo para efectuar la medición del contenido de humedad en el laboratorio. En forma previa al inicio del bombeo, en abril de 2007, se estableció la profundidad a la que se desarrollan las raíces de las especies vegetales presentes en cada punto de monitoreo, de esta forma, se seleccionó el estrato del suelo a partir del cual se extraen las muestras para las campañas trimestrales.

En cada punto de muestreo se extraen tres muestras de suelo. De esta forma la determinación del contenido de humedad en cada punto de muestreo se efectúa a partir del promedio de las tres muestras. En total se extraen 54 muestras de suelo.

La determinación del contenido de humedad del suelo se efectúa en el Laboratorio Metalúrgico de SQM Salar S.A., ubicado en el sector MOP del Salar de Atacama. Este laboratorio cuenta con equipamiento adecuado para el análisis de las muestras y tiene la ventaja de estar ubicado en forma próxima a los sectores de muestreo, lo que minimiza la pérdida de humedad de las muestras durante el traslado.

La metodología empleada para la determinación del contenido de humedad de cada muestra contempla las siguientes etapas.

- a. Pesado de bolsas y rotulación
- b. Toma de muestras en terreno
- c. Pesado de muestras húmedas
- d. Secado y pesado de muestras secas
- e. Cálculo del contenido de humedad gravimétrico del suelo

Los detalles de cada etapa se exponen a continuación. La Figura 2.2 presenta ilustraciones del procedimiento empleado. La Tabla 2.2 indica el estrato del suelo con presencia de raíces, a partir del cual se extraen las muestras.

a. Pesado de bolsas y rotulación

En forma previa a la toma de muestras en terreno se pesa cada una de las bolsas a utilizar. Para tales efectos, se utiliza una balanza de precisión de 0,1 gr. Posteriormente cada bolsa es rotulada con un código, registrándose su peso en un formulario. Se utilizan bolsas de polietileno transparente de 0,25mm de espesor.

b. Toma de muestras en terreno

En cada punto de monitoreo se toman tres muestras de suelo de aproximadamente 500 gr. las que son introducidas en las bolsas previamente rotuladas y selladas con

cinta adhesiva. Una vez tomadas las tres muestras del punto de monitoreo, se introducen en una cuarta bolsa de similares características, la que es doblada y sellada con el fin de evitar pérdidas de humedad. Las muestras son transportadas al laboratorio el mismo día que son tomadas en terreno.

La profundidad de la toma de muestras se realiza en el estrato del perfil del suelo con presencia de raíces (Tabla 2.2).

TABLA 2.2
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO CON PRESENCIA DE RAICES

Nº	Pozo	Profundidad del estrato (cm.)
1	1027	17-35
2	L7-7	25-35
3	L7-14	25-45
4	L1-3	57-67
5	L2-26	40-50
6	L2-25	25-30
7	L2-4	40-50
8	L2-28	30
9	L2-27	10-45
10	L3-15	70-80
11	L3-5	35-60
12	L3-3	53-70
13	L4-3	40-50
14	L4-17	25-35
15	L5-6	55-60
16	L5-7	70-90
17	L9-2	48-70
18	L9-1	37-60

c. Pesado de muestras húmedas

En el laboratorio se pesan las muestras de suelo, sin abrir las bolsas, utilizando la misma balanza de precisión 0,1 g empleada para pesar las bolsas (ver letra a). De esta forma se determina el peso húmedo de la muestra en gramos, el que es registrado en el formulario respectivo.

d. Secado y pesado de muestras secas

Posteriormente cada muestra de suelo es extraída de su respectiva bolsa con la ayuda de una espátula, cuidando que las partículas de suelo no queden sujetas al plástico. El suelo extraído se dispone sobre una bandeja de aluminio (previamente pesada) que se lleva a una estufa de circulación de aire por 48 horas a $105 \pm 5^\circ\text{C}$, a objeto de secar la muestra y extraer el agua.

Una vez transcurridas las 48 horas, se sacan las muestras del horno y se pesan en una balanza con precisión de 0,1 g. Los resultados obtenidos son registrados en el formulario respectivo.

e. Cálculo del contenido de humedad gravimétrico del suelo

Se realiza el cálculo del contenido gravimétrico de humedad del suelo para cada muestra mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ch_g = (Ph - Ps / Ps)$$

Donde:

Ch_g: Contenido de humedad gravimétrico (gr/gr)

Ph : Peso húmedo de la muestra (gramos) menos el peso de la bolsa (gramos)

Ps : Peso seco de la muestra (gramos) menos el peso de la bandeja (gramos)

FIGURA 2.2
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO



Etapa B: Toma de datos en terreno. Excavación de calicatas



Etapa B: Toma de datos en terreno. Embolsado de muestras en terreno



Etapa C: Pesado de muestras húmedas. Balanza de precisión.



Etapa D: Secado y pesado de muestras secas. Extracción de la muestra de suelo con espátula.



Etapa D: Secado y pesado de muestras secas. Estufa con circulación de aire utilizada para secar las muestras.



Etapa D: Secado y pesado de muestras secas. Muestras secas en proceso de pesado.

2.3 Estado vital de la vegetación

Durante la primera campaña de monitoreo realizada en abril de 2007 se instaló una parcela circular de radio 5 metros en el sector con vegetación más próximo a cada pozo de monitoreo de profundidad de la napa. En cada parcela se marcó un total de 10 ejemplares de las especies arbustivas presentes en el lugar. En el caso de las especies herbáceas se consideró toda la biomasa presente en la parcela. En el caso de existir menos de 10 ejemplares al interior de la parcela, se marcaron y midieron todos los ejemplares presentes. La marcación se efectuó mediante la instalación de placas de aluminio numeradas (Figura 2.2-Figura 2.3A). En las campañas posteriores se evalúa la vitalidad de los ejemplares marcados, a partir de la medición de las siguientes variables:

- a. Altura. Con una huincha se registra la altura en cm. (Figura 2.3-B). Se mide la altura que presenta el follaje fotosintéticamente activo (verde). En el caso de que un individuo presente 0% de copa verde, este atributo no se mide. Para las especies herbáceas no se mide altura.
- b. Porcentaje de copa verde. De acuerdo con las siguientes categorías:

TABLA 2.3
CATEGORÍAS DE PORCENTAJE DE COPA VERDE

Categoría	Porcentaje (%)
1	0
2	<5
3	5-25
4	25-50
5	50-75
6	75-100

- c. Vigor. De acuerdo con las siguientes categorías:

TABLA 2.4
CATEGORÍAS DE VIGOR

Categoría	Vigor
1	Plantas secas
2	Muy débil sin producción de frutos, con signos de ataque de patógenos
3	Débil, capaz de producir algunos frutos, signos leves de ataque de patógenos
4	Crecimiento normal, producción de frutos, sin signos de patógenos
5	Excepcionalmente vigoroso

d. Fase Fenológica. De acuerdo con las siguientes categorías:

TABLA 2.5
FASES FENOLOGICAS

Categoría	Fase fenológica
1	Senescente
2	Crecimiento vegetativo
3	Floración
4	Fructificación

Adicionalmente se efectúa un registro fotográfico de los ejemplares marcados con placas de aluminio.

FIGURA 2.3
MEDICIÓN DEL ESTADO VITAL DE LA VEGETACIÓN



A.-Rotulación de individuos



B.- Medición de altura de los individuos

2.4 Profundidad de la napa subterránea

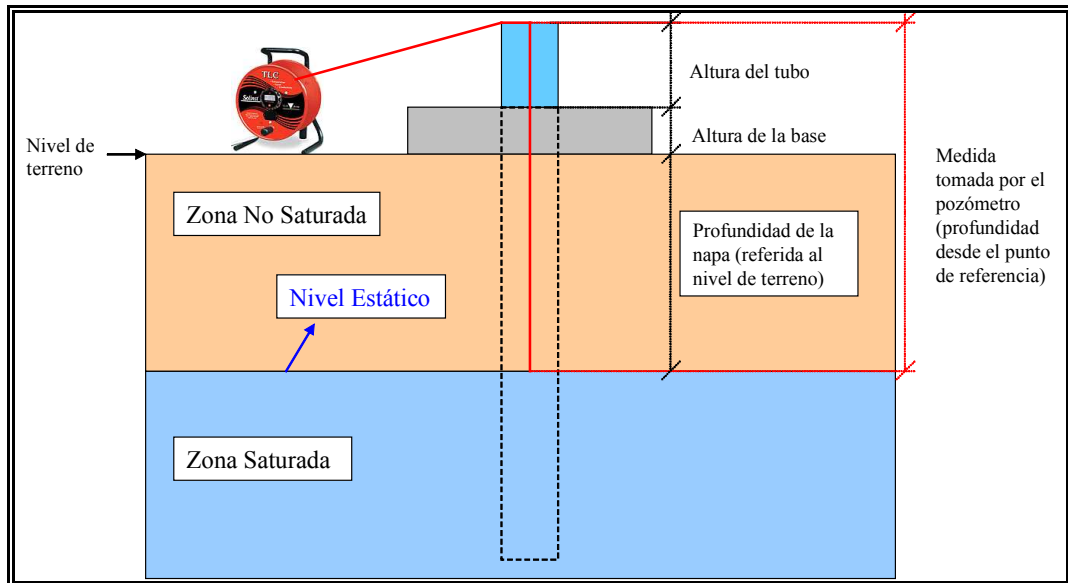
La medición de la profundidad de la napa subterránea en los pozos se realiza con un instrumento llamado pozómetro (Figura 2.4-A), que consiste en una huincha resistente graduada al milímetro que cuenta en uno de sus extremos con un sensor que detecta la presencia del agua. Para facilitar su utilización la cinta se enrolla con ayuda de una manivela en un carrete especialmente diseñado.

La medición que se realiza en terreno corresponde a la lectura de la distancia entre el extremo superior del tubo (pozo) que sobresale en la superficie del terreno y el nivel de la napa o el "espejo de agua". Para obtener la verdadera profundidad a la que se encuentra la napa, es decir, la profundidad referida al nivel de terreno y no al extremo del tubo sobresaliente, se debe restar al valor registrado por el pozómetro la altura de dicho tubo y la altura de la base de cemento que rodea a dicho tubo (Figura 2.4-B).

FIGURA 2.4
METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD DE LA NAPA



A.- Pozómetro



B.- Esquema de la medición con pozómetro de la profundidad de la napa en un pozo

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa

A continuación se presentan los resultados de las mediciones del contenido de humedad del suelo y la profundidad de la napa para las cuatro campañas de monitoreo del año 2008 (Enero, Abril, Julio y Octubre).

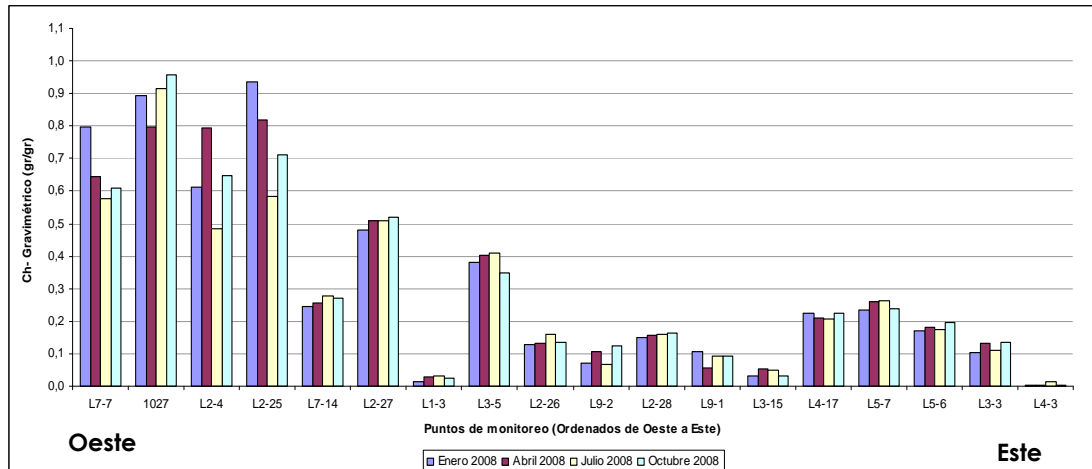
TABLA 3.1
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA DE LOS 18
PUNTOS DE MONITOREO. CAMPAÑAS DE ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2008

Pozo	CH gravimétrico (gr./gr.)				Profundidad Napa (m)			
	Enero 2008	Abril 2008	Julio 2008	Oct. 2008	Enero 2008	Abril 2008	Julio 2008	Oct. 2008
1027	0,894	0,798	0,913	0,958	0,479	0,527	0,420	0,371
L7-7	0,798	0,644	0,577	0,609	0,521	0,663	0,480	0,408
L7-14	0,247	0,258	0,279	0,272	1,556	1,601	1,560	1,527
L1-3	0,013	0,029	0,031	0,024	6,525	6,441	6,548	6,543
L2-26	0,127	0,131	0,160	0,134	3,515	3,562	3,524	3,512
L2-25	0,935	0,817	0,583	0,712	0,575	0,584	0,548	0,544
L2-4	0,614	0,795	0,484	0,648	0,855	0,864	0,784	0,781
L2-28	0,149	0,157	0,159	0,165	2,771	2,865	2,737	2,707
L2-27	0,480	0,509	0,509	0,520	0,972	1,189	0,855	0,842
L3-15	0,031	0,052	0,050	0,031	3,017	3,045	3,013	3,019
L3-5	0,381	0,403	0,410	0,348	0,0632	0,087	0,056	0,052
L3-3	0,103	0,132	0,109	0,134	2,944	2,937	2,913	2,909
L4-3 ⁽¹⁾	0,005	0,004	0,015	0,003	16,022	15,982	15,987	15,989
L4-17	0,224	0,211	0,208	0,225	1,804	1,845	1,820	1,795
L5-6	0,170	0,180	0,175	0,195	1,6785	1,994	1,847	1,834
L5-7	0,233	0,259	0,263	0,239	1,646	1,710	1,538	1,522
L9-2	0,072	0,107	0,069	0,126	4,103	4,180	4,140	4,111
L9-1	0,105	0,056	0,093	0,093	5,639	5,715	5,678	5,659

⁽¹⁾ Valor modificado respecto a lo reportado en Informe Anual 2007, dado que en la RCA 226/06 se cita coordenadas de pozo cercano a dos metros del pozo L4-3. En este informe se reportan los valores correctos del pozo L4-3 tanto del año 2007 como del presente año (2008)

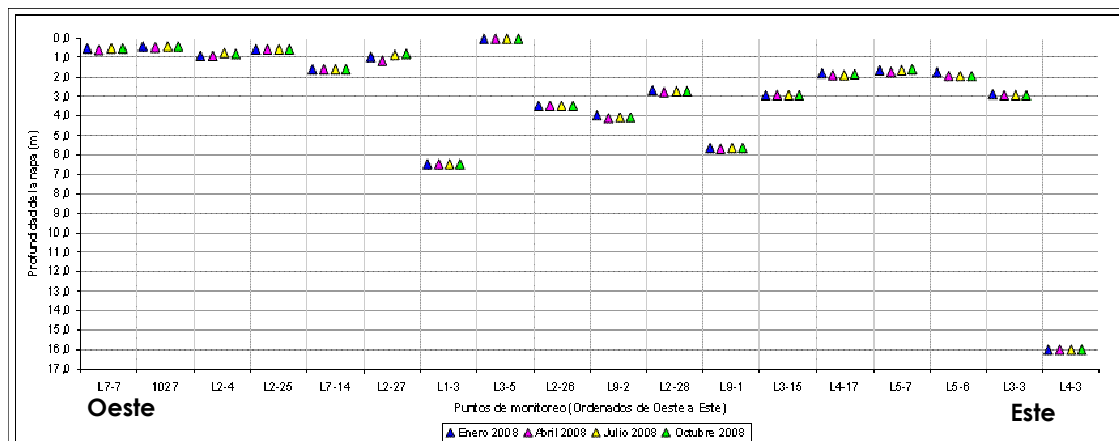
La Figura 3.1 muestra el comportamiento del contenido de humedad del suelo en los 18 puntos de medición evaluados en las 4 campañas de monitoreo del año 2008 (enero, abril, julio y octubre). Los puntos de medición de la figura se encuentran ordenados de oeste a este. Se puede observar que los mayores valores de contenido de humedad del suelo se ubican cercanos al núcleo del salar (hacia el oeste), mientras que los valores más bajos se ubican en puntos de muestreo lejanos al núcleo (hacia el este). La excepción la constituye el pozo L1-3 el que presentó bajos valores (< 0,04 gr/gr) para las 4 campañas de monitoreo (enero, abril, julio y octubre). En la figura es posible observar que los pozos que presentaron mayores variaciones del contenido de humedad a lo largo del año son aquellos que se ubican más cercanos al núcleo del salar (pozos 1027, L2-25 y L7-7).

FIGURA 3.1
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO
EN LAS CAMPAÑAS DE ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2008.



La Figura 3.2 muestra el comportamiento que ha tenido la profundidad de la napa en los 18 pozos de monitoreo durante las 4 campañas llevadas a cabo el año 2008 (enero, abril, julio y octubre). Los pozos están ordenados en sentido oeste-este. Del análisis de la figura es posible apreciar que los pozos de monitoreo presentaron profundidades que van desde 0,052 m (es decir, el agua se encuentra casi a nivel de superficie), como en el caso del pozo L3-5, hasta 16,022 metros en el caso del Pozo L4-3. En general, se observa que los pozos ubicados hacia el oeste presentan menores profundidades que los pozos ubicados hacia el este. Esto se debe a que los sectores más cercanos al núcleo del salar presentan una napa subterránea superficial, por lo que el agua alcanza con mayor facilidad las capas superiores del suelo. La profundidad de la napa no presentó grandes variaciones entre fechas de medición mostrando un comportamiento similar en todos los pozos de monitoreo.

FIGURA 3.2
PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 POZOS. CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2008.



En general, se puede indicar que las variaciones observadas en el contenido de humedad del suelo a lo largo del año 2008 no se asocian a variaciones en la profundidad de la napa subterránea. La Tabla 3.2 muestra la fecha en que se verificaron los valores más altos (en naranja) y más bajos (en azul) de CH del suelo y profundidad de la napa durante la temporada 2008. En efecto, se puede apreciar que los valores máximos y mínimos de CH del suelo no coinciden en la misma campaña con los máximos y mínimos de la profundidad de napa. Del mismo modo, los puntos que presentaron mayores variaciones en el contenido de humedad (L2-25, L2-4, L7-7 y 1027) no coinciden con los puntos que presentaron mayores variaciones en la profundidad de la napa (L2-27, L5-6, L7-7 y L5-7). La excepción la constituye el punto L7-7 que presentó la tercera mayor variación tanto en CH del suelo como en profundidad de la napa.

Se verificó además una clara estacionalidad en las variaciones de la profundidad de la napa, presentando una mayor profundidad en el mes de abril (condición observada en 15 de 18 puntos) y una menor profundidad en el mes de octubre (en 12 de 18 puntos). Para el contenido de humedad del suelo no se aprecia una estacionalidad clara, presentando una cierta tendencia a presentar valores más bajos en enero (condición observada en 9 de 18 puntos) y más altos en octubre (en 7 de 18).

TABLA 3.2
VARIACIÓN ANUAL DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y PROFUNDIDAD DE LA NAPA
SUBTERRÁNEA EN EL BORDE ESTE SALAR DE ATACAMA. TEMPORADA 2008

Pozo	CH gravimétrico (gr/gr)					Profundidad de la napa (m)				
	Enero	Abril	Julio	Octubre	Máxima variación ⁽¹⁾	Enero	Abril	Julio	Octubre	Máxima variación ⁽¹⁾
1027	0,894	0,798	0,913	0,958	0,160	0,479	0,527	0,420	0,371	0,156
L7-7	0,798	0,644	0,577	0,609	0,221	0,521	0,663	0,480	0,408	0,255
L7-14	0,247	0,258	0,279	0,272	0,031	1,556	1,601	1,560	1,527	0,074
L1-3	0,013	0,029	0,031	0,024	0,018	6,525	6,441	6,548	6,543	0,107
L2-26	0,127	0,131	0,160	0,134	0,033	3,515	3,562	3,524	3,512	0,050
L2-25	0,935	0,817	0,583	0,712	0,352	0,575	0,584	0,548	0,544	0,040
L2-4	0,614	0,795	0,484	0,648	0,311	0,855	0,864	0,784	0,781	0,083
L2-28	0,149	0,157	0,159	0,165	0,016	2,771	2,865	2,737	2,707	0,158
L2-27	0,480	0,509	0,509	0,520	0,041	0,972	1,189	0,855	0,842	0,347
L3-15	0,031	0,052	0,050	0,031	0,021	3,017	3,045	3,013	3,019	0,032
L3-5	0,381	0,403	0,410	0,348	0,062	0,0632	0,087	0,056	0,052	0,035
L3-3	0,103	0,132	0,109	0,134	0,031	2,944	2,937	2,913	2,909	0,035
L4-3	0,005	0,004	0,015	0,003	0,012	16,022	15,982	15,987	15,989	0,040
L4-17	0,224	0,211	0,208	0,225	0,018	1,804	1,845	1,820	1,795	0,050
L5-6	0,170	0,180	0,175	0,195	0,025	1,6785	1,994	1,847	1,834	0,316
L5-7	0,233	0,259	0,263	0,239	0,029	1,646	1,710	1,538	1,522	0,188
L9-2	0,072	0,107	0,069	0,126	0,056	4,103	4,180	4,140	4,111	0,077
L9-1	0,105	0,056	0,093	0,093	0,049	5,639	5,715	5,678	5,659	0,076

(1) Corresponde a la variación entre el mes que presentó el mayor valor (rojo) y el mes que presentó el menor valor (azul).

La variación del contenido de humedad del suelo observada en algunos puntos podría estar influenciada por factores no relacionados directamente con los niveles freáticos. Durante la

campaña de monitoreo de enero de 2008 en el Salar de Atacama ocurrió el fenómeno climático conocido como “Invierno Altiplánico”, que se caracteriza por presentar lluvias en la época estival. La ocurrencia de estas lluvias ocasionales podría explicar que algunos puntos (L2-25, L7-7 y L9-1) presenten en enero valores de contenido de humedad más altos con respecto a las demás campañas realizadas durante el año 2008 (abril, julio y octubre). Sin embargo, las precipitaciones no caen uniformemente en todo el Borde Este del Salar de Atacama, lo que explicaría que no todos los puntos presenten esta misma tendencia.

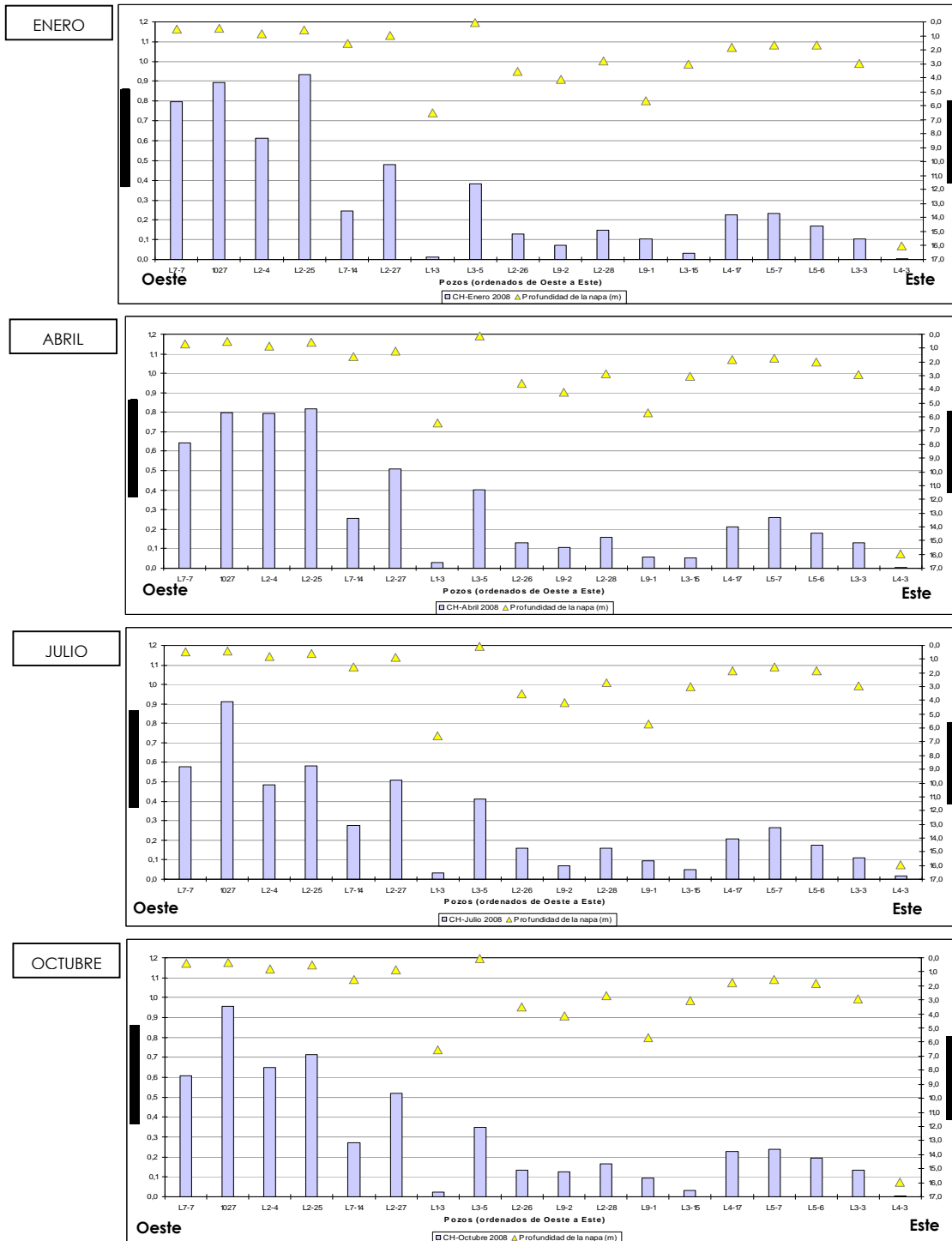
A modo de ejemplo, un día en que llovía intensamente en la localidad de Peine, en Toconao no se produjeron precipitaciones. Este comportamiento local en el Borde Este del Salar de Atacama pudo verificarse en los registros de precipitaciones de las 2 estaciones meteorológicas que SQM tiene en el Salar de Atacama (Estación Salar y Estación Chaxa). La Tabla 3.2 muestra que durante el mes de enero no llovió los mismos días y en la misma intensidad en las estaciones anteriormente mencionadas.

**TABLA 3.2
PRECIPITACIONES TOTALES (MM) EN EL SALAR DE ATACAMA. ENERO DE 2008**

Fecha	Estación metereológica	
	Salar	Chaxa
01-12 Ene-08	0,000	0,000
13-Ene-08	0,000	0,254
14-Ene-08	7,366	0,000
15-Ene-08	0,000	2,794
16-31 Ene-08	0,000	0,000
Total	7,366	3,556

La Figura 3.3 muestra el contenido de humedad gravimétrico del suelo (gr/gr) versus la profundidad de la napa en los 18 puntos de monitoreo para las campañas de enero, abril, julio y octubre de 2008. En esta Figura se puede observar la relación inversa entre profundidad y contenido de humedad del suelo, es decir, valores altos de profundidad de la napa presentan valores bajos de contenido de humedad y viceversa.

FIGURA 3.3
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO V/S PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO. CAMPAÑAS DE ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2008.



3.2 Variación interanual del contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa subterránea

A continuación, las Tablas 3.3 y 3.4 muestran la variación interanual del contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa para las campañas de abril, julio y octubre de 2007 y 2008. Para la campaña de enero no se realizó comparación debido a que el monitoreo comenzó a realizarse en el mes de abril de 2007. Para la campaña de abril de 2007 no existen datos de profundidad de la napa debido a que en esta fecha los pozos no se encontraban habilitados, por lo que no se realiza comparación. La Figura 3.4 muestra la variación interanual del contenido de humedad del suelo y profundidad de la napa para las campañas de abril, julio y octubre de 2007 y 2008.

TABLA 3.3
VARIACION INTERANUAL DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO.
AÑOS 2007 Y 2008

Pozo O-E	CH gravimétrico (gr/gr)		Variación interanual (gr/gr)	CH gravimétrico (gr/gr)		Variación Interanual (gr/gr)	CH gravimétrico (gr/gr)		Variación Interanual (gr/gr)
	Campaña Abril			Campaña Julio			Campaña Octubre		
	2007	2008		2007	2008		2007	2008	
L7-7	0,453	0,644	0,191	²	0,577	-	0,713	0,609	-0,104
1027	0,753	0,798	0,045	0,806	0,913	0,107	0,776	0,958	0,182
L2-4	0,838	0,795	-0,043	0,759	0,484	-0,275	0,731	0,648	-0,083
L2-25	1,079	0,817	-0,262	0,987	0,583	-0,404	0,974	0,712	-0,262
L7-14	0,217	0,258	0,041	0,237	0,279	0,042	0,275	0,272	-0,003
L2-27	0,496	0,509	0,013	0,568	0,509	-0,059	0,515	0,520	0,005
L1-3	0,040	0,029	-0,011	0,024	0,031	0,007	0,012	0,024	0,012
L3-5	0,524	0,403	-0,121	²	0,410	-	0,525	0,348	-0,177
L2-26	0,183	0,131	-0,052	²	0,160	-	0,142	0,134	-0,008
L9-2	0,097	0,107	0,010	0,120	0,069	-0,051	0,141	0,126	-0,015
L2-28	0,183	0,157	-0,026	²	0,159	-	0,131	0,165	0,034
L9-1	0,115	0,056	-0,059	0,094	0,093	-0,001	0,075	0,093	0,018
L3-15	0,066	0,052	-0,014	²	0,050	-	0,078	0,031	-0,047
L4-17	0,242	0,211	-0,031	²	0,208	-	0,208	0,225	0,017
L5-7	0,338	0,259	-0,079	0,272	0,263	-0,009	0,349	0,239	-0,110
L5-6	0,198	0,180	-0,018	0,183	0,175	-0,008	0,215	0,195	-0,020
L3-3	0,133	0,132	-0,001	0,097	0,109	0,012	0,166	0,134	-0,032
L4-3	0,004	0,004	0,000	0,004	0,015	0,011	0,005	0,003	-0,002

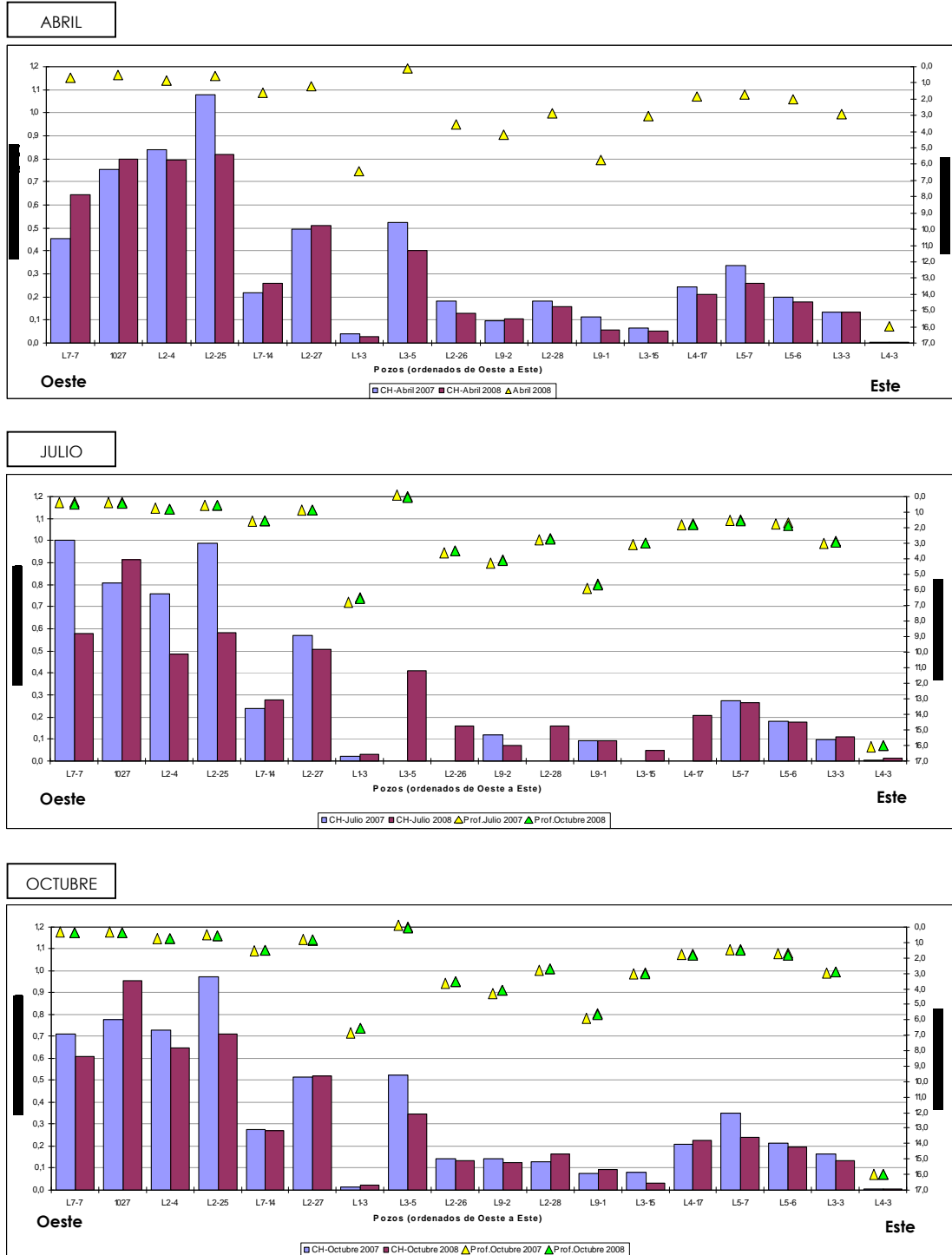
² Estas muestras no presentan datos de contenido de humedad del suelo debido a que debieron ser descartadas por presentar valores fuera de rango

TABLA 3.4
VARIACION INTERANUAL DE LA PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO
AÑOS 2007 Y 2008

Pozo O-E	Profundidad de la napa (m) Campaña Julio		Variación interanual (m)	Profundidad de la napa (m) Campaña Octubre		Variación interanual (m)
	2007	2008		2007	2008	
L7-7	0,545	0,480	-0,065	0,405	0,408	0,003
1027	0,442	0,420	-0,022	0,394	0,371	-0,023
L2-4	0,798	0,784	-0,014	0,785	0,781	-0,004
L2-25	0,563	0,548	-0,015	0,561	0,544	-0,017
L7-14	1,565	1,560	-0,005	1,540	1,527	-0,013
L2-27	0,864	0,855	-0,009	0,850	0,842	-0,008
L1-3	6,527	6,548	0,021	6,525	6,543	0,018
L3-5	0,013	0,056	0,043	-0,001 ³	0,052	0,053
L2-26	3,517	3,524	0,007	3,523	3,512	-0,011
L9-2	4,120	4,140	0,020	4,087	4,111	0,024
L2-28	2,733	2,737	0,004	2,715	2,707	-0,008
L9-1	5,645	5,678	0,033	5,620	5,659	0,039
L3-15	2,98	3,013	0,033	2,980	3,019	0,039
L4-17	1,769	1,820	0,051	1,758	1,795	0,037
L5-7	1,520	1,538	0,018	1,479	1,522	0,043
L5-6	1,735	1,847	0,112	1,705	1,834	0,129
L3-3	2,910	2,913	0,003	2,895	2,909	0,014
L4-3	16,089	15,987	-0,102	15,992	15,989	-0,003

³ El nivel freático se encontraba a nivel de terreno, registrándose afloramiento

FIGURA 3.4
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO V/S PROFUNDIDAD DE LA NAPA EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO. CAMPAÑAS DE ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007 Y 2008.



De forma similar al comportamiento anual observado para 2008, las comparaciones interanuales (igual mes para 2007 y 2008) muestran poca variación para la profundidad de la napa subterránea, lo opuesto al comportamiento del contenido de humedad del suelo que presentó mayores variaciones (Figura 3.4).

En efecto, la profundidad de la napa mostró variaciones interanuales de entre -10 y +11 centímetros en julio y de entre -2 y +10 centímetros en octubre. Tanto en julio como en octubre, una parte de los puntos de monitoreo presentó un leve aumento de la profundidad de la napa subterránea (11 de 18 puntos en julio y 10 de 18 puntos en octubre). En tanto para el contenido de humedad del suelo se verificaron diferencias interanuales de entre -0,262 a +0,191 en abril, de entre -0,404 y +0,107 en julio y -2,262 y +0,182 en octubre. Una La mayor parte de los puntos mostró descensos en el contenido de humedad del suelo (12 de 18 en abril, 7 de 12 en julio y 12 de 18 en octubre).

Tal como se indica en la Tabla 1.1 el bombeo se inició durante el año 2008 en forma parcializada, comenzando por el Pozo Camar 2 el 13 de marzo de 2008, y posteriormente, con la habilitación de los Pozos Allana y Mullay el 15 de septiembre de 2008. Dado que los efectos sobre el contenido de humedad del suelo producto del descenso del nivel freático no son instantáneos y a que tales niveles no han mostrado grandes variaciones entre 2007 y 2008 (Figura 3.4), se puede inferir que las variaciones observadas para el contenido de humedad del suelo corresponden a variaciones propias (naturales) del sistema.

3.3 Estado vital de la vegetación

Para las 4 campañas de monitoreo (enero, abril, julio y octubre) se realizaron mediciones de altura, porcentaje de copa verde, vigor y fenología de los ejemplares seleccionados en los 18 puntos de muestreo.

3.3.1 Especies vegetales presentes

La Tabla 3.5 indica las especies presentes en los 18 puntos de muestreo en las 4 campañas de monitoreo llevadas a cabo durante el año 2008 (enero, abril, julio y octubre). Las X indican las fechas para las cuales se observaron las especies indicadas.

TABLA 3.5
ESPECIES VEGETALES PRESENTES EN LOS 18 PUNTOS DE MONITOREO.
CAMPAÑAS DE ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE DE 2007

Nº	Especies	Campañas de monitoreo año 2008			
		Enero	Abril	Julio	Octubre
1	Gramma salada (<i>Distichlis spicata</i>)	X	X	X	X
2	Brea (<i>Tessaria absinthioides</i>)	X	X	X	X
3	Cachiyuyo (<i>Atriplex atacamensis</i>)	X	X	X	X
4	Nitrofila (<i>Nitrophilla atacamensis</i>)	X	X	X	X
5	Junco (<i>Juncus balticus</i>)	X	X	X	X

3.3.2 Fenología

De acuerdo con los resultados obtenidos en la campaña de enero, se puede indicar que todas las especies presentes se encontraban en etapa de crecimiento vegetativo. En efecto, el 95% de los ejemplares prospectados (considerando las cinco especies) presentaron follaje en avanzado grado de desarrollo. En el caso de las especies *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides* se observó gran cantidad de ejemplares con flores (60% y 25%, respectivamente). En el caso de la especie *Nitrophilla atacamensis* se observó un ejemplar con presencia de frutos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la campaña de abril de 2008, se puede indicar que todas las especies presentes se encontraban en etapa de crecimiento vegetativo. En efecto, el 96,5% de los ejemplares prospectados (considerando las cinco especies) presentaron follaje verde. En el caso de las especies *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides* se observó ejemplares con presencia de frutos (70% y 30% de los ejemplares observados en cada caso). De los 5 ejemplares de la especie *Distichlis spicata* existentes, se observó un ejemplar con presencia de frutos. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.1

En la campaña de julio de 2008 se puede indicar que la especie *Atriplex atacamensis* fue la única que se encontraba en etapa de crecimiento vegetativo, las demás especies presentes se encontraban senescentes debido al receso invernal que se da en esta época del año. El 7,1% de los individuos (todos de la especie *Atriplex atacamensis*) presentaron crecimiento vegetativo de los cuales el 5,7% se encontró con presencia de flores. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.2

Para la campaña de octubre de 2008 se puede indicar que 4 de las 5 especies presentes se encontraban en etapa de crecimiento vegetativo con pequeños brotes verdes que dan cuenta del término del receso invernal. La especie *Nitrophilla atacamensis* fue la única que se encontraba aún senescente. De la totalidad de los individuos registrados, el 62% se encontraba en crecimiento vegetativo (de este porcentaje el 5% presentó presencia de flores), mientras el 38% restante aún no salía del receso invernal encontrándose senescentes. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.3.

3.3.3 Vigor y porcentaje de copa verde

En cuanto al vigor, durante la campaña de enero el 98% de los ejemplares muestreados (considerando todas las especies) presentaron "crecimiento normal" y sólo un individuo (1%) de la especie *Tessaria absinthioides* fue calificado en categoría "débil". El restante 1% corresponde a dos individuos de *Tessaria absinthioides* que fueron encontrados secos. No se observaron individuos con daño en su follaje de temporada provocado por ramoneo de burros, sin embargo, en algunos puntos de monitoreo se encontró excrementos de estos animales.

Durante enero, la mayoría de los ejemplares prospectados (considerando todas las especies presentes) mostraron altos valores de copa verde. En efecto, el 16% de los ejemplares presentó entre 75% y 100% de copa verde, y el 21% de los ejemplares presentó entre 50% y 75% de copa verde. En tanto, el 28% de los ejemplares presentó entre 25% y 50% de copa verde, el 27% de los ejemplares entre 5% y 25% y el 5% de los ejemplares menos de un 5% de copa verde. Solo el 3% de los ejemplares evaluados presentó todos sus tejidos fotosintéticamente activos secos (0% de copa verde).

En cuanto al vigor, para la campaña de abril de 2008, el 34% de los ejemplares muestreados (considerando todas las especies) correspondieron a la categoría muy débil, el 32,6% de los ejemplares presentaron "crecimiento normal", el 29,8% correspondieron a débil y el 3,5% corresponde a plantas secas. Se observaron individuos con daño en su follaje de temporada provocado por ramoneo de burros y también, en algunos puntos de monitoreo, se encontró excrementos de estos animales.

Para esta misma campaña, en relación a los valores de copa verde el 4,3% de los ejemplares muestreados presentó entre 75% y 100% de copa verde, y el 11,3% entre 50% y 75% de copa verde. En tanto, el 34,8% presentó entre 25% y 50% de copa verde, el 35,5% entre 5% y 25% y el 10,6% menos de un 5% de copa verde. En tanto, el 3,5% de los ejemplares evaluados presentó todos sus tejidos fotosintéticamente activos secos (0% de copa verde). El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.1

Durante la campaña de julio de 2008, de la totalidad de ejemplares muestreados el 92,9% presenta un 0% de copa verde, en estos individuos el vigor no fue evaluado por presentarse sin actividad fotosintética. El 7,1% de los individuos restantes presentó el siguiente porcentaje de copa verde: el 2,1% de los individuos presentó < 5% de copa verde, el 2,9% de los individuos presentó entre un 5% y un 25% de copa verde, un 0,7% de los ejemplares entre un 50% y 70% y un 1,4% de los ejemplares entre 75% y 100% de copa verde.

Con respecto al vigor el 100% de los individuos de la especie *Atriplex atacamensis* se encontraba en crecimiento normal. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.

Para la campaña de octubre de 2008 de aquellos individuos con crecimiento vegetativo, el 77% presentó porcentajes de copa verde menores al 5%, el 13% se encontraba entre un 5% y un 25% de copa, el 2% entre un 25% y un 50%, el 4% entre 50% y 75% y por último, el 4% presentó porcentaje de copa verde entre un 75% y un 100%. Con respecto al vigor, la totalidad de los individuos que presentaba crecimiento vegetativo se encontraban con crecimiento normal sin signos de patógenos. El detalle de cada punto de monitoreo se encuentra en el anexo I.3.

3.4 Variación interanual de la vitalidad de la vegetación

3.4.1 Campañas Abril de 2007 y Abril de 2008

Las Tablas 3.4 a 3.13 muestran la variación de copa verde, vigor y fenología observada en la vegetación entre las campañas de abril de 2007 y abril de 2008.

A. Porcentaje de Copa Verde

TABLA 3.4
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
ATRIPLEX ATACAMENSIS (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	Número de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Abril 2007	Abril 2008	
1 (0%)	0	0	0
2 (< 5%)	0	0	0
3 (5% – 25%)	2	2	0
4 (25% – 50%)	2	2	0
5 (50% – 75%)	1	1	0
6 (75% - 100%)	5	5	0
Total	10	10	0

TABLA 3.5
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
DISTICHLIS SPICATA (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	Número de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Abril 2007	Abril 2008	
1 (0%)	0	0	0
2 (< 5%)	0	1	+1
3 (5% – 25%)	2	2	0
4 (25% – 50%)	2	1	-1
5 (50% – 75%)	0	1	+1
6 (75% - 100%)	0	0	0
Total	4	5	+1

TABLA 3.6
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
NITROPHILLA ATACAMENSIS (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Año 2007	Año 2008	
1 (0%)	0	0	0
2 (< 5%)	0	0	0
3 (5% – 25%)	0	1	+1
4 (25% – 50%)	2	1	-1
5 (50% – 75%)	0	0	0
6 (75% - 100%)	0	0	0
Total	2	2	0

TABLA 3.7
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
TESSARIA ABSINTHIOIDES (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Año 2007	Año 2008	
1 (0%)	0	5	+5
2 (< 5%)	5	14	+7
3 (5% – 25%)	26	44	+15
4 (25% – 50%)	37	45	+8
5 (50% – 75%)	26	14	-12
6 (75% - 100%)	29	1	-28
Total	123	123	0

No se observan mayores variaciones en el porcentaje de copa verde de las especies *Atriplex atacamensis*, *Distichlis spicata* y *Nitrophilla atacamensis* para el periodo analizado. La especie *Tessaria absinthioides* presentó una disminución de ejemplares con porcentajes de copa verde superiores a 50% (categorías 5 y 6).

B. Vigor

TABLA 3.8
VARIACIÓN DEL VIGOR DE EJEMPLARES DE ATRIPLEX ATACAMENSIS
(ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Año 2007	Año 2008	
1 (Planta seca)	0	0	0
2 (Planta muy débil)	0	0	0
3 (Planta Débil)	4	3	-1
4 (Crecimiento normal)	6	7	+1
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	10	10	0

TABLA 3.9
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIGOR DE EJEMPLARES DE
***DISTICHLIS SPICATA* (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)**

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 Planta seca)	0	0	0
2 (Planta muy débil)	0	0	0
3 (Planta Débil)	0	0	0
4 (Crecimiento normal)	4	5	+1
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	4	5	+1

TABLA 3.10
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIGOR DE EJEMPLARES DE
***NITROPHILLA ATACAMENSIS* (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)**

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Planta seca)	0	0	0
2 (Planta muy débil)	0	1	+1
3 (Planta Débil)	0	0	0
4 (Crecimiento normal)	2	1	-1
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	2	2	0

TABLA 3.11
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIGOR DE EJEMPLARES
DE *TESSARIA ABSINTHIOIDES* (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Planta seca)	0	5	5
2 (Planta muy débil)	1	36	+35
3 (Planta Débil)	22	39	+17
4 (Crecimiento normal)	100	43	-57
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	123	123	0

No se observan mayores variaciones en el vigor de las especies *Atriplex atacamensis*, *Distichlis spicata* y *Nitrophilla atacamensis*. Las mayores variaciones se observaron en la especie *Tessaria absinthioides* observándose un aumento de ejemplares débiles y muy débiles (categorías 2 y 3). Lo anterior se debe a que se observó un gran número de ejemplares con presencia de ataques patógenos (Figura 3.5), provocados posiblemente por insectos dípteros (moscas) que introducen sus huevos al interior del tejido vegetal provocando agallas, donde se desarrollan larvas.

FIGURA 3.5
DAÑOS BIÓTICOS OBSERVADOS EN EJEMPLARES DE TESSARIA ABSINTHIOIDES
BORDE ESTE DEL SALAR DE ATACAMA



a. Ramilla con desfoliación



b. Agallas provocadas por el desarrollo de larvas



c. Larvas extraídas del interior de las agallas

C. Fenología

TABLA 3.12
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO EJEMPLARES
DE ATRIPLEX ATACAMENSIS (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Senescente)	0	0	0
2 (Crec. Vegetativo)	5	3	-2
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	3	0	-3
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	2	7	+5
Total	10	10	0

TABLA 3.13
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE DISTICHLIS SPICATA (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Senescente)	0	0	0
2 (Crec. Vegetativo)	3	4	+1
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	0	0	0
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	1	1	0
Total	4	5	+1

TABLA 3.14
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE NITROPHILLA ATACAMENSIS (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Senescente)	0	0	0
2 (Crec. Vegetativo)	0	2	+2
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	1	0	-1
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	1	0	-1
Total	2	2	0

TABLA 3.15
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE TESSARIA ABSINTHIOIDES (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	2007	2008	
1 (Senescente)	0	5	+5
2 (Crec. Vegetativo)	66	81	+15
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	1	0	-1
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	56	37	-19
Total	123	123	0

En la campaña de monitoreo de abril de 2008, se observó un aumento de ejemplares de *Atriplex atacamensis* con presencia de frutos, en consideración con el año pasado a igual fecha. Por el contrario, los ejemplares de *Nitrophilla atacamensis* no mostraron ni flores ni frutos a diferencia del año pasado. Algo similar se observó en los ejemplares de *Tessaria absinthioides*, los que mostraron una disminución en la producción de estructuras reproductivas, respecto del año pasado a igual fecha. En el caso de los ejemplares de *Distichlis spicata*, estos no mostraron mayores variaciones.

3.4.2 Campañas Julio de 2007 y Julio de 2008

Para estas campañas no se realizan las comparaciones debido a que la gran parte de la vegetación del borde este se encontraba en etapa de receso invernal.

3.4.3 Campañas Octubre de 2007 y Octubre de 2008

Las Tablas 3.16 a 3.13 muestran la variación de copa verde, vigor y fenología observada en la vegetación entre las campañas de octubre de 2007 y octubre de 2008.

A. Porcentaje de Copa Verde

TABLA 3.16
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
ATRIplex ATACAMENSIS (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categorías	Número de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (0%)	0	0	0
2 (< 5%)	0	3	+3
3 (5% – 25%)	5	2	-3
4 (25% – 50%)	4	1	-3
5 (50% – 75%)	1	2	+1
6 (75% - 100%)	0	2	-2
Total	10	10	0

TABLA 3.17
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
DISTICHLIS SPICATA (ABRIL 2007 – ABRIL 2008)

Categorías	Número de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (0%)	0	0	0
2 (< 5%)	5	5	0
3 (5% – 25%)	0	0	0
4 (25% – 50%)	0	0	0
5 (50% – 75%)	1	0	-1
6 (75% - 100%)	0	0	0
Total	6	5	-1

TABLA 3.18
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
NITROPHILLA ATACAMENSIS (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (0%)	0	2	+2
2 (< 5%)	1	0	-1
3 (5% – 25%)	1	0	-1
4 (25% – 50%)	0	0	0
5 (50% – 75%)	0	0	0
6 (75% - 100%)	0	0	0
Total	2	2	0

TABLA 3.19
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE COPA VERDE DE EJEMPLARES DE
TESSARIA ABSINTHIOIDES (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (0%)	61	85	+24
2 (< 5%)	48	32	-16
3 (5% – 25%)	12	5	-7
4 (25% – 50%)	1	0	-1
5 (50% – 75%)	0	0	0
6 (75% - 100%)	1	0	-1
Total	123	122	-1

Con respecto al porcentaje de copa verde de la especie *Atriplex atacamensis* se observa un aumento con respecto al año 2007 de los individuos con porcentajes de copa verde inferiores al 50% (categorías 1, 2, 3 y 4) y un aumento de individuos con porcentajes de copa verde superiores al 50% (categorías 5 y 6). Para la especie *Distichlis spicata* durante el año 2008 se observa un ejemplar menos que durante 2007 mientras las categorías se mantienen sin variaciones. La especie *Nitrophilla atacamensis* durante la campaña de octubre de 2008 presentó un aumento de individuos con 0% de copa verde (categoría 1) con respecto a 2007. Para la especie *Tessaria absinthioides* se observa un aumento de individuos con porcentajes de copa verde inferiores al 5% (categorías 1 y 2) con respecto al año 2007.

B. Vigor

TABLA 3.20
VARIACIÓN DEL VIGOR DE EJEMPLARES DE *ATRIPLEX ATACAMENSIS*
(OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Planta seca)	0	0	0
2 (Planta muy débil)	0	0	0
3 (Planta Débil)	0	0	0
4 (Crecimiento normal)	10	10	0
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	10	10	0

TABLA 3.21
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIGOR DE EJEMPLARES DE
***DISTICHLIS SPICATA* (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)**

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
seca)	0	0	0
2 (Planta muy débil)	0	0	0
3 (Planta Débil)	0	0	0
4 (Crecimiento normal)	6	5	-1
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	0
Total	6	5	-1

TABLA 3.22
VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE VIGOR DE EJEMPLARES
DE *TESSARIA ABSINTHIOIDES* (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categorías	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Planta seca)	0	5	-
2 (Planta muy débil)	0	0	-
3 (Planta Débil)	0	0	-
4 (Crecimiento normal)	62	37	-
5 (Excepcionalmente vigoroso)	0	0	-
Total	62	42	-

No se observan mayores variaciones en el vigor de las especies *Atriplex atacamensis* y *Distichlis spicata* para el periodo analizado. Para la especie *Nitrophilla atacamensis* no se realizó la comparación debido a que durante la campaña de 2008 la totalidad de los individuos se presentaron senescentes por lo que el vigor no fue evaluado. Para la especie *Tessaria absinthioides* se evalúa el vigor sólo para aquellos individuos que no se encuentran senescentes que para el año 2007 fueron 62 y para el 2008 42. En general, para ambas temporadas se verificó un crecimiento normal de esta especie (categoría 4).

C. Fenología

TABLA 3.23
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO EJEMPLARES
DE ATRIPLEX ATACAMENSIS (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Senescente)	0	0	0
2 (Crec. Vegetativo)	10	7	-3
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	0	3	+3
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	0	0	0
Total	10	10	0

TABLA 3.24
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE DISTICHLIS SPICATA (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Senescente)	0	0	0
2 (Crec. Vegetativo)	6	5	-1
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	0	0	0
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	0	0	0
Total	6	5	-1

TABLA 3.25
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE NITROPHILLA ATACAMENSIS (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Senescente)	0	2	+2
2 (Crec. Vegetativo)	2	0	-2
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	0	0	0
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	0	0	0
Total	2	2	0

TABLA 3.26
VARIACIÓN DE ESTADO FENOLÓGICO DE EJEMPLARES
DE TESSARIA ABSINTHIOIDES (OCTUBRE 2007 – OCTUBRE 2008)

Categoría	N° de ejemplares		Variación 2007 - 2008
	Octubre 2007	Octubre 2008	
1 (Senescente)	61	85	+24
2 (Crec. Vegetativo)	62	37	-25
2-3 (Crec. Vegetativo y floración)	0	0	0
2-4 (Crec. Vegetativo y fructificación)	0	0	0
Total	123	122	-1

En la campaña de monitoreo de octubre de 2008 se observó un aumento de ejemplares de *Atriplex atacamensis* con presencia de flores, en consideración con el año pasado a igual fecha. La especie *Distichlis spicata* no mostró mayores variaciones entre 2008 y 2007. Por el contrario, la especie *Nitrophilla atacamensis* mostró un aumento de ejemplares senescentes (categoría 1) con respecto a 2007. Para la especie *Tessaria absinthioides* se observa un aumento de ejemplares senescentes (categoría 1) y una disminución de ejemplares con crecimiento vegetativo (categoría 2).