



INFORME FINAL

ESTUDIO "CARACTERIZACIÓN VEGETACIONAL DE LOS BOFEDALES DE LIRIMA Y QUEBRADA CAYA, REGIÓN DE TARAPACÁ"

(LICITACIÓN PÚBLICA 612-214-L109)



Preparado por
Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.



Santiago, Diciembre de 2009

“CARACTERIZACIÓN VEGETACIONAL DE LOS BOFEDALES DE LIRIMA Y QUEBRADA CAYA, REGIÓN DE TARAPACÁ”

(LICITACIÓN PÚBLICA 612-214-L109)

Ejecutado por:

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Encargado del Estudio:

Luis Faúndez Y.
Ingeniero Agrónomo
Depto. Producción Agrícola
Fac. Cs. Agronómicas
Universidad de Chile



Mandante:

Gobierno de Chile
Ministerio de Agricultura
Servicio Agrícola y Ganadero

Contraparte Técnica:

Mario Ahumada C.
Ingeniero Agrónomo
Jefe del Subdepartamento de
Recursos Naturales
SAG

CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS	6
3.	PRODUCTOS COMPROMETIDOS.....	6
4.	FINANCIAMIENTO	7
5.	EQUIPO PROFESIONAL	7
6.	SUPERVISIÓN	7
7.	METODOLOGÍA	7
7.1.	Área de Estudio.....	7
7.2.	Recopilación de Antecedentes	8
7.3.	Interpretación Preliminar de Imágenes y Cartografía Base	9
7.4.	Detección, Delimitación y Atribución de Polígonos de Vegetación Azonal	10
7.5.	Selección de Polígonos Representativos.....	12
7.6.	Campaña de Terreno.....	12
7.6.1.	Descripción de la Vegetación	13
7.6.2.	Descripción Florística.....	14
7.6.3.	Descripción de Parámetros Físico-Ambientales	15
7.7.	Análisis de la Información	15
7.8.	Identificación de Elementos Críticos.....	17
8.	RESULTADOS.....	18
8.1.	Sector Bofedal de Lirima	18
8.1.1.	Antecedentes Generales.....	18
8.1.2.	Vegetación	19
8.1.3.	Flora Local	27
8.1.4.	Identificación de Elementos Críticos	30
8.2.	Sector Quebrada de Caya.....	32
8.2.1.	Antecedentes Generales.....	32
8.2.2.	Vegetación	33
8.2.3.	Flora Local	38
8.2.4.	Identificación de Elementos Críticos	40
9.	CONCLUSIONES.....	41
10.	LITERATURA CITADA O UTILIZADA.....	42
11.	ANEXOS	44

Anexo 1. Cartografías de vegetación del humedal de Lirima.

Anexo 2. Listado taxonómico general del humedal de Lirima (Octubre de 2009).

Anexo 3. Distribución de las especies de flora vascular detectadas en el humedal de Lirima en las distintas tipologías de vegetación (valores de cubrimiento promedio de las especies en las distintas tipologías).

Anexo 4. Grado de singularidad de las tipologías de vegetación presentes en el humedal de Lirima.

Anexo 5. Proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de representatividad establecidos para el humedal de Lirima.

Anexo 6. Proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de valor ambiental establecidos para el humedal de Lirima.

Anexo 7. Carta de Valoración Ambiental del Humedal de Lirima.

Anexo 8. Cartografías de vegetación del humedal de Caya.

Anexo 9. Listado taxonómico general del humedal de Caya (Octubre de 2009).

Anexo 10. Distribución de las especies de flora vascular detectadas en el humedal de Caya en las distintas tipologías de vegetación (valores de cubrimiento promedio de las especies en las distintas tipologías).

Anexo 11. Fotografías de terreno.

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales de altura corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante durante la temporada de crecimiento (fines de primavera, verano e inicios de otoño) y que, desde el punto de vista de la vegetación, se caracterizan por su presencia en ambientes normalmente árido-fríos, en el caso chileno asociados a la cordillera de los Andes, y sólo puntualmente a la cordillera de la Costa, en donde en medio de matrices arbustivas o herbáceas de escaso o bajo cubrimiento (inferiores a 50 % normalmente) y baja estratificación (habitualmente inferiores a 1 m) aparecen resaltando con su mayor actividad vegetativa y sus mayores cubrimientos (normalmente sobre el 50%). Además, corresponden a los sistemas de mayor productividad en las áreas en las cuales se ubican, constituyéndose en elementos funcionales de alta significación para los ecosistemas relacionados, a pesar de tener una escasa representación en términos de superficie en una escala macro-ambiental.

En este sentido, resulta destacable el hecho de que este tipo de vegetación ha sido evaluada y definida para toda la zona norte (Faúndez & Gajardo, 1993¹), (BIOTA, 2006²), particularmente para la ecorregión altiplánica de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta y en la ecorregión altoandina de la zona central del país (BIOTA, 2008³), trabajos en los cuales se efectúa una clasificación de las diferentes variantes comunitarias que es posible reconocer, especialmente respecto a gradientes de salinidad, grado de humedad y posición topográfica. Así, según estos estudios, se reconocen tres grandes tipos de vegetación característicos: vegas, pajonales hídricos y bofedales, los cuales, según su definición técnica corresponden a aquellos sistemas que "se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente".

La alta demanda por el uso de aguas subterráneas, ha determinado una presión por extracción de este recurso, que, en algunos casos, ha comenzado a impactar a la vegetación asociada, que se sustenta ya sea por aportes de humedad proveniente de acuíferos sub-superficiales como también de escurrimientos superficiales.

En este contexto, y dada la necesidad planteada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) se desarrolla el presente estudio para el levantamiento de la información de vegetación relacionada con la presencia y estado de las comunidades vegetacionales azonales hídricas que se desarrollan en el humedal de Lirima y quebrada de Caya, con el fin de que constituyan la base para futuros monitoreos o seguimientos en el marco del SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) y definir el estado actual de las formaciones de vegetación presentes en este sistema.

¹ FAUNDEZ L & GAJARDO M. 1993. Estudio de humedales: las vegas y bofedales de la I y II región. 16 p, Diagramas. In CASTRO M, BAHAMONDES M, SALAS H, AZOCAR P & FAUNDEZ L. 1993. Identificación y ubicación de vegas y bofedales de las regiones Primera y Segunda. Informe Mecanografiado. Depto Estudios S.I.T. N° 19, D.G.A.-MOP. 20 pp. Anexos.

² BIOTA, 2006. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del altiplano. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. Informe de Consultoría. 28 pp., Anexos 23pp.

³ BIOTA, 2008. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos de la alta cordillera. Regiones de Valparaíso, O'Higgins y Maule. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. Informe de Consultoría 612-64-LE07. 46 pp., Anexos 28 pp.

2. OBJETIVOS

El objetivo del estudio es caracterizar el estado actual de la vegetación asociada a los Bofedales de Lirima y Quebrada Caya, ambas localidades ubicadas en la región De Tarapacá, y que permita proponer su monitoreo mediante la detección de formaciones de vegetación críticas.

Para dar cumplimiento a este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- a) Detectar, delimitar y describir las diferentes formaciones de vegetación que actualmente se desarrollan en cada uno de los humedales.
- b) Caracterizar el estado actual de las formaciones de vegetación.
- c) Detectar áreas críticas desde el punto de vista natural y/o manejo para su posterior monitoreo en función de su dependencia al suministro de agua.

3. PRODUCTOS COMPROMETIDOS

A continuación se detallan los productos comprometidos en cada una de las etapas del presente estudio.

Producto 1:

- Cartografía detallada de vegetación: unidades de vegetación representadas a través de polígonos homogéneos, a una escala adecuada de trabajo, y clasificados de acuerdo con los criterios utilizados por el SAG (vega, pajonal, bofedal), esta información es presentada en formato digital.

Producto 2:

- Informe final: este producto contiene los resultados de la existencia de recurso vegetacional para cada uno de los sectores de acuerdo a los datos obtenidos durante el levantamiento de información y confección de la cartografía temática específica.

La consultoría consideró la utilización de información raster y vectorial como apoyo al trabajo de gabinete, la cual se detalla a continuación:

- Cartografía Base IGM (1.50.000; 1:250.000)
- División Político Administrativa.
- Imágenes *Quick Bird* y *Landsat* históricas.
- Estudios y/o trabajos específicos en temas relacionados con el presente estudio.

4. FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), siendo contratada para su ejecución la consultora "Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda."

El presupuesto total asignado fue de \$ 3.500.000 (tres millones quinientos mil pesos), los cuales fueron cancelados en dos parcialidades, con la entrega de un informe de avance y la aprobación del informe final del proyecto.

5. EQUIPO PROFESIONAL

El equipo ejecutor del presente estudio estuvo compuesto por especialistas pertenecientes al equipo de trabajo de la consultora Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda., a cargo del Sr. Luis Faúndez Yancas, Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile.

6. SUPERVISIÓN

La supervisión técnica estuvo a cargo del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), a través del Ingeniero Agrónomo Sr. Mario Ahumada Campos.

7. METODOLOGÍA

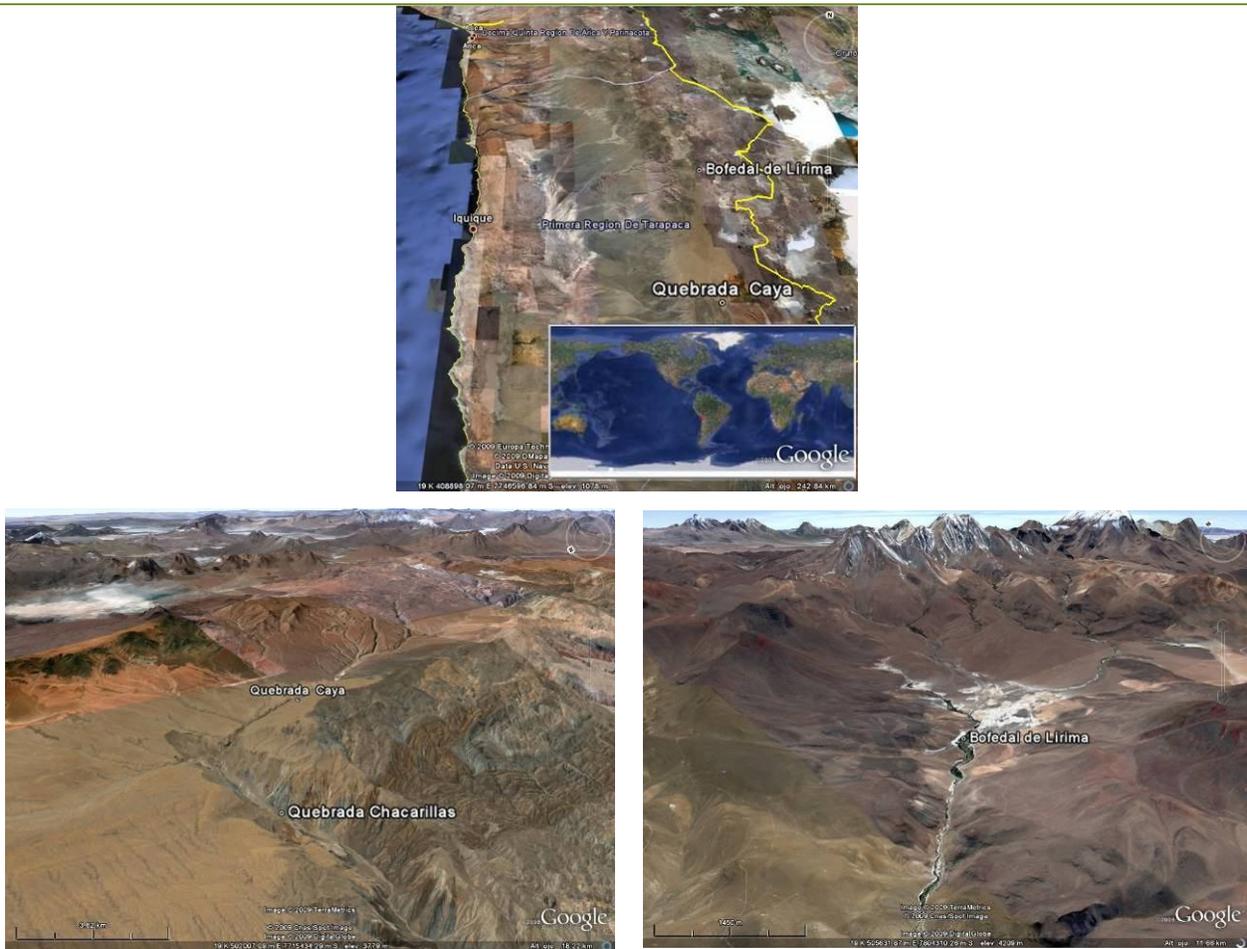
Se describe a continuación la metodología de trabajo y los diferentes análisis realizados. Los aspectos técnicos principales considerados en la ejecución del presente estudio fueron los siguientes:

- Definición del área de estudio y los posibles humedales involucrados en la descripción.
- Descripción de la metodología, incluyendo las actividades comprometidas en la fase de gabinete y de terreno, indicando los parámetros a evaluar, la forma de capturarlos y los criterios de análisis a emplear.
- Descripción del proceso de imágenes a utilizar.
- Organización y duración de la(s) campaña(s) de terreno.

7.1. Área de Estudio

El área de estudio contempla dos áreas específicas, el bofedal de Lirima ubicado en las cercanías del poblado de Lirima, y la quebrada de Caya, ubicada a 8 Km al norte del poblado de Guatacondo, ambos puntos ubicados en la comuna de Pica, provincia de Iquique, región De Tarapacá. Para el bofedal de Lirima se abarcó una superficie de 19.000 ha aproximadamente, correspondientes a la microcuenca hidrográfica que alimenta este sistema de humedales. Para la quebrada de Caya el área de estudio se restringió a los márgenes de la quebrada, abarcando una superficie de 80 ha aproximadamente. En la Figura 1 se muestra la localización de las áreas de trabajo incluidas en el presente estudio.

Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio para el proyecto "Caracterización vegetacional de los bofedales de Lirima y quebrada Caya, región De Tarapacá"



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes tridimensionales del programa *Google Earth*.

7.2. Recopilación de Antecedentes

Se realizó una búsqueda sistemática de los antecedentes disponibles para ambos sectores en estudio, recopilando la información de vegetación y taxonómica existente para la flora y vegetación local. Esto consideró estudios y/o trabajos específicos realizados con anterioridad en estos sistemas.

Como parte de los antecedentes recopilados en el contexto del presente estudio se encuentran tres trabajos que permiten establecer un marco general de clasificación y de los distintos tipos de humedales que allí existen. El primero corresponde al "Estudio de Humedales: Las vegas y bofedales de la I y II región" (Faúndez y Gajardo, 1993⁴), en el cual se entregan los lineamientos generales de clasificación, identificación y ubicación de este tipo de unidades.

⁴ FAUNDEZ L. & GAJARDO M. 1993. Op cit.

El segundo documento, desarrollado para el Servicio Agrícola y Ganadero, se denomina “Estudio de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos del Altiplano” (BIOTA, 2006⁵), en donde se realiza, mediante la utilización de imágenes satelitales de resolución media, la identificación, cuantificación y clasificación de los diferentes tipos de humedales de la ecoregión altiplánica.

Por último, el tercer trabajo (Ahumada & Faúndez, 2009⁶) entrega una clasificación de la vegetación presente en humedales altiplánicos, que permite agrupar las especies por similitud de funcionamiento y otorga criterios de evaluación, manejo y seguimiento para aquellas que estén siendo afectados por actividades de extracción de agua. Además, da una pauta de evaluación de impactos de proyectos que intervienen humedales, con los criterios aplicados por el Servicio Agrícola y Ganadero en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

7.3. Interpretación Preliminar de Imágenes y Cartografía Base

La primera etapa consistió en generar las capas de información geográfica base necesaria para la caracterización de los sistemas de vegetación azonal que se desarrollan actualmente en las zonas de estudio. Para ello se realizó la delimitación *a priori* de las unidades azonales, a través de la interpretación de las imágenes captadas por el sensor remoto de alta resolución *Quick Bird* en formato *Bundle* (multiespectral + pancromática) con una resolución espacial de 0,62 m. Estas imágenes constituyen la base sobre la cual se desarrolló la interpretación cartográfica del estudio, obteniendo escenas de alta resolución para cada punto, procediendo posteriormente a su georeferenciación e incorporación al SIG.

Las imágenes multiespectrales correspondientes a la plataforma *Quick Bird* fueron facilitadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y corresponden a las presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de imágenes “Quick Bird” disponibles en el estudio.

Código Escena	Fecha	Nº Bandas	Resolución (m)	Sector
08APR13150826-M2AS-052181615010_01_P001.tiff	13/04/2008	Multiespectral	2,44	Oda. Caya
08APR13150826-P2AS-052181615010_01_P001.tiff	13/04/2008	Pancromática	0,61	Oda. Caya
04SEP14144706-M2AS-052181615020_01_P001.tiff	14/09/2004	Multiespectral	2,44	Lirima
04SEP14144706-P2AS-052181615020_01_P001.tiff	14/09/2004	Pancromático	0,61	Lirima
08MAR31151302-M2AS-052181615020_01_P002.tiff	31/03/2008	Multiespectral	2,44	Lirima
08MAR31151302-P2AS-052181615020_01_P002.tiff	31/03/2008	Pancromático	0,61	Lirima

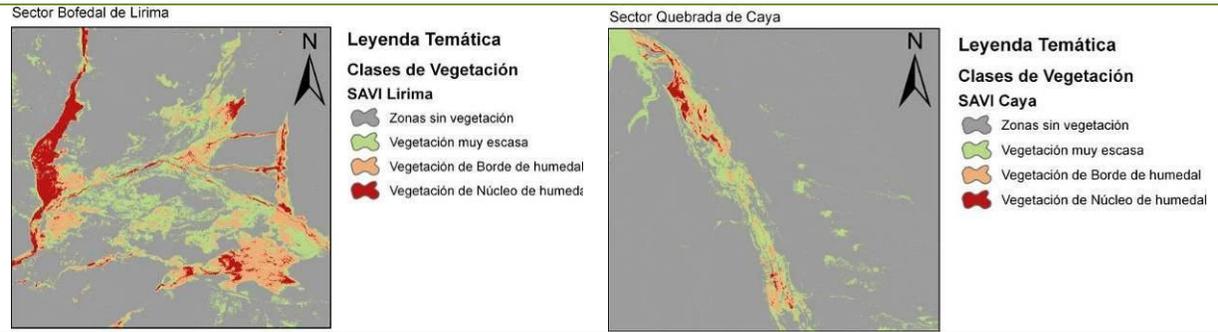
Producto de la interpretación de las imágenes satelitales en ambos sectores de estudio, se obtuvo como primer producto, los índices de vegetación normalizada (NDVI) y el índice de vegetación normalizado ajustado al suelo (SAVI), estos índices permiten la discriminación y delimitación de los

⁵ BIOTA, 2006. Op cit.

⁶ AHUMADA, M. & FAÚNDEZ, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118p.

distintos elementos de vegetación y no vegetación presentes en ambos sectores. En la Figura 2 se muestran las clases de vegetación preliminar discriminadas en base al índice de vegetación SAVI para ambas áreas de trabajo.

Figura 2. Clases de vegetación preliminares en base al índice de vegetación normalizado ajustado al suelo (SAVI) para los sectores de Caya y Lirima.

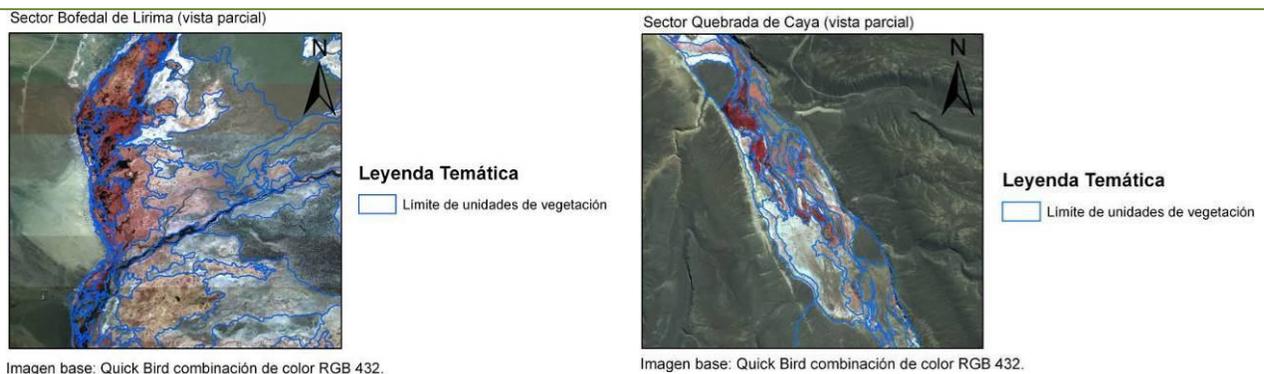


7.4. Detección, Delimitación y Atribución de Polígonos de Vegetación Azonal

La detección y delimitación de los polígonos de vegetación se realizó a través del análisis digital e interpretación visual de las imágenes multispectrales de alta resolución (*Quick Bird*), proceso que se realizó directamente en pantalla, apoyado por la información resultante del análisis de los índices de vegetación NDVI y SAVI, calculado sobre las mismas imágenes.

Del análisis y clasificación de los índices de vegetación se obtuvieron distintas clases correspondientes a las distintas formaciones de vegetación presentes en ambas zonas de estudio. La Figura 3 muestra la delimitación de unidades de vegetación realizada en las áreas de Caya y Lirima.

Figura 3. Delimitación de unidades de vegetación en función de los valores del índice de vegetación normalizado ajustado al suelo (SAVI) para los sectores de Caya y Lirima.



Para el sector del bofedal de Lirima se delimitó un total de 409 unidades de vegetación, equivalentes a un total de 860,3 hectáreas, las que poseen una superficie promedio de 2,1 ha. En

el sector de la quebrada de Caya, se delimitó un total de 84 unidades de vegetación correspondientes a un total de 77,5 ha con una superficie promedio de 0,9 ha.

Las distintas unidades de vegetación discriminadas fueron digitalizadas manualmente en pantalla para el sector de la quebrada de Caya y delimitadas a través de la clasificación digital para el sector de Lirima, estableciendo los límites de cada una según patrones de color, intensidad de vegetación (cobrimiento y vigor), tamaño del grano, posición topográfica y la cercanía y relación espacial a cuerpos de agua. La unidad mínima cartográfica correspondió a polígonos de 0,25 hectáreas de superficie.

Paralelamente, cada unidad fue caracterizada en base a su superficie, presencia de cuerpos o cursos de agua, además de las variables topográficas más relevantes.

De esta manera, cada unidad azonal quedó atribuida con las siguientes variables:

- Superficie: estableciendo clases de tamaño según los valores obtenidos.
- Agua: se discriminó la presencia de cuerpos u cursos de agua dentro o en los márgenes de cada unidad, estableciendo el nivel de hidromorfismo de cada una.
- Altitud: se estableció clases o rangos de altitud según los valores observados.

Para el caso particular de la variable hídrica, se procedió a obtener las capas de brillo, verdor y humedad a partir de la transformación de *Tasseled cap* para cada una de las escenas *Quick bird* disponibles. Los coeficientes de transformación fueron obtenidos de Yarbrough *et al*, 2005⁷. A partir de estas imágenes se obtuvo, en primer lugar, la capa de cuerpos y cursos de agua, resultante de la clasificación de la banda correspondiente al brillo (banda 1), identificando dos clases de elementos hídricos:

- Cuerpos o cursos de agua: elementos hídricos que presentan una profundidad (columna de agua) mayor a 25 cm de profundidad y que corresponden a canales o cursos de agua superficial, como también a pequeñas lagunas al interior del humedal.
- Cuerpos de agua someros y terrenos húmedos: corresponden a zonas cubiertas de agua, que presentan una profundidad (columna de agua) menor a 25 cm o terrenos húmedos, ubicados en los bordes de los elementos anteriores.

La segunda capa obtenida a partir de las imágenes transformadas, corresponde al nivel de hidromorfismo o humedad de las unidades, obtenida de la clasificación directa de los niveles digitales (ND) de la banda correspondiente a humedad (banda 3) del índice de *Tasseled cap*, estableciendo cinco niveles de hidromorfismo o grado de humedad del terreno. Los niveles establecidos se presentan en la Tabla 2.

⁷ YARBROUGH, L.D., G. EASSON, AND J.S. KUSZMAUL, 2005, Tasseled Cap Coefficients for the QuickBird2 sensor: A comparison of methods and development, *presented at Pecora 16-American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, October 23-27, Sioux Falls Convention Center, Sioux Falls, SD, 10 pages, *CD-ROM*.

Tabla 2. Niveles de hidromorfismo establecidos en las diferentes temporadas según los niveles digitales de la banda de humedad de la imágenes correspondiente al índice de *Tasseled cap*.

Nivel digital (ND)	Nivel de hidromorfismo
-1.073- -508	Muy bajo
-508 - -338	Bajo
-338 - -242	Medio
-242 – 108	Alto
-108 - 136	Muy alto

Una vez obtenidos los niveles de hidromorfismo para las distintas zonas, se le asignó el nivel a cada una de las unidades de vegetación mediante el análisis zonal de los pixeles de cada clase presentes en ella, asignando la clase que más se repitió en cada polígono, estimando así el grado de dependencia al suministro hídrico de las distintas unidades de vegetación y de manera consecuente con las distintas clases y tipologías de vegetación presentes en el humedal.

7.5. Selección de Polígonos Representativos

Dado lo acotado de las áreas de estudio, se buscó caracterizar cada una de las unidades de vegetación discriminadas en el proceso de interpretación cartográfico, sin embargo, una vez establecido el universo de combinaciones según las variables antes mencionadas, se procedió a seleccionar aquellas unidades representativas de cada conjunto de atributos, para lo cual se tuvo en cuenta la información existente de las unidades (antecedentes previos), a fin de priorizar la toma de información en terreno sobre estas unidades.

Ambas áreas de trabajo fueron cartografiadas a una escala 1:5.000 que permitió su ubicación y caracterización en terreno. Además, se diseñó la ruta e itinerario de muestreo, determinando finalmente aquellas unidades a muestrear en función de su representatividad y accesibilidad.

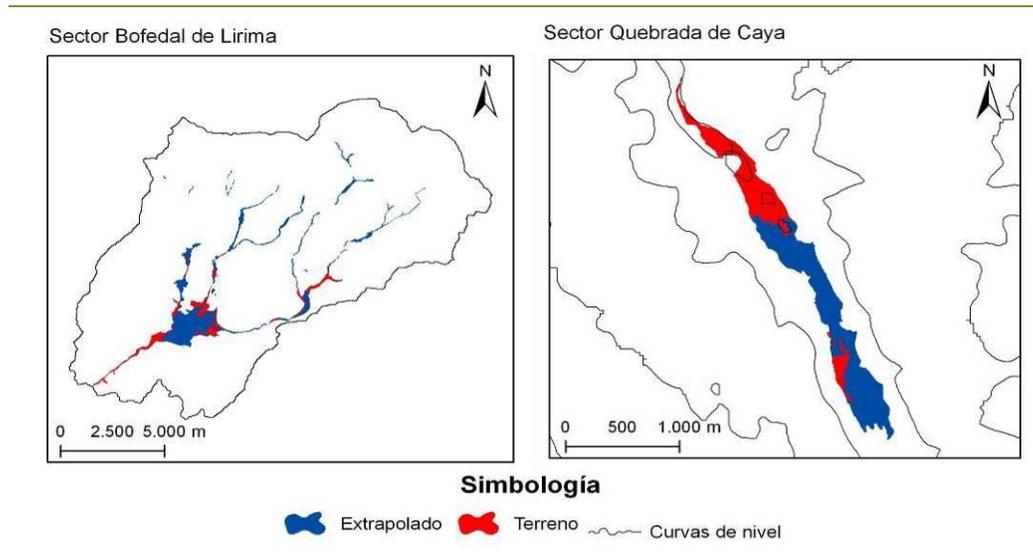
7.6. Campaña de Terreno

El trabajo en terreno consideró la realización de un recorrido por ambas zonas de trabajo, visitando, en primera instancia, aquellas unidades seleccionadas en la etapa anterior, y posteriormente, se revisaron unidades no seleccionadas de manera de aumentar la información de cada zona para su adecuada caracterización.

La campaña de terreno tuvo una duración aproximada, de 7 días, la que fue realizada en Octubre del año 2009, con la participación del equipo especialista para esta consultoría, en forma conjunta con el equipo técnico del SAG. Este recorrido tuvo por objetivo la caracterización florística y vegetacional, y la descripción de los parámetros físico-ambientales de cada unidad seleccionada.

Se evaluó un total de 139 unidades en el humedal de Lirima y 56 unidades en la quebrada de Caya. La distribución de las unidades evaluadas, tanto de terreno como extrapolada en gabinete, se presenta en la Figura 4.

Figura 4. Ubicación de las unidades evaluadas en terreno y con información extrapolada en los humedales de Lirima y quebrada de Caya.



7.6.1. Descripción de la Vegetación

La vegetación presente en las unidades de vegetación azonal fue evaluada en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas, determinando la Formación Vegetacional de cada unidad de acuerdo con la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT), desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS⁸), Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne & Contreras (1981⁹), y Etienne & Prado (1982¹⁰).

Se obtuvo como resultado de esto la Cartografía de la Vegetación Azonal para las unidades presentes en el área de estudio, la cual es una cartografía fisonómica que refleja la imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a la escala apropiada de presentación. En ella se representan los tipos biológicos y su grado de cubrimiento de la superficie (%), además de las especies dominantes vegetales que regulan o controlan el aspecto de la comunidad. La descripción de la estructura de la vegetación se realizó según los tipos biológicos presentes y cubrimiento para cada unidad en base a la siguiente pauta:

⁸ Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE.

⁹ ETIENNE M & CONTRERAS D. 1981. Cartografía de la Vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. Téc. N°46. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Chile 27 p. 10 cartas.

¹⁰ ETIENNE M. & PRADO C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N°9. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile.

Códigos Cubrimiento: Tipos Biológicos - Cubrimiento: las unidades cartográficas se describieron según los siguientes rangos de cubrimiento establecidos para cada tipología (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT.

Tipo Biológico		Índice de Cubrimiento (n)		
LAn:	Leñoso alto, con cubrimiento n	1:	1 – 5%	Muy escaso
LBN:	Leñoso bajo, con cubrimiento n	2:	5 – 10%	Escaso
Hn:	Herbáceo, con cubrimiento n	3:	10 – 25%	Muy Claro
Sn:	Suculento, con cubrimiento n	4:	25 – 50%	Claro
		5:	50 – 75%	Poco denso
n =	Índice de cubrimiento	6:	75 – 90%	Denso
		7:	90 – 100%	Muy denso

Códigos Altura: Tipos Biológicos - Altura: las unidades cartográficas se describieron según los siguientes rangos de altura establecidos para cada tipología (Tabla 4).

Tabla 4. Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT.

Leñoso Alto (LA)			Leñoso Bajo (LB)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
\overline{LA}	< 2m	Extremadamente Baja	\overline{LB}	< 5 cm	Extremadamente Baja
LA	2 – 4 m	Muy Baja	LB	5 – 25 cm	Muy Baja
\underline{LA}	4 – 8 m	Baja	\underline{LB}	25 – 50 cm	Baja
\boxed{LA}	8 – 16 m	Media	\boxed{LB}	50 – 100 cm	Media
$\odot LA$	16 – 32 m	Alta	$\odot LB$	100 – 200 cm	Alta
$\triangle LA$	> 32 m	Muy Alta	$\triangle LB$	> 200 cm	Muy Alta

Herbáceo (H)			Suculento (S)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
\overline{H}	< 5 cm	Extremadamente Baja	\overline{S}	< 5 cm	Extremadamente Baja
H	5 – 25 cm	Muy Baja	S	5 – 25 cm	Muy Baja
\underline{H}	25 – 50 cm	Baja	\underline{S}	25 – 50 cm	Baja
\boxed{H}	50 – 100 cm	Media	\boxed{S}	50 – 100 cm	Media
$\odot H$	100 – 200 cm	Alta	$\odot S$	100 – 200 cm	Alta
$\triangle H$	> 200 cm	Muy Alta	$\triangle S$	> 200 cm	Muy Alta

7.6.2. Descripción Florística

La evaluación florística de cada unidad consideró la caracterización de la contribución específica mediante determinación visual de los porcentajes de participación determinado directamente en terreno por el especialista evaluador.

La determinación visual de la participación relativa se realizó fijando una parcela circular de 5,6 metros de radio (aprox. 100 m²) en la cual se registraron todas las especies de flora vascular presentes al interior de ella, la participación relativa de cada una de éstas y las especies dominantes de cada formación (según grado de cubrimiento). Además, se realizó un recorrido en

el entorno inmediato a la parcela a fin de determinar la presencia de especies no registradas dentro de ésta. En ambos casos se colectaron fragmentos de aquellas especies conflictivas en su identificación taxonómica para su posterior determinación en gabinete.

Los puntos de evaluación fueron posicionados utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS), a fin de establecer hitos para futuras evaluaciones. Paralelamente, se registró fotográficamente la formación evaluada y aquellas especies representativas de la misma.

7.6.3. Descripción de Parámetros Físico-Ambientales

Cada unidad visitada en terreno fue reevaluada en términos de las variables resultantes del análisis e interpretación de la imagen satelital, principalmente las variables como presencia de agua y afloramientos salinos (observación directa), pendiente y exposición, esto con el objeto de validar los antecedentes resultantes del análisis digital y modificar, en caso de ser necesario, dichos parámetros en el modelo establecido. Además, se determinó la existencia de elementos particulares que puedan influir en la interpretación digital definitiva, atribución y extrapolación de la información al resto de las unidades.

7.7. Análisis de la Información

A partir de la información generada se realizó la caracterización en detalle de cada una de las unidades de vegetación en términos de sus parámetros físicos-ambientales y sus variables vegetacionales. Este último nivel considera como mínimo los siguientes atributos:

- Formación de vegetación: según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T)¹¹, en base a la información y descripciones levantadas en terreno.
- Especies dominantes: definidas de acuerdo a la información obtenida en terreno.
- Porcentaje de cubrimiento vegetal: ya sea a través de rangos de cubrimiento o sintetizando a un valor total de cubrimiento vegetal por unidad.
- Dependencia al suministro hídrico: establecido según sea la relación o cercanía a los cursos o cuerpos de agua presentes en cada área.
- Salinidad: estimada a partir del porcentaje de cubrimiento de los afloramientos salinos en las unidades.

Las distintas unidades catastradas fueron clasificadas jerárquicamente en tipos, clases y tipologías de vegetación, de acuerdo con los criterios utilizados por el SAG, los cuales clasifican este tipo de unidades de vegetación, en términos generales, en las siguientes clases: vega, pajonal hídrico, tolar hídrico y bofedal, además de sus posibles combinaciones de acuerdo a la dominancia de uno u otro elemento de vegetación dentro de aquellas unidades que presenten ensambles de vegetación mixtos. Adicionalmente, y de manera específica, cada una de las unidades según sea la formación de vegetación presente, se clasifica dentro de una tipología de vegetación de acuerdo a las especies dominantes que definen la fisonomía de la unidad.

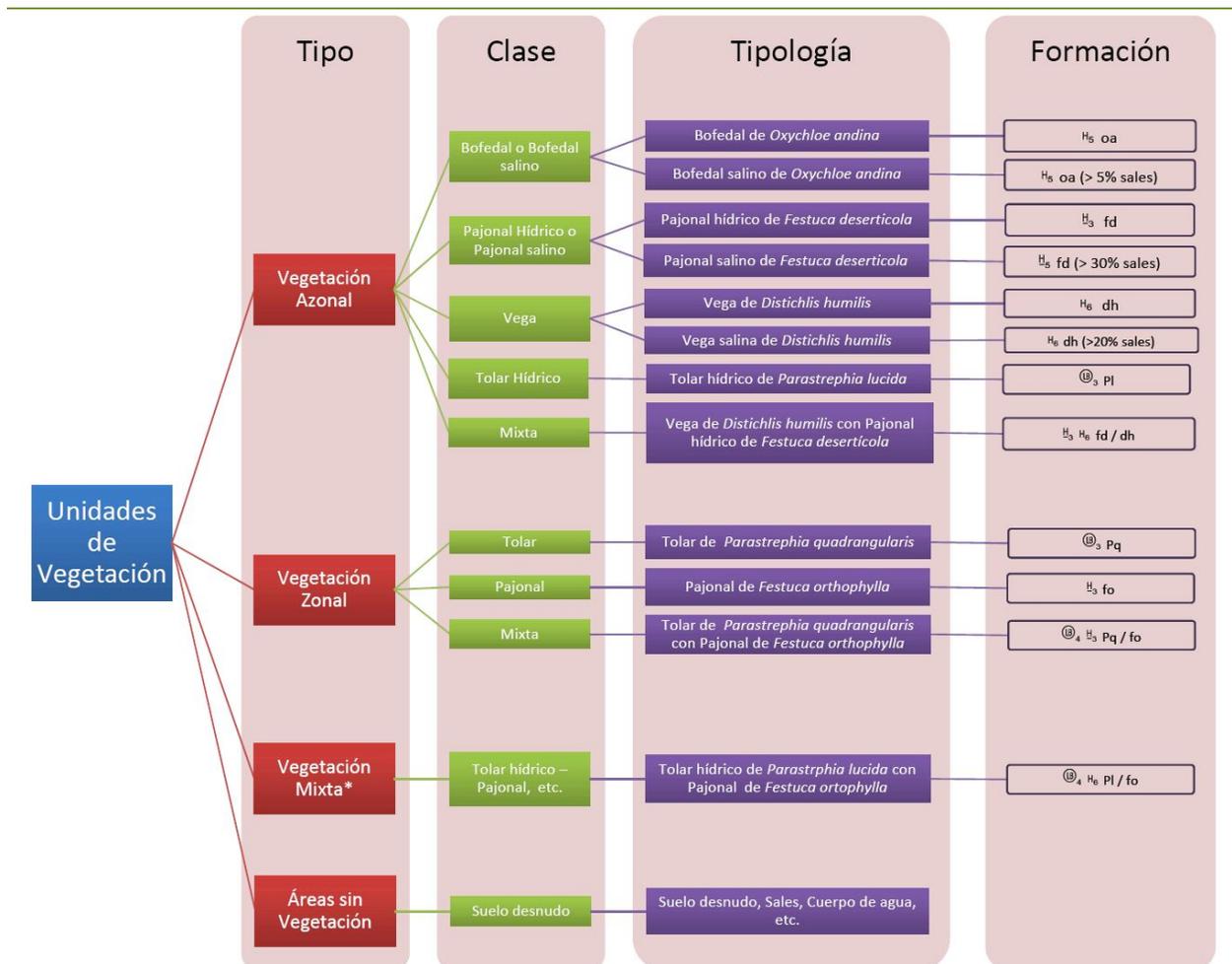
¹¹ ETIENNE M. & PRADO C. 1982. Op. cit.

De acuerdo al porcentaje de cubrimiento del afloramiento salino en cada unidad de vegetación, las clases y tipologías de vegetación se sub-dividen en salinos y no salinos, según los siguientes límites de cubrimiento (Ahumada & Faúndez, 2009¹²).

- Bofedal no salino <5%
- Bofedal salino >5%
- Pajonal hídrico no salino <30%
- Pajonal hídrico salino >30%
- Vega no salina <20%
- Vega salina >20%

El esquema de clasificación de la vegetación utilizado se presenta en la Figura 5:

Figura 5. Esquema de clasificación de las unidades de vegetación.



*Vegetación mixta: entendida como unidades cartográficas que poseen un mosaico de formaciones de vegetación zonal y formaciones de vegetación azonal.

¹² AHUMADA, M. & FAUNDEZ, L. 2009. Op. cit.

Desde el punto de vista florístico, las unidades fueron caracterizadas según el tipo de especies presentes (formas de vida), naturalidad, entendida como la relación entre el número de especies autóctonas y especies alóctonas (según origen geográfico) y riqueza de especies, referido al número de especies totales presentes en la unidad.

Para cada una de las áreas de estudio, tanto la información de vegetación como florística fue integrada y analizada en dos niveles, el primero caracteriza particularmente cada unidad de vegetación, y el segundo compara cada unidad con el resto de los polígonos de vegetación a fin de identificar los elementos críticos de vegetación presentes en estos sistemas de vegetación azonal.

7.8. Identificación de Elementos Críticos

Finalmente, con el objeto de realizar en términos generales una priorización de los sistemas evaluados que permita establecer futuros puntos de monitoreo de estos sistemas, las unidades resultantes fueron caracterizadas en términos de su Singularidad, Representatividad y Riqueza de especies a nivel local, entendiéndose por cada uno de estos elementos lo siguiente:

Singularidad: entendida como el número de unidades que cada tipología posee en el sistema, de esta manera, aquellos tipos vegetacionales que resulten con un bajo número de unidades serán más relevantes o singulares que aquellos tipos que posean un gran número de polígonos en el sector. Los valores de singularidad se expresan en las categorías muy alta, alta, media, baja, muy baja y nula en el caso de las unidades de suelo desnudo.

Representatividad: referida a la superficie de cada unidad respecto del tipo vegetacional correspondiente, de esta manera aquellas unidades que ocupen la mayor proporción de la superficie del tipo serán más relevantes que aquellas de menor proporción. Al igual que el caso anterior, la representatividad se expresa en las categorías muy alta, alta, media, baja, muy baja y nula en el caso de las unidades de suelo desnudo.

Riqueza de especies: referido al número de especies totales presentes en la unidad con respecto al total de especies presentes en el bofedal y, posteriormente, jerarquizadas en rangos de riqueza según los siguientes valores.

- Muy alta: 8-12 especies
- Alta : 6 - 7 especies
- Media: 4 - 5 especies
- Baja : 2 - 3 especies
- Muy Baja: 1 especie
- Nula: sin especies vegetales

Una vez obtenidos los tres valores anteriores, éstos fueron combinados, primero la Singularidad v/s Representatividad y luego el valor obtenido de la combinación anterior con la Riqueza de especies, según la siguiente matriz de combinación (Tabla 5), para obtener finalmente el **Valor Ambiental** de cada unidad. Los valores "nulos" de cualquiera de las combinaciones anteriores, dan como resultado de la combinación un valor "nulo".

Con esto se obtuvo la carta de valor ambiental del humedal de ambos sectores.

Tabla 5. Matriz de combinación de los valores de Singularidad, Representatividad y Riqueza de especies, utilizada en el cálculo del valor ambiental de las unidades de vegetación del humedal.

		Criterio 1				
		muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
Criterio 2	muy bajo	muy bajo	muy bajo	bajo	medio	alto
	bajo	muy bajo	bajo	bajo	medio	medio
	medio	bajo	bajo	medio	alto	alto
	alto	medio	medio	alto	alto	muy alto
	muy alto	alto	medio	alto	muy alto	muy alto

8. RESULTADOS

8.1. Sector Bofedal de Lirima

8.1.1. Antecedentes Generales

El Bofedal de Lirima se ubica, en la porción altiplánica de la cuenca hidrográfica Pampa del Tamarugal, dentro de la sub cuenca quebrada de Tarapacá, en la porción inicial del río Chanacolla, el cual evacua las aguas correspondientes a la micro-cuenca de Lirima. Hídricamente está alimentado por una serie de esteros y quebradas, en donde se ubican las distintas unidades de vegetación azonal. Los cursos de agua corresponden al estero Jornuni en la porción central y al estero Charvinto en la porción sur. Las quebradas más importantes son Chapujo y Chancaguano (tributarias del estero Jornuni) y la quebrada Jiguata (tributaria del estero Charvinto). Además, está la quebrada Chaihuiri que desemboca directamente en el río Chancacolla.

Altitudinalmente, las unidades de vegetación azonal del sector de Lirima se ubican entre los 3.900 a 4.600 m de altitud, presentándose un ascenso gradual en altura en el sector denominado “Pampa Lirima” para aumentar rápidamente en altura hacia los cordones que cierran la microcuenca.

Desde el punto de vista de la vegetación, el sector de Lirima se inserta en la formación de la estepa alto – andina sub-desértica, sub-región del altiplano y la puna, región de la estepa altoandina (Gajardo, 1994¹³).

Según el trabajo “Estudio de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos del Altiplano” encargado por el Servicio Agrícola y Ganadero en el año 2006 (BIOTA, 2006¹⁴), la sub-cuenca

¹³ GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

¹⁴ BIOTA, 2006. Op cit.

hidrográfica "quebrada de Tarapacá" posee un total de 939 hectáreas de vegetación correspondientes a vegetación azonal, equivalentes a un total 467 unidades, lo que representa un 55% de la superficie total de humedales detectados en la cuenca Pampa del Tamarugal.

8.1.2. Vegetación

8.1.2.1. Descripción General

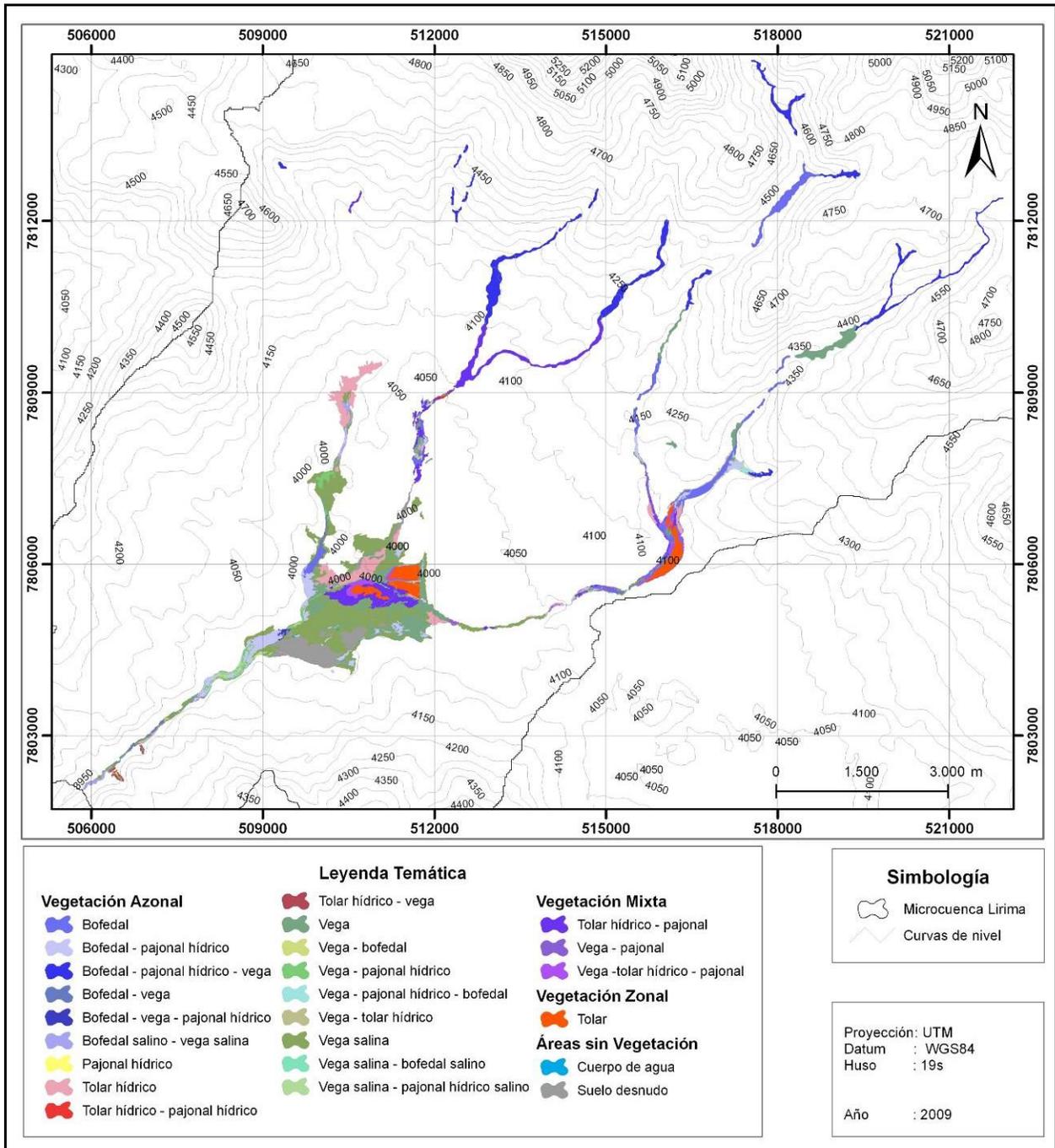
La vegetación del humedal de Lirima está compuesta por elementos azonales (vega, pajonal hídrico, bofedal y tolar hídrico) y elementos zonales (toler). La fisionomía general está marcada por especies vegetales herbáceas con aspecto de césped o champas, en el caso de vegas y pajonales hídricos, y con aspecto de cojín en el caso del bofedal y en algunos sectores por especies arbustivas (toler hídrico). En los bordes y áreas externas al núcleo hídrico, la fisionomía está dada por especies arbustivas (toler) y herbáceas cespitosas (pajonal).

Dentro de la vegetación azonal destacan, en términos de superficie, las unidades de vega salina y vega no salina, le siguen las unidades de bofedal-pajonal hídrico-vega, las unidades de tolar hídrico-pajonal hídrico y bofedal. Todas ellas representan más del 50% de la superficie del humedal. Existen, además, una serie de combinaciones de los grupos anteriores que conforman un mosaico de unidades de vegetación azonal al interior del humedal en las cuales varían las especies dominantes y cortejos florísticos presentes en ellas. En resumen, la vegetación azonal representa un 87,5% de la superficie total del humedal, lo que equivale a 752,9 ha repartidas en un total de 376 unidades.

La distribución espacial de las diferentes clases de vegetación y sus tipologías constituyentes está dada, principalmente, por el gradiente hídrico que existe en el humedal. Las zonas con mayor nivel hidromórfico están ocupadas por unidades de bofedal y vega, a medida que el nivel hidromórfico o grado de saturación del perfil disminuye, aparecen los sectores de pajonal hídrico aumentando también el contenido de sales en superficie, por lo que es frecuente encontrar unidades de bofedal y vegas salinas y, en aquellos sectores con menor disponibilidad hídrica, los grupos de vegetación característicos son el tolar hídrico, el que además se caracteriza por presentar un mayor contenido mineral del sustrato en relación a los otros grupos.

Altitudinalmente, también existe una diferenciación en las clases de vegetación presentes, principalmente por la existencia casi exclusiva de unidades de bofedal en la parte alta de la cuenca. Las unidades de tolar se ubican mayoritariamente en el plano central y el resto de los grupos ocupan los sectores medios y bajos de la cuenca, siguiendo el gradiente hídrico descrito anteriormente. En la Figura 6 se muestra la distribución de las diferentes clases de vegetación en el humedal; la cartografía detallada de las unidades de vegetación y sus tipologías se entrega en el **Anexo 1**.

Figura 6. Distribución de las clases de vegetación dentro del humedal de Lirima.



En cuanto a las especies dominantes, los sectores correspondientes a vega salina presentan un estrato herbáceo de *Deyeuxia brevifolia*, acompañado en algunos casos de *Carex maritima* var. *miser*, *Puccinellia frigida* o *Festuca deserticola*. Las unidades de vega no salina presentan un estrato herbáceo similar al anterior, pero sin una cubierta de sales en superficie, el cual no cubre más allá del 20% de la superficie, siendo las especies características de estas unidades *D.brevifolia*, *C.maritima* var. *miser*, *Lilaeopsis macloviana*, *Phylloscirpus deserticola* y *Eleocharis tucumanensis*.

El bofedal, por su parte, está compuesto por especies de aspecto “acojinado” destacando las especies *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*, las cuales pueden estar acompañado por un estrato herbáceo correspondiente a pajonal hídrico de *Festuca nardifolia* o vega de *D.brevifolia*. En el caso de las unidades azonales arbustivas (tolar hídrico), éstas están compuestas por las especies *Parastrephia lucida* y *P.lepidophylla*.

La vegetación zonal representa un 5,3% de la superficie evaluada con 45,4 ha y 9 unidades delimitadas. Está compuesta por unidades de tolar, siendo la especie *Parastrephia quadrangularis* el arbusto dominante, y que en algunos casos se acompañan de una matriz herbácea perenne de aspecto cespitoso (pajonal) de *Festuca ortophylla*.

En algunos sectores, producto de eventos aluvionales, se produce la entrada de material al interior del humedal con un mayor contenido de fracción mineral en el sustrato, que favorecen el desarrollo de vegetación zonal, las cuales se mezclan cartográficamente con las unidades de vegetación azonal formando un mosaico entre estos elementos. Ejemplo de ésto corresponde a las unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lepidophylla* con sectores de pajonal de *Festuca ortophylla*; algo similar puede ocurrir en las unidades de vega de *Deyeuxia brevifolia* en las cuales se pueden encontrar el mismo pajonal anterior.

También existen áreas desprovistas de vegetación que corresponden a sectores cubiertos de arena, ripio o sales, o sectores en donde la cubierta vegetal se encuentra seca, formando una capa de mantillo de *D.brevifolia* o *Z.atacamensis*. La superficie que ocupa el suelo desnudo en el humedal corresponde a un total de 61,6 ha, repartidas en 18 unidades equivalentes al 7,2% de la superficie total del humedal. Se detectó, además, la presencia de 6 cuerpos o cursos de agua importantes, los que representan el 0,06% de la superficie con 6 ha. Sin embargo, es importante destacar que este valor considera sólo los sectores ocupados por agua sin vegetación, ya que aquellas áreas que presentan agua y vegetación han sido incorporadas dentro de las unidades descritas anteriormente (bofedales, vegas y pajonales hídricos).

En la Tabla 6 se resume, en términos de superficie y número de unidades, los distintos tipos y clases de vegetación descritos en el humedal de Lirima.

Tabla 6. Superficie y número de unidades de los distintos tipos y clases de vegetación presentes en el humedal de Lirima.

Tipo de Vegetación	N° Unidades	Superficie (ha)	Porcentaje Superficie (%)
Azonal	317	651,9	75,77%
Vega salina	90	208,6	24,24%
Vega	54	108,0	12,55%
Bofedal - pajonal hídrico - vega	16	96,7	11,23%
Bofedal	19	68,0	7,91%
Tolar hídrico	18	66,6	7,74%
Bofedal - pajonal hídrico	62	55,8	6,49%
Vega - pajonal hídrico	10	16,0	1,86%

Tipo de Vegetación	Nº	Superficie	Porcentaje
Clase de Vegetación	Unidades	(ha)	Superficie (%)
Bofedal salino - vega salina	2	7,5	0,87%
Vega - tolar hídrico	9	5,9	0,69%
Vega salina - pajonal hídrico salino	10	5,6	0,65%
Bofedal - vega	10	3,7	0,43%
Vega - pajonal hídrico - bofedal	3	2,9	0,33%
Tolar hídrico - vega	3	2,7	0,31%
Bofedal - vega - pajonal hídrico	1	1,6	0,19%
Vega - bofedal	5	1,0	0,12%
Tolar hídrico - pajonal hídrico	1	1,0	0,11%
Pajonal hídrico	3	0,2	0,02%
Vega salina - bofedal salino	1	0,2	0,02%
Zonal	9	45,4	5,3%
Tolar	9	45,4	5,27%
Mixta	59	101,0	11,74%
Tolar hídrico - pajonal	28	78,9	9,17%
Vega - tolar hídrico - pajonal	26	16,8	1,96%
Vega - pajonal	5	5,3	0,62%
Sin vegetación	24	62,0	7,2%
Suelo desnudo	18	61,6	7,16%
Cuerpo de agua	6	0,5	0,06%
Total general	409	860,3	100,0%

Se discriminó un total de 44 tipologías asociadas a la vegetación presente y 6 a zonas sin vegetación. En el primer grupo, existen 5 tipologías que cubren más del 50% de la superficie del humedal, destacando las unidades de vega salina de *Deyeuxia brevifolia*, la cual ocupa un 23,3% de la superficie total del humedal, con un total de 200 ha aproximadamente. En segundo lugar, se encuentran las unidades de bofedal de *Oxychloe andina* con pajonal hídrico de *Festuca deserticola* y vega de *Phylloscirpus deserticola*, las que representan un 11,2% de la superficie con 96,7 ha. Una tercera tipología corresponde a las unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lucida* con pajonal de *Festuca ortophylla*, estas formaciones ocupan una superficie de 78,9 ha las que se distribuyen en 28 unidades y corresponden al 9,2% del humedal. En la Tabla 7 se entrega la superficie y número de unidades de cada una de las tipologías de vegetación descritas en el humedal, separadas de acuerdo al tipo de vegetación (zonal, azonal o mixta) a la cual pertenecen.

Tabla 7. Superficie y número de unidades de las distintas tipologías de vegetación presentes en el humedal de Lirima

Tipo de Vegetación	N° Unidades	Superficie (ha)	Porcentaje Superficie (%)
Tipología de Vegetación			
Azonal	317	651,9	75,77%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	74	200,5	23,30%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>	16	96,7	11,23%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	31	74,7	8,68%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	19	68,0	7,91%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	12	55,8	6,49%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	28	35,0	4,06%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	15	31,2	3,62%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i> y <i>Festuca deserticola</i>	22	15,9	1,85%
Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> - <i>Myriophyllum aquaticum</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	9	15,7	1,83%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lepidophylla</i>	6	10,8	1,25%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	10	5,6	0,65%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	6	4,9	0,57%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	1	4,3	0,50%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>	3	3,8	0,44%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> - <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i>	1	3,2	0,37%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	3	2,9	0,33%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	5	2,7	0,32%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>	3	2,7	0,31%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	2	2,4	0,28%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	7	2,3	0,26%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> - <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	1	1,6	0,19%
Vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Deyeuxia brevifolia</i>	3	1,6	0,19%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Werneria weddellii</i>	3	1,4	0,17%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	4	1,4	0,16%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	3	1,0	0,11%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	1	1,0	0,11%

Tipo de Vegetación	N°	Superficie	Porcentaje
Tipología de Vegetación	Unidades	(ha)	Superficie (%)
Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	4	0,8	0,09%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	5	0,7	0,09%
Vega de <i>Deyeuxia chrysantha</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	1	0,7	0,08%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Distichlis humilis</i>	1	0,6	0,07%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Deyeuxia brevifolia</i>	2	0,4	0,05%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i> con bofedal salino de <i>Oxychloe andina</i>	4	0,3	0,04%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	1	0,3	0,03%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> - <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i>	2	0,3	0,03%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	1	0,2	0,03%
Pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	3	0,2	0,02%
Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	1	0,2	0,02%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> - <i>Werneria weddellii</i> con bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	1	0,2	0,02%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> - <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	2	0,1	0,01%
Vega salina de <i>Werneria weddellii</i> - <i>Deyeuxia brevifolia</i>	1	0,0	0,00%
Zonal	9	45,4	5,3%
Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	9	45,4	5,27%
Mixta	59	101,0	11,74%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	28	78,9	9,17%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	26	16,8	1,96%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	5	5,3	0,62%
Sin vegetación	24	62,0	7,2%
Arenas	9	49,8	5,79%
Ripio	5	9,2	1,07%
Sales	2	2,2	0,25%
Cuerpo de agua	6	0,5	0,06%
Mantillo <i>Deyeuxia brevifolia</i>	1	0,3	0,03%
Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	1	0,0	0,01%
Total general	409	860,3	100,0%

8.1.2.2. Estado y Condición Actual

Las unidades de vegetación presentes en el humedal de Lirima muestran, en sus distintas tipologías de vegetación azonal, valores de cubrimiento promedio del 65% de la superficie, siendo

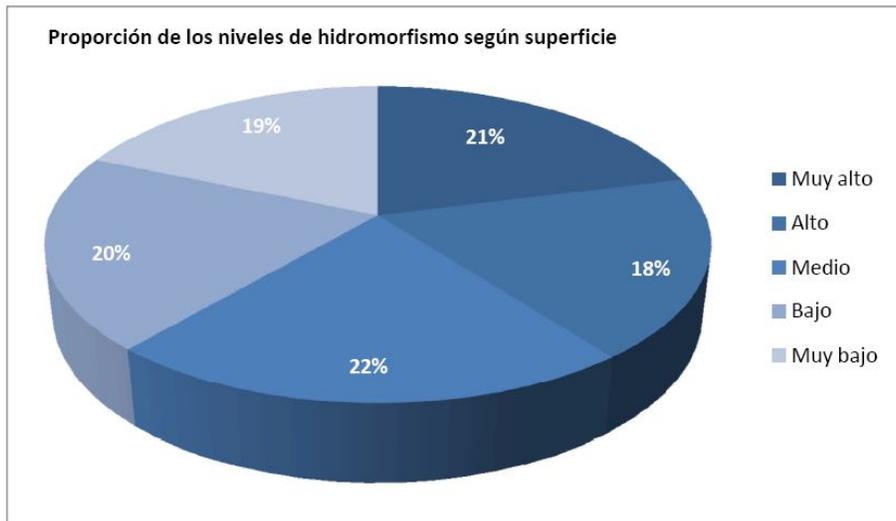
las unidades de bofedal, vega, pajonal hídrico y sus tipologías intermedias las que presentan los mayores cubrimientos (cercano al 100% de cubrimiento), mientras que los menores cubrimientos se presentan en las unidades de vega salina, algunas unidades de pajonal hídrico o bofedal, llegando hasta poseer un 16% de cubrimiento en unidades de vega salina.

En cuanto al tamaño de las unidades, existe un alto número de unidades en la clase de tamaño muy chica y chica, con una superficie promedio de 0,37 y 2,5 ha respectivamente, este tipo de unidades, en conjunto, representan el 40,3% de la superficie total del humedal. En el otro extremo, las clases de tamaño grande y muy grande corresponden a un total de 11 y 5 unidades respectivamente, poseen una superficie promedio de 18,5 y 35 ha y representan el 44% de la superficie total del área de estudio. Estos datos dan cuenta de una alta heterogeneidad espacial de las formaciones existiendo sectores con grandes unidades de vegetación correspondientes a una misma formación y sectores con muchas unidades de pequeño tamaño y de diferentes tipos de formaciones de vegetación. Las unidades de menor tamaño se concentran en las quebradas que interconectan los núcleos de vegetación del humedal y en la parte alta de la cuenca, mientras que las unidades de mayor tamaño se ubican en sectores planos, principalmente en el núcleo central del humedal.

Uno de los factores que determinan la permanencia de todo humedal en el tiempo es su estado hídrico, el cual está relacionado con la disponibilidad, dependencia y susceptibilidad al suministro hídrico que las diferentes formaciones de vegetación presentan dentro del humedal. De esta forma, y según la dinámica de funcionamiento observada en diferentes humedales, aquellas unidades que se ubican más alejadas de la fuente de agua presentan una menor dependencia al suministro constante de este elemento, lo que las hace más tolerantes a variaciones del tipo estacional de este recurso. Lo contrario ocurre con aquellas unidades que se encuentran directamente asociadas a las fuentes de agua, son más susceptibles a cambios repentinos en el nivel hídrico, como lo sería el desecamiento repentino del humedal.

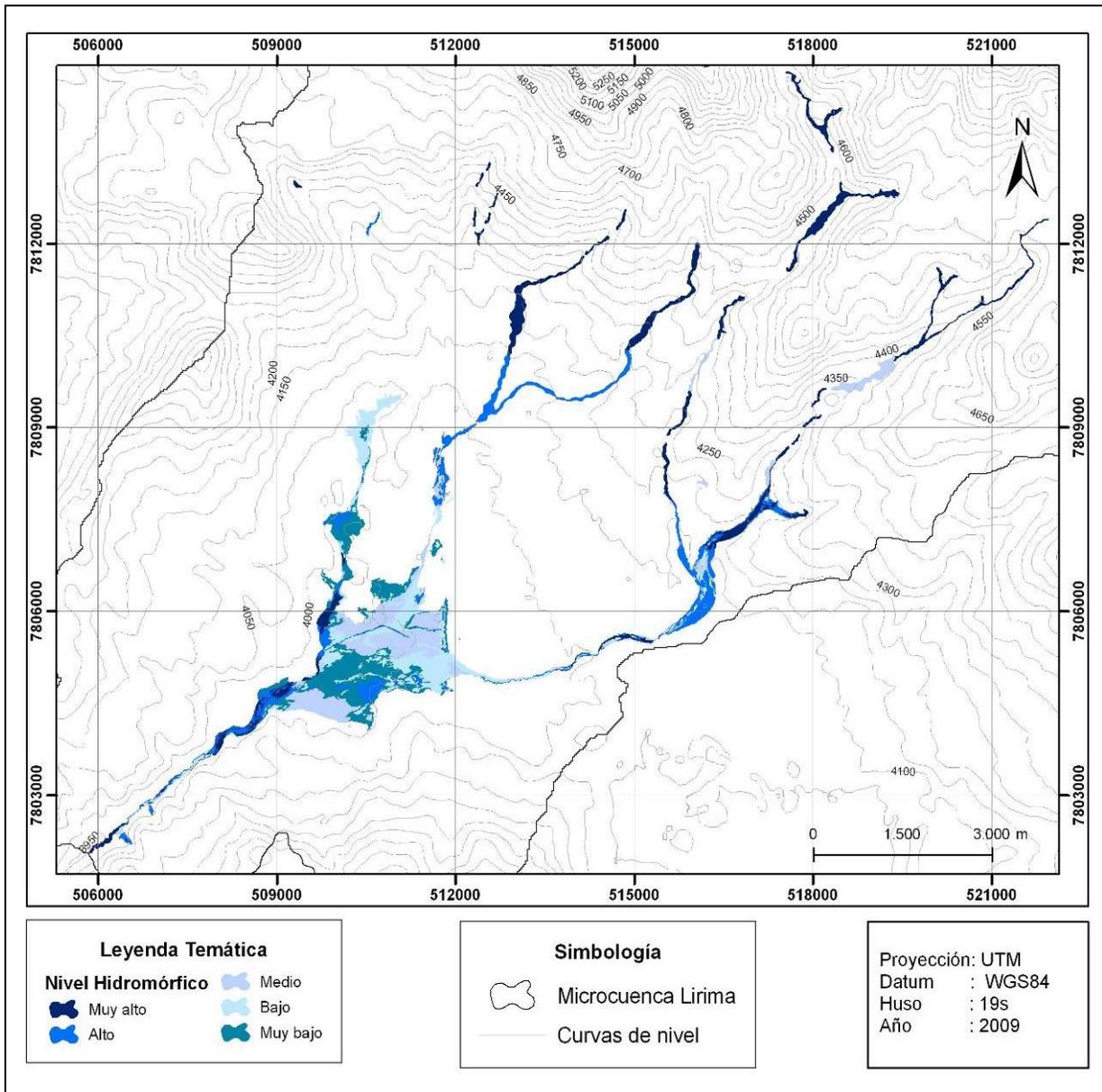
En este sentido, y como una forma de establecer el nivel de dependencia que las formaciones de vegetación que se desarrollan en el humedal tienen frente a la variable hídrica, se estableció el nivel hidromórfico de cada una de ellas, obtenido a partir del índice de humedad, calculado a partir de las imágenes satelitales a través de la transformación de *Tasseled cap*. El análisis de este índice muestra, en términos de superficie, una distribución similar entre las distintas clases de hidromorfismo definidas, el que se encuentra alrededor del 20% de la superficie para cada una. Lo anterior da cuenta de una alta heterogeneidad del humedal en términos del nivel de saturación del perfil, existiendo sectores que presentan un nivel hidromórfico muy bajo (sectores secos), bajo, medio, alto y muy alto (sectores saturados), todos en proporciones similares. En el Gráfico 1 se muestra la proporción, según superficie, del nivel hidromórfico de las unidades de vegetación.

Gráfico 1. Proporción según el nivel hidromórfico de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Lirima.



Las unidades que presentan niveles hidromórficos muy altos corresponden principalmente a las clases de vegetación bofedal - pajonal hídrico - vega y bofedal; con un valor alto se encuentran las clases de bofedal - pajonal hídrico y el tolar hídrico - pajonal hídrico; con un valor medio son importantes las clases tolar hídrico - pajonal hídrico, suelo desnudo y el tolar hídrico, con algunos sectores de vegas; en un nivel bajo se encuentran las clases vega y vega salina, esta última, importante también en aquellas áreas con un nivel hidromórfico muy bajo. La Figura 7 muestra los niveles de hidromorfismo estimados para las unidades de vegetación del humedal.

Figura 7. Niveles de hidromorfismo estimados para las unidades de vegetación del humedal de Lirima.



8.1.3. Flora Local

8.1.3.1. Grupos Taxonómicos

A partir de los inventarios florísticos realizados en terreno se establece que el cortejo florístico del humedal está compuesto de un total de 32 entidades taxonómicas vegetales, situación que representa un 0,63% de la flora a nivel nacional. La totalidad de las especies presentes pertenecen a la División taxonómica *Magnoliophyta* (angiospermas), dentro de las cuales la Clase

Magnoliopsida (dicotiledóneas) y *Liliopsida* (monocotiledóneas) presentan un número similar de entidades con 15 y 17, respectivamente.

A nivel de familias taxonómicas, las que poseen el mayor número de especies en el humedal corresponden a *Asteraceae* (7), *Poaceae* (7) y *Cyperaceae* (4). Del mismo modo, los géneros más representados en el humedal corresponden a *Festuca* (*Poaceae*), *Deyeuxia* (*Poaceae*) y *Parastrephia* (*Asteraceae*), todos con 3 especies. En la Tabla 8 se presenta un resumen taxonómico de la flora presente en el humedal, comparada con los totales nacionales taxonómicos del número de familias, géneros y especies, según Marticorena (1990¹⁵). El listado taxonómico del humedal se entrega en el Anexo 2.

Tabla 8. Resumen taxonómico de la flora vascular presente en el humedal de Lirima.

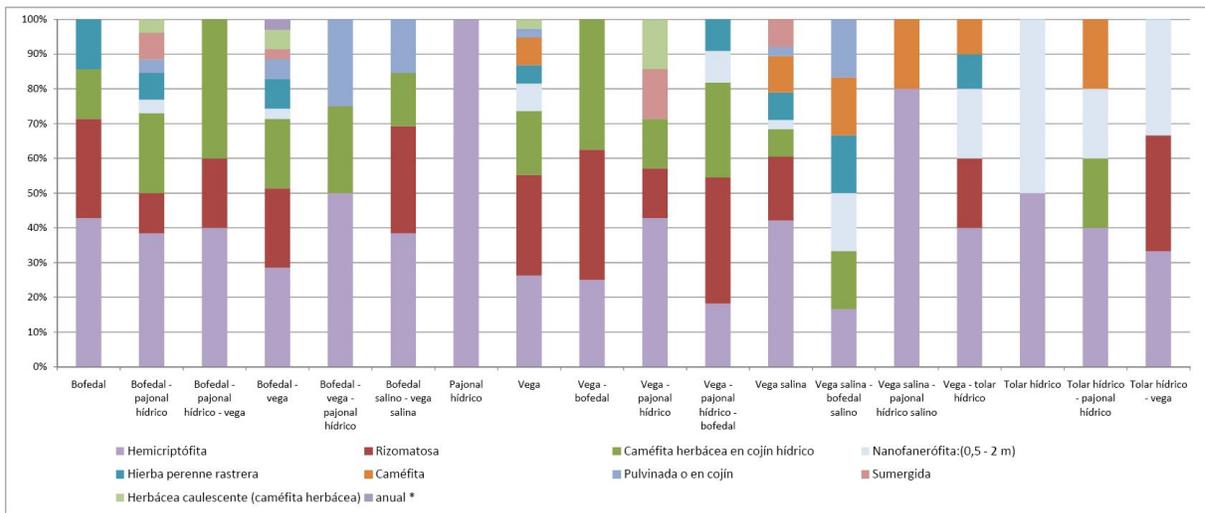
DIVISIÓN CLASE	FAMILIAS			GÉNEROS			ESPECIES		
	Lirima	Chile	%	Lirima	Chile	%	Lirima	Chile	%
Magnoliophyta									
<i>Liliopsida</i>	7	30	23,3	14	214	6,5	17	1069	1,6
<i>Magnoliopsida</i>	8	132	6,1	12	743	1,6	15	3906	0,4
Total División	15	162	9,3	26	957	2,7	32	4975	0,6
Total Humedal	15	184	8,2	26	1008	2,6	32	5105	0,62

8.1.3.2. Espectro Biológico

Las distintas tipologías de vegetación poseen características fisionómicas que están definidas, entre otros factores, por las formas de vida dominantes de la formación. Es así como en el humedal de Lirima las tipologías de bofedal, vega, pajonal hídrico y pajonal zonal, presentan características fisionómicas que diferencian cada uno de estos elementos. De esta manera, en la vegetación azonal, las unidades de bofedal presentan una clara dominancia de especies del tipo "caméfito herbáceo en cojín hídrico" lo que da un aspecto "acojinado" característico de estas unidades, siendo los géneros más comunes *Oxychloe* y *Zameioscirpus*. Las unidades o sectores de vegas se caracterizan por presentar una cubierta herbácea densa, con aspecto de "césped", tal aspecto esta dado por especies del tipo "hemicriptófitas bajas" (champas de baja altura) donde la especie más representativa es *Deyeuxia brevifolia* y especies "geófitas" del tipo rizomatoso donde destacan las entidades pertenecientes a los géneros *Carex*, *Phylloscirpus*, *Eleocharis*, *Lobelia* y *Werneria*. Por otra parte, los sectores correspondientes a pajonal hídrico y pajonal zonal se caracterizan por la presencia de especies "hemicriptófitas altas" (champas altas o pajas) donde el género más representativo corresponde a *Festuca*. En el Gráfico 2 se muestra la proporción de formas de vida en las clases de vegetación azonal presentes en el humedal.

¹⁵ MARTICORENA, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47: 85 - 113.

Gráfico 2. Proporción de formas de vida presentes en cada una de las clases de vegetación azonal en el humedal de Lirima.



En términos generales, según el gráfico anterior, se observa una clara dominancia de las formas de vida hemicriptófitas, especies rizomatosas y caméfitas herbáceas en cojín hídrico en las distintas clases de vegetación presentes. Sin embargo, existe una importante diversidad de formas de vida, las cuales ocupan los distintos ambientes presentes en el área, desde las zonas más áridas hasta los ambientes acuáticos.

La vegetación zonal, correspondiente al tolar, está formada exclusivamente por *Parastrephia quadrangularis*, especie caméfitas que forma un estrato arbustivo menor a los 50 cm de altura en promedio. En las clases de vegetación mixtas, en las que se mezclan las formaciones zonales y azonales, las formas de vida que aparecen son especies hemicriptófitas y nanofanerófitas (0,5 - 2m).

8.1.3.3. Origen y Estados de Conservación

De acuerdo al origen geográfico de las especies, se puede indicar que el 100% de las entidades detectadas en el humedal son de origen autóctono, lo que indica el alto grado de naturalidad que el humedal de Lirima presenta actualmente.

Por otra parte, de la totalidad de especies detectadas en el área de estudio, no se presentan especies de flora con problemas de conservación.

8.1.3.4. Distribución de la Flora Local y Riqueza de Especies

Las tipologías de vegetación definidas en el humedal presentan un grado de similitud medio entre sus componentes florísticos dominantes dado lo complejo que resultan los ensambles vegetacionales presentes, existiendo mezclas de formaciones de vegas, pajonales hídricos, bofedales, tolares hídricos, tolares y pajonales, además que las especies dominantes se pueden encontrar en más de una tipología. Lo anterior genera la existencia de un grupo de especies de

amplia distribución en el humedal, donde *Deyeuxia brevifolia*, *Oxychloe andina*, *Festuca deserticola* y *Carex maritima*, son las que presentan la mayor frecuencia a nivel de tipologías, estando presentes en más de la mitad de las tipologías. Otras especies frecuentes corresponden a *Parastrephia lucida*, *Festuca nardifolia*, *Phylloscirpus acaulis*, *Werneria weddellii*, *Puccinellia frigida*, *Zameioscirpus atacamensi* y *Arenaria rivularis*, todas ellas presentes en 10 o más tipologías de vegetación.

Por el contrario, existe un grupo de especies que presentan una baja frecuencia, encontrándose en sólo una o dos tipologías, dentro de este grupo se encuentran *Aa nervosa*, *Parastrephia quadrangularis*, *Parastrephia lepidophylla* y *Potamogeton strictus*.

La distribución de las especies de flora vascular detectadas en el humedal de Lirima en las distintas tipologías de vegetación se entrega en el **Anexo 3**.

En cuanto a la riqueza de especies, se puede indicar que las unidades de bofedal de *Zameioscirpus atacamensis* - *Oxychloe andina* con vega de *Carex maritima* var. *misera* - *Phylloscirpus deserticola*, presentan, en conjunto, la mayor riqueza con un total de 12 de las 32 especies detectadas en el área de estudio, le siguen las tipologías de vega de bofedal de *Zameioscirpus atacamensis* - *Oxychloe andina* con vega de *Carex maritima* var. *misera* - *Phylloscirpus deserticola* y la vega de *Phylloscirpus deserticola* - *Carex maritima* var. *misera* y *Plantago barbata*, con 10 especies cada una.

Las tipologías que presentan una baja riqueza de especies son las de vega de *Deyeuxia brevifolia*, Pajonal hídrico de *Festuca nardifolia*, las unidades de tolar o tolar hídrico de *Parastrephia spp.*, y las unidades de vega salina de *D. brevifolia*, las que presentan 2 o 3 especies cada una.

8.1.4. Identificación de Elementos Críticos

Las unidades de vegetación fueron categorizadas en función de su singularidad, representatividad y riqueza de especies. En términos de la *singularidad*, las tipologías más singulares corresponden a la vega salina *Werneria weddellii* - *Deyeuxia brevifolia*, la vega de *Eleocharis tucumanensis* - *Carex maritima* var. *misera*, el pajonal hídrico de *Deyeuxia curvula* y la vega de *Phylloscirpus acaulis* - *Plantago barbata*, de las cuales sólo existe una o dos unidades en todo el humedal. Por el contrario, las tipologías de muy baja singularidad corresponden a las unidades de vega salina de *Deyeuxia brevifolia*, que corresponde el elemento vegetacional dominante del humedal. El resultado (detalle) del grado de singularidad de cada tipología se entrega en el **Anexo 4**.

Al analizar el nivel de *representatividad* que las diferentes tipologías de vegetación poseen en el humedal, se tiene que en aquellas tipologías que poseen un bajo número de unidades, cada una de éstas tiene un nivel de representatividad alto a muy alto, tal es el caso de las tipologías de vega salina de *Werneria weddellii* - *Deyeuxia brevifolia*, vega salina de *Deyeuxia brevifolia* - *Werneria weddellii* con bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis*, entre otras, las cuales poseen un 100% de su superficie clasificada en el nivel de representatividad muy alta. En cambio, aquellas tipologías que presentan un gran número de unidades y de diverso tamaño, se clasifican con menores niveles de representatividad, tal como ocurre con las tipologías de vega y vega salina de *Deyeuxia brevifolia* y bofedal de *Oxychloe andina* con pajonal hídrico de *Festuca nardifolia* y

Festuca deserticola, las que presentan más del 40% de su superficie total clasificada con un nivel de representatividad muy bajo. En términos generales, un 34% de la superficie del humedal, presenta un nivel de representatividad muy alta, y sólo un 1,7% de la superficie ha sido clasificada como muy baja, presentándose un 48,6% de la superficie clasificada con una representatividad media y baja. En el **Anexo 5** se muestra la proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de representatividad establecidos para el humedal de Lirima.

Como resultado de la categorización de las unidades de vegetación en función de su singularidad, representatividad y riqueza de especie, se obtuvo una valoración ambiental de la totalidad de las unidades delimitadas en el humedal de Lirima.

Es así que la valoración ambiental del humedal muestra que un 1,9% de su superficie posee un valor ambiental "muy alto", destacando dentro de este grupo las tipologías de bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis* con vega salina de *Deyeuxia brevifolia* y el bofedal salino de *Zameioscirpus atacamensis* - *Oxychloe andina* con vega salina de *Carex maritima* var. *misera* - *Phylloscirpus deserticola*, tipologías que presentan el 100% de la superficie en esta condición. Estas tipologías corresponden a unidades de poca superficie, pero que son altamente singulares, muy representativas de su tipo y con una alta a muy alta riqueza de especies.

En el caso de las unidades que presentan un valor ambiental "alto" éstas representan un 13,2% de la superficie del humedal, destacando las tipologías de vega de *Deyeuxia brevifolia* - *Carex maritima* var. *misera*, bofedal de *Oxychloe andina* con pajonal hídrico de *Festuca deserticola* y vega de *Phylloscirpus deserticola* y algunas unidades de vega de *Deyeuxia brevifolia*.

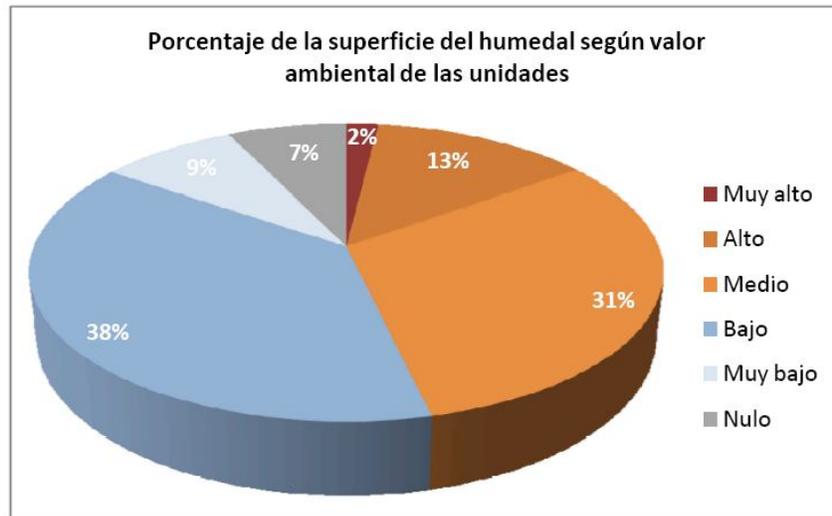
Con un valor ambiental "medio" se encuentra un 31,2% de la superficie del humedal, la que corresponde principalmente a unidades de bofedal de *Oxychloe andina* con pajonal hídrico de *Festuca deserticola* y vega de *Phylloscirpus deserticola* y a unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lucida*.

Con un valor ambiental "bajo" se encuentran unidades de vega salina de *Deyeuxia brevifolia*, algunas unidades de bofedal de *Oxychloe andina* y unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lucida* con pajonal de *Festuca ortophylla*. En esta categoría se encuentra un 38,1% de la superficie del humedal.

Finalmente, un 8,3% de la superficie del humedal presenta un valor ambiental "muy bajo", y corresponde a unidades de vega salina de *Deyeuxia brevifolia* y unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lucida* con pajonal de *Festuca ortophylla*. Las unidades de vegetación en esta categoría presentan una baja a muy baja representatividad y singularidad, y baja riqueza florística.

En el **Anexo 6** se muestra la proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de valor ambiental establecidos para el humedal de Lirima. El Gráfico 3 representa la proporción de la superficie del humedal de Lirima según su valor ambiental.

Gráfico 3. Proporción de la superficie del humedal de Lirima según su valor ambiental.



La valoración ambiental realizada a las unidades de vegetación del humedal pondera las variables de manera que aquellas unidades que presentan los mayores valores ambientales, presentan también los más altos niveles de representatividad, singularidad y riqueza de especies, siendo, por tanto, unidades de principal interés en materia de conservación del humedal. Por el contrario, si lo que se quiere es tomar medidas tendientes a mejorar la condición ambiental y/o productiva del humedal, las unidades objetivo serán aquellas que presentan un valor ambiental medio, bajo o muy bajo, o valores de aptitud ganadera baja.

La carta de valoración ambiental del humedal se presenta en el **Anexo 7**, donde se muestra la distribución espacial de las unidades de acuerdo a este indicador.

8.2. Sector Quebrada de Caya

8.2.1. Antecedentes Generales

El humedal de la quebrada de Caya se ubica en la porción altiplánica de la cuenca hidrográfica Pampa del Tamarugal, dentro de la sub cuenca quebrada de Chacarilla, en la porción inicial de la quebrada del mismo nombre. Altitudinalmente, el humedal se ubica a los 3.750 m de altitud, con una longitud aproximada de 3.900 m a lo largo de la quebrada.

Desde el punto de vista de la vegetación, el sector de la quebrada de Caya se inserta en la formación de la estepa alto-andina sub-desértica, sub-región del altiplano y la puna, región de la estepa altoandina (Gajardo, 1994¹⁶).

Según el trabajo "Estudio de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos del Altiplano" encargado por el Servicio Agrícola y Ganadero en el año 2006 (BIOTA, 2006¹⁷), la sub-cuenca

¹⁶ GAJARDO, R. 1994. Op cit.

hidrográfica quebrada de Chacarillas posee un total de 54,5 ha de vegetación, correspondientes a vegetación azonal y equivalentes a un total 54 unidades que representan un 0,03% de la superficie total de humedales detectados en la cuenca Pampa del Tamarugal.

8.2.2. Vegetación

8.2.2.1. Descripción General

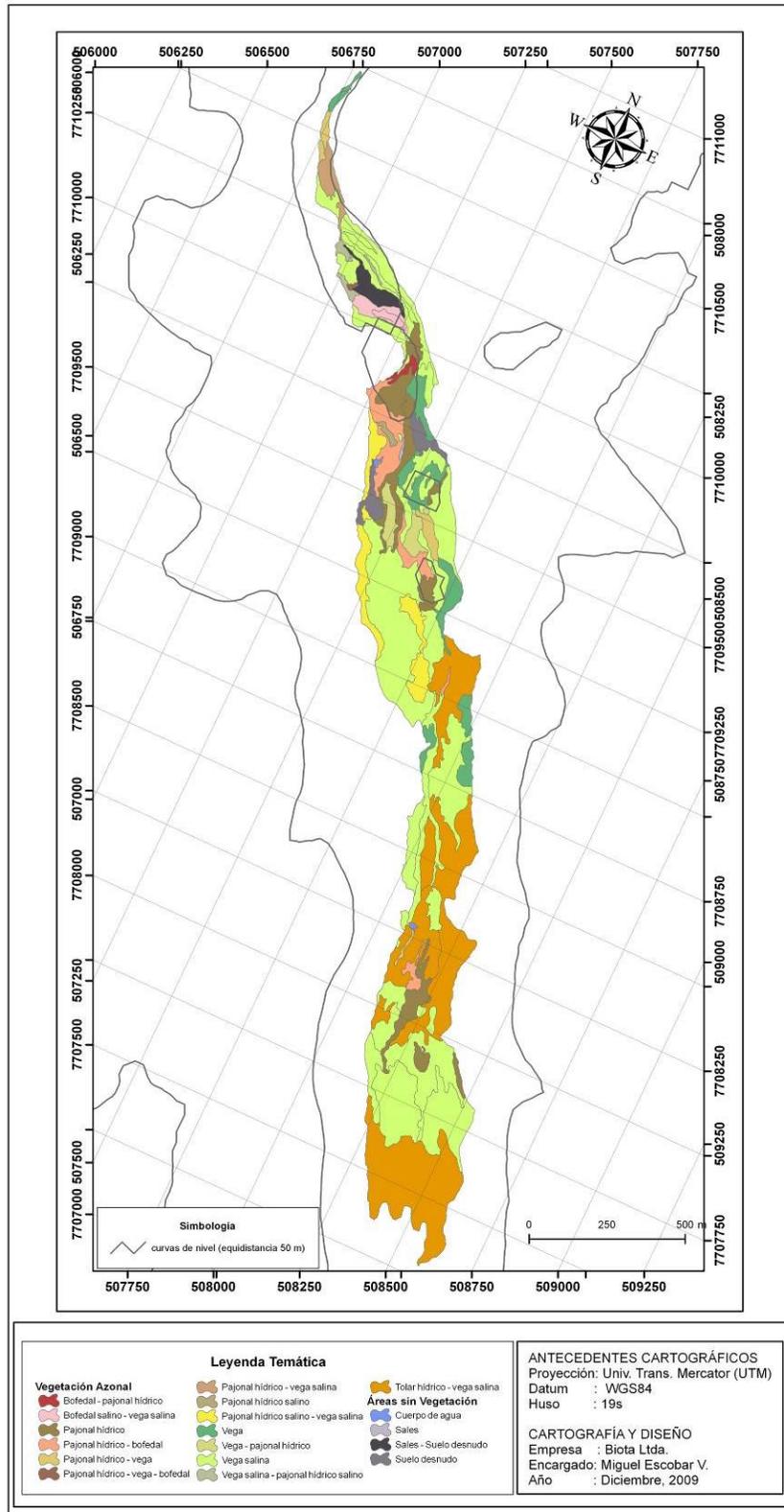
La vegetación del humedal de Caya está compuesta exclusivamente por elementos azonales (vega, pajonal hídrico, bofedal y tolar hídrico), sin presencia de elementos zonales, los que pueden formar elementos de vegetación más complejos, presentándose en las unidades ensambles de dos o más de los grupos anteriores. La fisionomía general está marcada por especies vegetales herbáceas con aspecto de césped o champas, en el caso de vegas y pajonales hídricos y con aspecto de cojín en el caso del bofedal. En los bordes y áreas con menor tenor hídrico y una mayor fracción mineral en el sustrato, la fisionomía está dada por especies arbustivas que forman el tolar hídrico.

Dentro del humedal destacan, en términos de superficie, las unidades de vega salina y unidades de tolar hídrico - vega salina, siendo estos elementos de vegetación los que definen fisionómicamente el humedal de Caya, y que en conjunto ocupan más del 70% (54,5 ha) de la superficie del humedal en un total de 37 unidades, siendo el primer grupo el de mayor distribución dentro del humedal. En el resto de la superficie (23 ha) existen unidades de vegas, pajonales hídricos y bofedales, conformando un mosaico de unidades de vegetación azonal al interior del humedal en las cuales varían las especies dominantes y cortejos florísticos presentes.

La distribución espacial de las clases de vegetación y sus tipologías constituyentes, a igual que para el sector de Lirima, está dado por el gradiente hídrico que existe en el humedal. Las zonas con mayor nivel hidromórfico están ocupadas por las matrices de bofedal y vega, y a medida que el grado de saturación del perfil disminuye aparecen los sectores de pajonal hídrico aumentando también el contenido de sales en superficie (presencia de bofedales y vegas salinas) y, en aquellos sectores con menor disponibilidad hídrica, los grupos de vegetación característicos son el tolar hídrico o vegas salinas. En la Figura 8 se muestra la distribución de las clases de vegetación definidas en el humedal; la cartografía detallada de las unidades de vegetación y sus tipologías se entrega en el **Anexo 8**.

¹⁷ BIOTA, 2006. Op cit.

Figura 8. Distribución de las clases de vegetación dentro del humedal de Caya.



Respecto a las especies dominantes, las que ocupan la mayor superficie dentro del humedal corresponden a *Distichlis humilis*, como elemento principal de las unidades de vega salina, *Parastrephia lucida*, especie arbustiva constituyente principal de las unidades de tolar hídrico y, en menor proporción, las especies *Festuca deserticola*, *Deyeuxia brevifolia* conforman las unidades de pajonal hídrico. Las unidades de vegas están compuestas principalmente por *Lilaeopsis macloviana*, *Phylloscirus deserticola* y *Juncus balticus*, entre otras. El bofedal, por su parte, está conformado por las especies *Oxychloe adina* y *Zameioscirus atacamensis*, las cuales pueden estar acompañadas por un estrato herbáceo de pajonal hídrico de *Festuca deserticola* o vega de *D. humilis*.

Existen sectores desprovistos de vegetación que corresponden a áreas cubiertas de sales, agua o en donde la cubierta vegetal se encuentra seca. La superficie que ocupa el suelo desnudo en el humedal corresponde a un total de 2,4 ha, repartidas en 4 unidades equivalentes al 3,1% de la superficie del humedal. Se detectó, además, la presencia de 3 cuerpos o cursos de agua importantes, los que representan el 0,13% de la superficie en un total de 0,1 ha, sin embargo, este valor considera sólo los sectores ocupados por agua sin vegetación, aquellas áreas que presentan agua y vegetación han sido incorporadas dentro de las unidades descritas anteriormente.

En la Tabla 9 se resumen, en términos de superficie y número de unidades, los distintos tipos y clases de vegetación descritos en la quebrada de Caya.

Tabla 9. Superficie y número de unidades de los distintos tipos y clases de vegetación presentes en el humedal de Caya.

Tipo de Vegetación	Nº	Superficie	Porcentaje
Clase de Vegetación	Unidades	(ha)	superficie (%)
Azonal	77	75,1	96,82%
Vega salina	31	33,7	43,49%
Pajonal hídrico	8	5,4	6,98%
Vega	8	4,1	5,35%
Pajonal hídrico salino - vega salina	4	3,3	4,23%
Pajonal hídrico - bofedal	4	2,8	3,63%
Vega - pajonal hídrico	3	1,3	1,64%
Pajonal hídrico - vega	4	0,9	1,22%
Bofedal salino - vega salina	2	0,9	1,15%
Pajonal hídrico - vega salina	1	0,9	1,12%
Vega salina - pajonal hídrico salino	3	0,4	0,56%
Bofedal - pajonal hídrico	1	0,3	0,37%
Pajonal hídrico salino	1	0,2	0,23%
Pajonal hídrico - vega - bofedal	1	0,1	0,07%
Tolar hídrico - vega salina	6	20,8	26,79%
Sin Vegetación	7	2,5	3,18
Suelo desnudo	2	1,3	1,68%
Sales - Suelo desnudo	1	1,0	1,30%

Tipo de Vegetación	Nº	Superficie	Porcentaje
Clase de Vegetación	Unidades	(ha)	superficie (%)
Cuerpo de agua	3	0,1	0,13%
Sales	1	0,1	0,07%
Total general	84	77,5	100,00%

Se reconoció un total de 24 tipologías de vegetación y 4 tipologías de áreas sin vegetación. En el primer grupo, existe 1 tipología que cubre más del 40% de la superficie del área de estudio, correspondiente a las unidades de vega salina de *Distichlis humilis*, la cual ocupa un 41,2% de la superficie total del humedal (31,9 ha). Posteriormente, se encuentran las unidades de tolar hídrico de *Parastrephia lucida* con vega salina de *Distichlis humilis*, las que representan un 26,79% de la superficie total con 20,8 ha. En la Tabla 10 se presenta la superficie y número de unidades de cada una de las tipologías de vegetación descritas, divididas de acuerdo al tipo de vegetación a la cual pertenecen.

Tabla 10. Superficie y número de unidades de las distintas tipologías de vegetación presentes en el humedal de Caya

Tipo de Vegetación	Nº de	Superficie	Porcentaje
Tipología de vegetación	Unidades	(ha)	superficie (%)
Azonal	77	75,1	96,82%
Vega salina de <i>Distichlis humilis</i>	23,0	31,9	41,16%
Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	7,0	5,0	6,39%
Vega de <i>Distichlis humilis</i>	8,0	4,1	5,35%
Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> y <i>Lilaeopsis macloviana</i>	4,0	2,8	3,63%
Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i> con vega salina de <i>Deyeuxia curvula</i>	3,0	1,9	2,45%
Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i> con vega salina de <i>Sarcocornia pulvinata</i> y <i>Triglochin conncinea</i>	1,0	1,4	1,78%
Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> y <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	3,0	1,3	1,64%
Vega salina de <i>Sarcocornia pulvinata</i>	4,0	1,1	1,37%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia curvula</i>	2,0	0,9	1,15%
Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> con vega salina de <i>Distichlis humilis</i>	1,0	0,9	1,12%
Vega salina de <i>Lilaeopsis macloviana</i>	2,0	0,6	0,77%
Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>	1,0	0,5	0,65%
Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia velutina</i> con <i>Festuca deserticola</i>	1,0	0,5	0,59%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	1,0	0,3	0,37%
Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> - <i>D. velutina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Distichlis humilis</i>	1,0	0,2	0,31%
Vega salina de <i>Distichlis humilis</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	1,0	0,2	0,23%

Tipo de Vegetación	N° de Unidades	Superficie (ha)	Porcentaje superficie (%)
Tipología de vegetación			
Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	1,0	0,2	0,23%
Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico salino de <i>Deyeuxia velutina</i>	1,0	0,2	0,23%
Vega salina de <i>Juncus balticus</i>	2,0	0,1	0,19%
Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> - con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Distichlis humilis</i>	1,0	0,1	0,14%
Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>	1,0	0,1	0,13%
Vega salina de <i>Distichlis humilis</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico salino de <i>Deyeuxia velutina</i>	1,0	0,1	0,10%
Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	1,0	0,1	0,07%
Tolar de <i>Parastrephia lucida</i> con vega salina de <i>Distichlis humilis</i>	6,0	20,8	26,79%
Sin Vegetación	7,0	2,5	3,18%
Suelo desnudo	2,0	1,3	1,68%
Sales - Suelo desnudo	1,0	1,0	1,30%
Cuerpo de agua	3,0	0,1	0,13%
Sales	1,0	0,1	0,07%
Total general	84,0	77,5	100,00%

8.2.2.2. Estado y Condición Actual

Las unidades de vegetación del humedal de Caya muestran, en sus distintas tipologías de vegetación azonal, valores de cubrimiento promedio del 53,3% de sus superficies, siendo las unidades de vega, pajonal hídrico y bofedal, y sus tipologías intermedias, las que presentan los mayores cubrimientos llegando hasta un 100%, mientras que los menores cubrimientos se presentan en las unidades de vega salina, algunas unidades de pajonal hídrico o bofedal, llegando como mínimo a un 15% en las unidades de vega salina.

Respecto al tamaño de las unidades, existe un alto número de unidades en la clase de tamaño "muy chica" con una superficie promedio de 0,4 ha. Este tipo de unidades, en conjunto representan el 32,7% de la superficie total del humedal. En el otro extremo, las clases de tamaño grande y muy grande corresponden a un total de 6 y 3 unidades, con superficies promedio de 2,8 y 7,1 ha, respectivamente, y representan el 49% del área total de estudio. Esta paridad en las clases de tamaño da cuenta de una alta heterogeneidad espacial de las formaciones, existiendo sectores con grandes unidades de vegetación de la misma tipología, y sectores con muchas unidades de menor tamaño y de diferentes tipos de formaciones de vegetación. Las unidades de menor tamaño se encuentran dispersas a lo largo del humedal, entre las unidades de mayor tamaño, lo que refleja nuevamente la heterogeneidad espacial de las formaciones de vegetación en el área de estudio.

Respecto al componente hídrico, relacionado con la disponibilidad, dependencia y susceptibilidad al suministro que las diferentes formaciones de vegetación presentan dentro del humedal, es

importante destacar que aquellas unidades más alejadas de la fuente de agua presentan una menor dependencia al suministro constante de este elemento, lo que las hace más tolerantes a variaciones del tipo estacional de este recurso, en contraste a las unidades que se encuentran directamente asociadas a las fuentes de agua que son más susceptibles a cambios repentinos en el nivel hídrico. En el caso particular del humedal de Caya, los núcleos de vegetación más hídricos se concentran al centro de la quebrada, de manera lineal, siendo la zona más susceptible a un descenso en el nivel freático que alimenta el humedal.

Dado lo acotado de esta área de estudio, no se realizó el análisis del nivel hidromórfico de las unidades a través del análisis digital de la imagen satelital disponible en esta área. Sin embargo, de acuerdo a lo observado en terreno y a los resultados obtenidos en el sector del humedal de Lirima, las unidades que presentan niveles hidromórficos muy altos corresponden, principalmente, a las clases de vegetación bofedral, vega y pajonal hídrico, mientras que las unidades correspondientes a las clases de vega salina y algunos pajonales hídricos presentan niveles de hidromorfismo medio, y finalmente, las unidades de tolar hídrico con vega salina poseen los niveles hidromórficos más bajos.

8.2.3. Flora Local

8.2.3.1. Grupos Taxonómicos

A partir de los datos obtenidos en la campaña de terreno, se establece que el cortejo florístico del humedal está compuesto por un total de 21 entidades taxonómicas vegetales, situación que representa un 0,4% de la flora a nivel nacional. Las especies presentes pertenecen a las Divisiones taxonómicas *Polypodiophyta* (briófitas) con 1 especie y *Magnoliophyta* (angiospermas) con 20, distribuidas estas últimas en 13 especies en la Clase *Magnoliopsida* (dicotiledóneas) y 7 para las Clase *Liliopsida*.

En cuanto a Familias taxonómicas, las que poseen el mayor número de especies corresponden a *Poaceae* (6), *Cyperaceae* (3) y *Asteraceae* (3). Del mismo modo, el género más representado en el humedal corresponde a *Deyeuxia* (*Poaceae*) con 3 especies.

En la Tabla 11 se presenta el resumen taxonómico de la flora presente en el humedal comparada con los totales nacionales taxonómicos para el número de familias, géneros y especies, según Marticorena (1990¹⁸). El listado taxonómico general del humedal se entrega en el **Anexo 9**.

¹⁸ MARTICORENA, C. 1990. Op. cit.

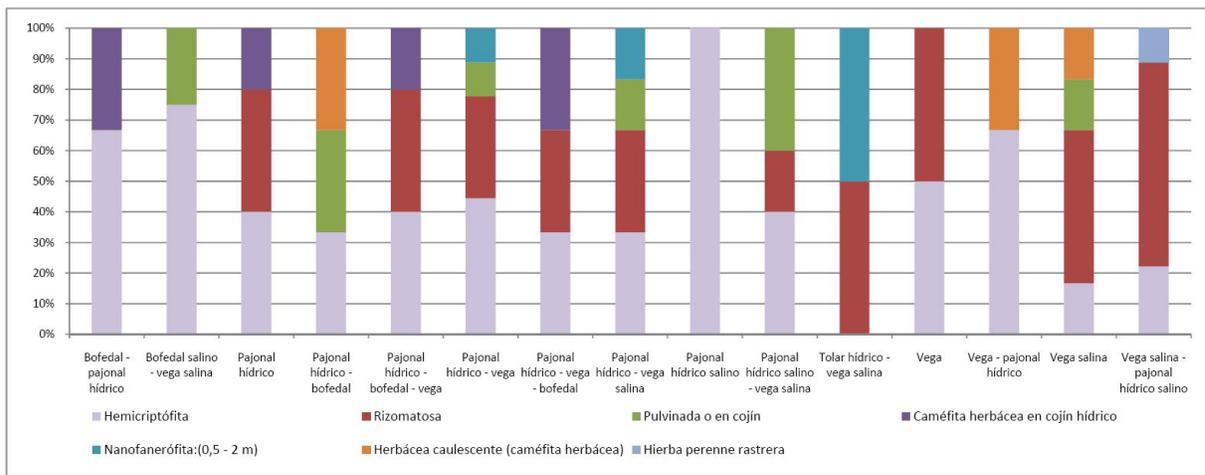
Tabla 11. Resumen taxonómico de la flora vascular presente en el humedal de Caya.

DIVISIÓN CLASE	FAMILIAS			GÉNEROS			ESPECIES		
	Caya	Chile	%	Caya	Chile	%	Caya	Chile	%
Polypodiophyta									
<i>Polypodiopsida</i>	1	-----	-----	1	-----	-----	1	-----	-----
Magnoliophyta									
<i>Liliopsida</i>	4	30	13,3	10	214	4,7	13	1069	1,2
<i>Magnoliopsida</i>	5	132	3,8	6	743	0,8	7	3906	0,2
Total División	9	162	5,6	16	957	1,7	20	4975	0,4
Total Humedal	10	184	5,4	17	1008	1,7	21	5105	0,4

8.2.3.2. Espectro Biológico

Al igual que para el sector de Lirima, en el área de estudio del humedal de Caya las tipologías de bofedal, vega, pajonal hídrico y tolar hídrico presentan características fisionómicas que diferencian cada uno de estos elementos. Las unidades de **bofedal** presentan una clara dominancia de especies del tipo "caméfita herbácea en cojín hídrico o pulvinada" lo que da el aspecto "acojinado" característico de estas unidades, siendo los géneros más comunes *Oxychloe* y *Zameioscirpus*. Las unidades o sectores de **vegas** se caracterizan por presentar una cubierta herbácea densa, con aspecto de "césped", tal aspecto está dado por especies del tipo "geófitas" del tipo rizomatoso donde destacan las entidades pertenecientes a los géneros *Distichlis*, *Juncus* y *Phylloscirpus*. Por su parte, los sectores correspondientes al pajonal hídrico se caracterizan por la presencia de especies "hemiptófitas altas" (champas altas o pajas) donde el género más representativo corresponde a *Festuca*. En el Gráfico 4 se muestra la proporción de formas de vida en las clases de vegetación azonal presentes en el humedal.

Gráfico 4. Proporción de formas de vida presentes en cada una de las clases de vegetación azonal en el humedal de Caya.



De acuerdo al gráfico anterior, se observa una clara dominancia de las formas de vida hemicriptófitas, especies rizomatozas, caméfitas pulvinadas y caméfitas herbáceas en cojín hídrico, en las distintas clases de vegetación discriminadas en el humedal. Sin embargo, existe una importante diversidad de formas de vida presentes, las cuales ocupan los distintos ambientes del área, desde las áreas más áridas hasta los ambientes acuáticos.

8.2.3.3. Origen y Estados de Conservación

De acuerdo al origen geográfico de las especies, se puede indicar que el 100% de las entidades detectadas en el humedal son de origen autóctono, lo que indica el alto grado de naturalidad que el humedal de Caya presenta actualmente.

Además, para la totalidad de las especies detectadas en el área de estudio no se presentan especies de flora con problemas de conservación.

8.2.3.4. Distribución de la Flora Local y Riqueza de Especies

Las especies dominantes en la humedal de Caya se distribuyen de manera no uniforme en las tipologías de vegetación definidas en el humedal, existiendo formaciones o tipologías con una baja participación de especies (1 a 3 especies) y otras con un cortejo florístico mayor. Del mismo modo existen especies que dada su distribución en el humedal, dominan ampliamente sobre el resto de las otras entidades, tal es el caso de las especies *Festuca deserticola* como componente principal de las unidades de pajonal hídrico y vegas, y *Distichlis humilis* presente como especie dominante en prácticamente todas las formaciones de vegetación correspondientes a vegas y algunos pajonales que se acompañan de este elemento. Algo similar ocurre con la especie *Phylloscirpus deserticola* la cual está presente en la mayoría de las vegas, junto a la especie anterior, disminuyendo considerablemente su participación en las unidades con un mayor tenor salino, dejando a *D. humilis* como la especie dominante más representativo de las formaciones de vega salina.

Una cuarta especie importante en el humedal corresponde a *Deyeuxia velutina*, la cual forma parte del pajonal hídrico el cual se une a las vegas de *D. humilis*. Otras especies destacables en el humedal corresponden a *Oxychloe andina* como componente principal de las formaciones de bofedal y *Sarcocornia pulvinata*, representante de otro tipo de vegas salina presente en el humedal.

La distribución de las especies de flora vascular detectadas en el humedal de Caya en las distintas tipologías de vegetación se entrega en el **Anexo 10**.

8.2.4. Identificación de Elementos Críticos

En cuanto a la realización de una priorización de las unidades de vegetación en función de su singularidad, representatividad y riqueza de especie, es importante señalar que dada la escasa superficie del humedal no fue posible realizar una separación o valoración ambiental de las distintas unidades, ya que todas las unidades que conforman este humedal, constituyen elementos de importancia dentro del sistema, por lo tanto, se establece que todo el área de

estudio (humedal de Caya) presenta un valor ambiental alto por corresponder a un núcleo aislado de vegetación azonal dentro de toda la cuenca, no encontrándose elementos vegetacionales similares cercanos.

9. CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados se puede concluir lo siguiente:

- Vegetacionalmente, ambos sectores de estudio (humedal de Lirima y quebrada de Caya) presentan formaciones herbáceas densas de baja altura y alto requerimiento hídrico, las cuales se pueden clasificar fisionómicamente en tres grupos: vegas, bofedales y pajonales hídricos, además de algunos sectores cubiertos por arbustos de altura media correspondientes a unidades de tolar hídrico. En términos globales, estos humedales son heterogéneos, con sectores de vega salina, vega no salina y unidades más heterogéneas de bofedal - pajonal hídrico - vega y tolares hídricos, entre otros.
- Con respecto al estado y condiciones actuales, en el humedal de Lirima el área con vegetación azonal alcanza un 92,8% de todo el sector estudiado, y las áreas desprovistas de vegetación (suelo desnudo y rastrojo-mantillo) alcanzan sólo a un 7,2%. Por su parte, en el humedal de Caya el área con vegetación azonal es de un 96,8% de la superficie total, y las áreas desprovistas de vegetación (suelo desnudo, sales y cuerpos de agua) alcanzan al 3,2% de la superficie total. En general, las unidades con vegetación, en ambos sectores - Lirima y Caya - presentan cubrimientos promedios altos, con 65% y 53% como valor promedio, respectivamente. Por su parte, no se detectó la presencia de especies alóctonas o introducidas en los humedales, lo que les otorga un alto grado de naturalidad a los sistemas.
- La valoración ambiental realizada a las unidades de vegetación del humedal de Lirima, identificando los elementos críticos desde el punto de vista natural y/o de manejo, muestra que un 1,9% de la superficie posee un valor ambiental definido como "muy alto" y un 13,2% presenta un valor "alto", siendo este conjunto de unidades como importantes para ser consideradas en un posible plan de conservación del humedal. Por el contrario, aquellas unidades que presentan un bajo valor ambiental pueden ser objeto de planes de recuperación o manejo para su utilización como áreas productivas para la fauna doméstica o bien para futuros planes de conservación. Por su parte, la valoración ambiental realizada al humedal de Caya determinó que el humedal en su conjunto constituye un elemento de alto valor ambiental, principalmente por corresponder a un núcleo de vegetación azonal aislado dentro de la cuenca.

10. LITERATURA CITADA O UTILIZADA

AHUMADA, M. & FAÚNDEZ, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118p.

BENOIT, I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF, Santiago. 157 pp.

BIOTA, 2006. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del altiplano. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. Informe de Consultoría. 28 pp., Anexos 23pp.

BIOTA, 2008. Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos de la alta cordillera. Regiones de Valparaíso, O'Higgins y Maule. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. Informe de Consultoría 612-64-LE07. 46 pp., Anexos 28 pp.

ETIENNE M & CONTRERAS D. 1981. Cartografía de la Vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. Téc. N°46. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Chile 27 p. 10 cartas.

ETIENNE M. & PRADO C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N°9. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile.

FAUNDEZ L & GAJARDO M. 1993. Estudio de humedales: las vegas y bofedales de la I y II región. 16 p, Diagramas. In CASTRO M, BAHAMONDES M, SALAS H, AZOCAR P & FAUNDEZ L. 1993. Identificación y ubicación de vegas y bofedales de las regiones Primera y Segunda. Informe Mecanografiado. Depto Estudios S.I.T. N° 19, D.G.A.-MOP. 20 p. Anexos.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 p.

MARTICORENA, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 47: 85 – 113.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2007. Primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Diario oficial de la República. 1 pp.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008. Segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario oficial de la República. 2 pp.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008. Tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario oficial de la República. 2 pp.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2009. Cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario oficial de la República. 2 pp.

YARBROUGH, L.D., G. EASSON, & J.S. KUSZMAUL. 2005. Tasseled Cap Coefficients for the QuickBird2 sensor: A comparison of methods and development, *presented at* Pecora 16-American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, October 23-27, Sioux Falls Convention Center, Sioux Falls, SD, 10 pages, *CD-ROM*.

11. ANEXOS

Anexo 1. Cartografías de vegetación del humedal de Lirima.

Anexo 2. Listado taxonómico general del humedal de Lirima (Octubre de 2009).

División			
Clase			
Familia	Origen	Forma Vida *	
Especie			
Magnoliophyta			
Magnoliopsida			
Apiaceae			
<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	Autóctona	K	
Asteraceae			
<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. ex R. E. Fries) Cabr.	Autóctona	Gr	
<i>Hypochaeris echegarayi</i> Hieron.	Autóctona	H	
<i>Parastrephia lepidophylla</i> (Wedd.) Cabr.	Autóctona	naF	
<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabr.	Autóctona	naF	
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabr.	Autóctona	C	
<i>Werneria denticulata</i> Blake	Autóctona	Gr	
<i>Werneria weddellii</i> Phil.	Autóctona	C	
Campanulaceae			
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	Autóctona	Gr	
Caryophyllaceae			
<i>Arenaria rivularis</i> Phil.	Autóctona	Khpr	
<i>Colobanthus</i> sp.	Autóctona	H	
Haloragaceae			
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	Autóctona	hs	
Plantaginaceae			
<i>Plantago barbata</i> G. Forster	Autóctona	Kc	
Ranunculaceae			
<i>Ranunculus uniflorus</i> Phil. ex Reiche f. uniflorus	Autóctona	Khpr	
Rosaceae			
<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothm.	Autóctona	Khpr	
Liliopsida			
Cyperaceae			
<i>Carex maritima</i> Gunn. var. <i>misera</i>	Autóctona	Gr	
<i>Eleocharis tucumanensis</i> Barros	Autóctona	Gr	
<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	Autóctona	Gr	
<i>Zameioscirpus atacamensis</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh	Autóctona	Cp	
Juncaceae			
<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	Autóctona	Kc	
<i>Oxychloe andina</i> Phil.	Autóctona	Kc	
Lemnaceae			
<i>Lemna minor</i> L.	Autóctona	ha	
Orchidaceae			
<i>Aa nervosa</i> (Kraenzl.) Schltr.	Autóctona	naF	
Poaceae			
<i>Deyeuxia brevifolia</i> J. Presl	Autóctona	H	
<i>Deyeuxia chrysantha</i> J. Presl	Autóctona	H	
<i>Distichlis humilis</i> Phil.	Autóctona	Gr	
<i>Festuca deserticola</i> Phil.	Autóctona	H	
<i>Festuca nardifolia</i> Griseb	Autóctona	H	

División		
Clase		
Familia	Origen	Forma Vida *
Especie		
<i>Festuca orthophylla</i> Pilger	Autóctona	H
<i>Puccinellia frigida</i> (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona	H
Potamogetonaceae		
<i>Potamogeton strictus</i> Phil.	Autóctona	hs
Ruppiaceae		
<i>Ruppia maritima</i> L.	Autóctona	hs

* Formas de vida: C = Caméfito; Cp = Canéfito pulvinado o en cojín; Gr = Geófito rizomatoso; H = Hemicriptófito; ha = Hidrófito anual; hs = Hidrófito sumergido; K = Caméfito herbáceo caulescente; Kc = Caméfito herbáceo en cojín hídrico; Khpr = Caméfito hierba perenne rastrera; naF = Fanerófito, Nanofanerófito (0,5 – 2m)

Anexo 3. Distribución de las especies de flora vascular detectadas en el humedal de Lirima en las distintas tipologías de vegetación (valores de cubrimiento promedio de las especies en las distintas tipologías).

Especie	Tipologías de Vegetación*																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Aa nervosa</i>										R																				
<i>Arenaria rivularis</i>		R									+	+																		+
<i>Baccharis acaulis</i>																													14	
<i>Carex maritima var. misera</i>									7	15	+	22	15	5													43	15	13	
<i>Colobanthus sp.</i>												+																		
<i>Deyeuxia brevifolia</i>		1	10	4	5			10			5	5	5	15								4	+	2	5		28		43	48
<i>Deyeuxia chrysantha</i>		1		+																										
<i>Distichia muscoides</i>				R	5						+																	+		
<i>Distichlis humilis</i>																										25				5
<i>Eleocharis tucumanensis</i>											+		5															+		
<i>Festuca deserticola</i>		3	10	13	20		5		+		15	+	5									2					2		5	5
<i>Festuca nardifolia</i>				1		10	5		+	+		2		5				25						2			15			
<i>Festuca ortophylla</i>																							10							
<i>Hypochaeris echegarayi</i>												+																		
<i>Lachemilla diplophylla</i>																														
<i>Lemna minor</i>											8																			
<i>Lilaeopsis macloviana</i>				5					5	6																				
<i>Lobelia oligophylla</i>		R								+																				
<i>Myriophyllum aquaticum</i>				+						8																				
<i>Oxychloe andina</i>		52	50	65	50	70	70	70	50	18	+	13	20	3										2			8	20	3	4
<i>Parastrephia lepidophylla</i>																						38								
<i>Parastrephia lucida</i>				5																			22	40	2	25			4	5
<i>Parastrephia quadrangularis</i>																										18				
<i>Phylloscirpus deserticola</i>		2		5	10	5			15	13			5	2														15	5	
<i>Plantago barbata</i>						5				+		5																10		
<i>Potamogeton strictus</i>																														
<i>Puccinellia frigida</i>											+	R		+														10		+
<i>Ranunculus uniflorus</i>				5					5	8																				
<i>Ruppia maritima</i>				R																										

Especie	Tipologías de Vegetación*																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>Werneria denticulata</i>																															
<i>Werneria weddellii</i>																									+					+	+
<i>Zameioscirpus atacamensis</i>			10							25	35	53	30	20			0													5	

Nota: + = presente (0.5 %); R = Rara (<0,5%)

(Continuación tabla)

Especie	Tipologías de Vegetación*																														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51										
<i>Aa nervosa</i>																															
<i>Arenaria rivularis</i>	+	+									5	+		2	+																
<i>Baccharis acaulis</i>		+																													
<i>Carex maritima var. misera</i>	10	5	5					15		15	33	4	10			10															
<i>Colobanthus sp.</i>																															
<i>Deyeuxia brevifolia</i>	40	20	10	20	30	40				10	25	28	38	20	20	5		5	10												
<i>Deyeuxia chrysantha</i>							45													3											
<i>Distichia muscoides</i>		+																													
<i>Distichlis humilis</i>															15																
<i>Eleocharis tucumanensis</i>		+						30	55	5																					
<i>Festuca deserticola</i>		15			5					15	3	5	5			+		15													
<i>Festuca nardifolia</i>										10		5																			
<i>Festuca ortophylla</i>				15		10							3																		
<i>Hypochaeris echegarayi</i>										+																					
<i>Lachemilla diplophylla</i>											+																				
<i>Lemna minor</i>																															
<i>Lilaeopsis macloviana</i>										40	+																				
<i>Lobelia oligophylla</i>																															
<i>Myriophyllum aquaticum</i>										40	+			+																	
<i>Oxychloe andina</i>		10					15			5	3	15					5														
<i>Parastrephia lepidophylla</i>																															
<i>Parastrephia lucida</i>	30	2		5	25	10				2		5			5																
<i>Parastrephia quadrangularis</i>																															

Especie	Tipologías de Vegetación*																				
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
<i>Phylloscirpus deserticola</i>		20									30						20				
<i>Plantago barbata</i>		5						10			10					+	15				
<i>Potamogeton strictus</i>												+									
<i>Puccinellia frigida</i>	+												2	5	3			15	23		
<i>Ranunculus uniflorus</i>																					
<i>Ruppia maritima</i>																					
<i>Werneria denticulata</i>	R																+				
<i>Werneria weddellii</i>	+		8										2			10	R	+	+	50	
<i>Zameioscirpus atacamensis</i>														+		10					

Nota: + = presente (0.5 %); R = Rara (<0,5%)

* Listado de Tipologías de Vegetación (Anexo 3)

N° Tipología	Tipo de Vegetación	Clase de Vegetación	Tipología de Vegetación
1	Sin vegetación	Suelo desnudo	Arenas
2	Azonal	Bofedal	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i>
3	Azonal	Bofedal - vega - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
4	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
5	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico - vega	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>
6	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>
7	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i> y <i>Festuca deserticola</i>
8	Azonal	Bofedal - vega	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>
9	Azonal	Bofedal - vega	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>
10	Azonal	Bofedal - vega	Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>
11	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
12	Azonal	Bofedal - vega	Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>
13	Azonal	Bofedal salino - vega salina	Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>
14	Azonal	Bofedal salino - vega salina	Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>
15	Sin vegetación	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua
16	Sin vegetación	Suelo desnudo	Mantillo <i>Deyeuxia brevifolia</i>
17	Sin vegetación	Suelo desnudo	Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>
18	Azonal	Pajonal hídrico	Pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>
19	Sin vegetación	Suelo desnudo	Ripio
20	Sin vegetación	Suelo desnudo	Sales
21	Azonal	Tolar hídrico	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lepidophylla</i>
22	Azonal	Tolar hídrico	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>
23	Mixta	Tolar hídrico - pajonal	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>
24	Azonal	Tolar hídrico - pajonal hídrico	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>
25	Azonal	Tolar hídrico - vega	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>
26	Zonal	Tolar	Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i>
27	Azonal	Vega	Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>
28	Azonal	Vega - bofedal	Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con bofedal salino de <i>Oxychloe andina</i>
29	Azonal	Vega	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>

N° Tipología	Tipo de Vegetación	Clase de Vegetación	Tipología de Vegetación
30	Azonal	Vega	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>
31	Azonal	Vega - tolar hídrico	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>
32	Azonal	Vega - pajonal hídrico – bofedal	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>
33	Azonal	Vega	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i>
34	Mixta	Vega - tolar hídrico – pajonal	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>
35	Azonal	Vega - tolar hídrico	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>
36	Mixta	Vega - pajonal	Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>
37	Azonal	Vega - bofedal	Vega de <i>Deyeuxia chrysantha</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i>
38	Azonal	Vega	Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>
39	Azonal	Vega - pajonal hídrico	Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>
40	Azonal	Vega - pajonal hídrico	Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> – <i>Myriophyllum aquaticum</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
41	Azonal	Vega	Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>
42	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>
43	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>
44	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>
45	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Distichlis humilis</i>
46	Azonal	Vega salina - bofedal salino	Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i> con bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>
47	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>
48	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>
49	Azonal	Vega salina - pajonal hídrico salino	Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>
50	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Werneria weddellii</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>
51	Sin vegetación	Suelo desnudo	Cuerpo de agua

Anexo 4. Grado de singularidad de las tipologías de vegetación presentes en el humedal de Lirima.

Tipo de Vegetación	Grado de Singularidad					
	Muy alta	Alta	Baja	Media	Muy baja	Nula
Azonal	8%	12%	17%	32%	31%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i> y <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> – <i>Myriophyllum aquaticum</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lepidophylla</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%

Tipo de Vegetación	Grado de Singularidad					
	Muy alta	Alta	Baja	Media	Muy baja	Nula
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> con tolar hidrico de <i>Parastrephia lucida</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Tolar hidrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal hidrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia chrysantha</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Distichlis humilis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con bofedal salino de <i>Oxychloe andina</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> con pajonal hidrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Pajonal hidrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i> con bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Werneria weddellii</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Zonal	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Mixta	5%	0%	95%	0%	0%	0%
Tolar hidrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hidrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Sin vegetación	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Arenas	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Ripio	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Sales	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Cuerpo de agua	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Total general	6%	15%	24%	25%	23%	7%

Anexo 5. Proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de representatividad establecidos para el humedal de Lirima.

Tipo de Vegetación	Nivel del Representatividad					
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Nula
Azonal	2%	11%	20%	26%	41%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	26%	74%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>	0%	0%	24%	52%	24%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	60%	0%	8%	32%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	0%	0%	49%	20%	31%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	0%	78%	14%	8%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	0%	32%	68%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	52%	0%	23%	24%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i> y <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	24%	33%	43%	0%
Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> – <i>Myriophyllum aquaticum</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	55%	28%	16%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lepidophylla</i>	0%	0%	64%	23%	13%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	33%	51%	17%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	0%	47%	45%	8%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>	0%	79%	0%	21%	0%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Phylloscirpus eserticota</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	0%	75%	0%	25%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	55%	24%	10%	11%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>	0%	60%	24%	16%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	89%	0%	0%	11%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	0%	65%	18%	17%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	72%	0%	22%	7%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i>	0%	71%	25%	0%	4%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var.	0%	0%	63%	37%	0%	0%

Tipo de Vegetación	Nivel del Representatividad					
	Tipología de Vegetación	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
<i>misera</i>						
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	51%	32%	17%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	0%	0%	78%	17%	5%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	51%	0%	43%	6%	0%
Vega de <i>Deyeuxia chrysantha</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Distichlis humilis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	69%	31%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con bofedal salino de <i>Oxychloe andina</i>	0%	69%	0%	24%	7%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	0%	58%	42%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	76%	0%	24%	0%	0%
Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i> con bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	66%	34%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Werneria weddellii</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Zonal	0%	0%	58%	35%	7%	0%
Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	0%	0%	58%	35%	7%	0%
Mixta	0%	0%	69%	6%	25%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	0%	0%	77%	0%	23%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	0%	0%	34%	23%	42%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal de <i>Festuca ortophylla</i>	0%	0%	63%	37%	0%	0%
Sin vegetación	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Arenas	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Ripio	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Sales	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Cuerpo de agua	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Total general	2%	9%	26%	22%	34%	7%

Anexo 6. Proporción porcentual de la superficie de cada tipología en los distintos niveles de valor ambiental establecidos para el humedal de Lirima.

Tipo de Vegetación	Valor Ambiental					
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Nulo
Azonal	3%	17%	37%	34%	10%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	1%	66%	33%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>	0%	24%	76%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	60%	40%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	0%	0%	52%	48%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	0%	78%	22%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	69%	31%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	52%	0%	48%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i> y <i>Festuca deserticola</i>	0%	0%	24%	76%	0%	0%
Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> – <i>Myriophyllum aquaticum</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	55%	45%	0%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lepidophylla</i>	0%	0%	77%	23%	0%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>	0%	73%	27%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>	0%	55%	45%	0%	0%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Puccinellia frigida</i>	0%	0%	79%	21%	0%	0%
Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	75%	25%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	90%	10%	0%	0%	0%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>	0%	84%	16%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	89%	11%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	37%	42%	21%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> – <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	78%	22%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	45%	36%	18%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> con	83%	17%	0%	0%	0%	0%

Tipo de Vegetación	Valor Ambiental					
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Nulo
Tipología de Vegetación						
tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i>						
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	83%	17%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	6%	94%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia chrysantha</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Distichlis humilis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	69%	31%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i> con bofedal salino de <i>Oxychloe andina</i>	69%	31%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> – <i>Oxychloe andina</i> con vega de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> – <i>Phylloscirpus deserticola</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Pajonal hídrico de <i>Festuca nardifolia</i>	0%	0%	76%	24%	0%	0%
Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> y <i>Plantago barbata</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> – <i>Werneria weddellii</i> con bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Vega de <i>Eleocharis tucumanensis</i> – <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i>	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Vega salina de <i>Werneria weddellii</i> – <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Zonal	0%	0%	58%	42%	0%	0%
Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i>	0%	0%	58%	42%	0%	0%
Mixta	0%	3%	2%	89%	6%	0%
Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	0%	0%	0%	93%	7%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> con tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	0%	0%	0%	100%	0%	0%
Vega de <i>Deyeuxia brevifolia</i> y pajonal de <i>Festuca orthophylla</i>	0%	63%	37%	0%	0%	0%
Sin vegetación	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Arenas	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Ripio	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Sales	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Cuerpo de agua	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Deyeuxia brevifolia</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Total general	2%	13%	31%	38%	8%	7%

Anexo 7. Carta de Valoración Ambiental del Humedal de Lirima.

Anexo 8. Cartografías de vegetación del humedal de Caya.

Anexo 9. Listado taxonómico general del humedal de Caya (Octubre de 2009).

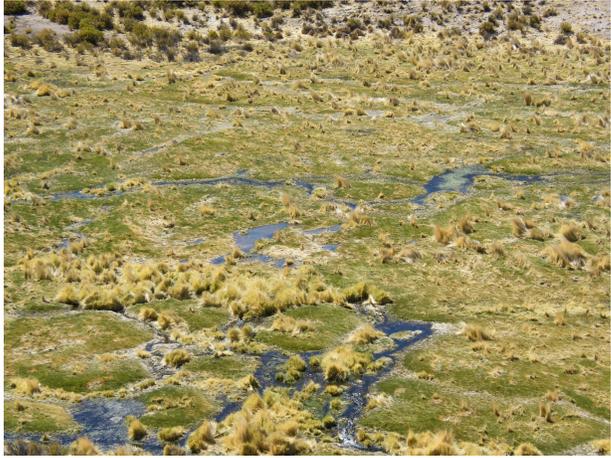
División	Clase	Origen	Forma Vida *
Familia	Especie		
Polypodiophyta			
Polypodiopsida			
Grammitidaceae			
	<i>Xiphopteris</i> sp.	Autóctona	Gr
Magnoliophyta			
Magnoliopsida			
Apiaceae			
	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	Autóctona	K
Asteraceae			
	<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. Ex R. E. Fries) Cabr.	Autóctona	Gr
	<i>Baccharis concava</i> (R. & P.) Pers. Var. <i>concava</i>	Autóctona	naF
	<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabr.	Autóctona	naF
Campanulaceae			
	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	Autóctona	Gr
Caryophyllaceae			
	<i>Arenaria rivularis</i> Phil.	Autóctona	Khpr
Chenopodiaceae			
	<i>Sarcocornia pulvinata</i> (Fries) A.J. Scott	Autóctona	Cp
Liliopsida			
Cyperaceae			
	<i>Carex maritima</i> Gunn. var. <i>misera</i>	Autóctona	Gr
	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	Autóctona	Gr
	<i>Zameioscirpus atacamensis</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh	Autóctona	Cp
Juncaceae			
	<i>Juncus balticus</i> Willd. var. <i>montanus</i>	Autóctona	Gr
	<i>Oxychloe andina</i> Phil.	Autóctona	Kc
Juncaginaceae			
	<i>Triglochin concinna</i> Davy	Autóctona	Gr
	<i>Triglochin</i> sp.	Autóctona	Gr
Poaceae			
	<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.	Autóctona	H
	<i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl	Autóctona	H
	<i>Deyeuxia velutina</i> Nees & Meyen	Autóctona	H
	<i>Distichlis humilis</i> Phil.	Autóctona	Gr
	<i>Festuca deserticola</i> Phil.	Autóctona	H
	<i>Puccinellia frigida</i> (Phil.) I. M. Johnst.	Autóctona	H

* Formas de vida: Cp = Canéfitas pulvinadas o en cojín; Gr = Geófitas rizomatosas; H = Hemisporófitas; K = Caméfitas herbáceas caulescentes; Kc = Caméfitas herbáceas en cojín hídrico; Khpr = Caméfitas hierba perenne rastrera; naF = Fanerófitas, Nanofanerófitas (0,5 – 2m)

* Listado de Tipologías de Vegetación (Anexo 10)

N° Tipología	Tipo Vegetación	Clase de Vegetación	Tipología de Vegetación
1	Azonal	Bofedal - pajonal hídrico	Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
2	Azonal	Bofedal salino - vega salina	Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> con vega salina de <i>Deyeuxia curvula</i>
4	Azonal	Pajonal hídrico - vega	Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Distichlis humilis</i>
5	Azonal	Pajonal hídrico - vega	Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> - <i>D. velutina</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> - <i>Distichlis humilis</i>
6	Azonal	Pajonal hídrico - vega	Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> con vega de <i>Distichlis humilis</i>
7	Azonal	Pajonal hídrico - vega salina	Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia eminens</i> con vega salina de <i>Distichlis humilis</i>
8	Azonal	Pajonal hídrico	Pajonal hídrico de <i>Deyeuxia velutina</i> con <i>Festuca deserticola</i>
9	Azonal	Pajonal hídrico	Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
10	Azonal	Pajonal hídrico - bofedal - vega	Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con bofedal de <i>Oxychloe andina</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>
11	Azonal	Pajonal hídrico - bofedal	Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con bofedal de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> y <i>Lilaeopsis macloviana</i>
12	Azonal	Pajonal hídrico - vega	Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>
13	Azonal	Pajonal hídrico - vega - bofedal	Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> con vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> y bofedal de <i>Oxychloe andina</i>
14	Azonal	Pajonal hídrico salino	Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>
15	Azonal	Pajonal hídrico salino - vega salina	Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i> con vega salina de <i>Deyeuxia curvula</i>
16	Azonal	Pajonal hídrico salino - vega salina	Pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i> con vega salina de <i>Sarcocornia pulvinata</i> y <i>Triglochin connecina</i>
20	Azonal	Tolar hídrico - vega salina	Tolar hídrico de <i>Parastrephia lucida</i> con vega salina de <i>Distichlis humilis</i>
21	Azonal	Vega	Vega de <i>Distichlis humilis</i>
22	Azonal	Vega - pajonal hídrico	Vega de <i>Lilaeopsis macloviana</i> y <i>Puccinellia frigida</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i>
23	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Distichlis humilis</i>
24	Azonal	Vega salina - pajonal hídrico salino	Vega salina de <i>Distichlis humilis</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico salino de <i>Deyeuxia velutina</i>
25	Azonal	Vega salina - pajonal hídrico salino	Vega salina de <i>Distichlis humilis</i> con pajonal hídrico salino de <i>Festuca deserticola</i>
26	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Juncus balticus</i>
27	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Lilaeopsis macloviana</i>
28	Azonal	Vega salina - pajonal hídrico salino	Vega salina de <i>Phylloscirpus deserticola</i> con pajonal hídrico salino de <i>Deyeuxia velutina</i>
29	Azonal	Vega salina	Vega salina de <i>Sarcocornia pulvinata</i>

Anexo 11. Fotografías de terreno.

	
<p>Afloramientos salinos y unidades de tolar hídrico, humedal de Lirima.</p>	<p>Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>, humedal de Lirima. (detalle)</p>
	
<p>Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i>, humedal de Lirima</p>	
	
<p>Bofedal salino de <i>Zameioscirpus atacamensis</i> - <i>Oxychloe andina</i> con vega salina de <i>Carex maritima</i> var. <i>misera</i> - <i>Phylloscirpus deserticola</i>, humedal Lirima</p>	<p>Mantillo <i>Zameioscirpus atacamensis</i>, humedal de Lirima</p>



Tolar de *Parastrephia quadrangularis* - Pajonal (zonal) de *Festuca orthophylla* en torno a brazos laterales del humedal de Lirima



Tolar hídrico de *Parastrephia lucida* con vega de *Distichlis humilis*, humedal de Lirima



Vega salina de *Deyeuxia brevifolia*, humedal de Lirima



Afloramientos salinos y unidades de vega salina, humedal de Lirima



Vista Genral del humedal de Lirima



Pajonal hídrico de *Festuca deserticola* con bofedal de *Zameioscirpus atacamensis* y *Lilaeopsis macloviana*, quebrada de Caya



Pajonal hídrico de *Festuca deserticola*, quebrada de Caya



Pajonal hídrico *Festuca deserticola*, quebrada de Caya



Vega salina de *Distichlis humilis*, quebrada de Caya



Informe Final

*“Caracterización
Vegetacional de los
Bofedales de Lirima y
Quebrada Caya.
Región De Tarapacá”*
