

**CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS (COT)
QUEBRADA SAPUNTA - REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**PROYECTO SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN
ADUCCIÓN DE AGUA PAMPA PUNO
DIVISIÓN MINISTRO HALES**



Para



Otoño 2015 - Verano 2016

(Rev. 0)

CHILE

Santiago: Renato Sánchez 3838, Las Condes; Fono (56-02) 2070154; Fax (56-02) 2634766; e-mail: ambiental@poch.cl
Puerto Montt: Av. Juan Soler Manfredini N° 41 of. 1401; Fono (56-65) 363240; Fax (56-65) 363247; e-mail: pmontt@poch.cl
Coyhaique: Jose de Moraleda N° 412, Fono (56-67) 573188; Fax (56-67) 573184

ARGENTINA

Buenos Aires: Montevideo 765 Piso 3º; Fono/Fax (054-11) 4813 5133; e-mail: pochcdiar@fibertel.com.ar

COLOMBIA

Bogotá: Carrera 12 N° 96 -81 oficina 203; Fono 057 (1) 691 22 81 - 057 (1) 616 78 09; e-mail: marcos.bravo@poch.cl

MÉXICO



Monterrey: Av. Lázaro Cárdenas 1007, Valle Oriente, San Pedro Garza García; C.P. 66266; Nueva León; Fono (52-81) 82209166;
Fax (52-81) 82209460; e-mail: pochcdi@pochcdi.com.mx
Ciudad de México: En alianza con Gonzalez Calvillo S.C., Área Ambiental; Montes Urales 632 Piso 3, Colonia Lomas de Chapultepec,
11000, México, D.F.; Fono (52-55) 52027602; Fax (52-55) 55207671; e-mail: iburquete@gcsc.com.mx

**CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS (COT), QUEBRADA SAPUNTA
REGIÓN DE ANTOFAGASTA: OTOÑO 2015 – VERANO 2016**

**PROYECTO “SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN ADUCCIÓN DE
AGUA PAMPA PUNO” DIVISIÓN MINISTRO HALES**

Contenidos

1	RESUMEN	3
2	INTRODUCCION.....	4
3	OBJETIVOS	5
4	MATERIALES Y MÉTODOS	5
4.1	ÁREA DE INFLUENCIA.....	5
4.2	CARTA DE OCUPACIÓN DE TIERRAS (COT)	7
4.3	MUESTREO.....	8
4.4	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	8
5	RESULTADOS	11
5.2	ANÁLISIS FLORÍSTICO	16
6	DISCUSIONES	17
6.1	ANÁLISIS EN FUNCIÓN DE LA COT DE REFERENCIA (OTOÑO 2012- VERANO 2013)	17
7	CONCLUSIONES.....	18
8	BIBLIOGRAFÍA.....	18

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Manuel Miranda A.	 Matías Alvarado R.	Claudia Mascayano V.
		Jefe de Proyectos
		Alejandro Peñaloza G.
Consultor	Coordinador de proyectos	Gerente de proyectos

1 RESUMEN

El presente informe de carta ocupación de tierras (COT), corresponde a los resultados de la COT construida con los datos de las estaciones climáticas de Otoño del 2015-Verano del 2016, y busca caracterizar y evaluar avances y retrocesos del sistema vegetacional azonal de la vega de Sapunta, la que se ubica a unos 168 km de la comuna de Calama en la Región de Antofagasta, a una altitud promedio de 4.050 m.s.n.m.

El área de estudio se caracteriza por presentar una mayor concentración de sus precipitaciones en el período estival, lo cual coincide con el ingreso de un sistema de bajas presiones en el área altiplánica del norte grande de Chile, provenientes de la región amazónica, denominado invierno altiplánico.

Producto de las 38 campañas de muestreo -desde invierno de 1998 a verano del 2016- se han identificado y caracterizado tres macro unidades o formaciones vegetacionales dominantes, de las cuales dos de ellas (vega y pajonal) se encuentran asociadas a la vegetación del tipo azonal (*sensu stricto*), mientras que la última corresponde a un matorral bajo asociado a una macro unidad de vegetación zonal.

La riqueza de especies de flora vascular fue de diez taxa, de las cuales nueve son hierbas y una corresponde a un arbusto. Por su parte, respecto a las especies estrictamente hidrófilas (azonal) registradas en la Vega de Sapunta, se registró una riqueza de seis especies.

Adicionalmente en las once campañas de monitoreo COT, se ha registrado una cobertura vegetacional promedio de los monitoreos de 0,93 ha, la que se encuentra por sobre el valor establecido en la COT de referencia (0,91 ha), presentando sólo pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo ($DE=0,07$), siendo las más notorias la registrada en la COT Otoño 2013-Verano 2014, la que presentó una superficie de 1,03 ha y la registrada en la presente campaña de monitoreo (0,87 ha).

En el presente periodo de monitoreo, se registró la menor cobertura vegetacional respecto a los monitoreos previos, sin embargo la superficie actual se encuentra sólo un 4,4% por debajo de la COT de referencia.

No obstante y conforme a los antecedentes expuestos, es posible inferir que el sistema vegetacional azonal de Vega de Sapunta presenta un comportamiento relativamente estable en cuanto a la abundancia y riqueza de las especies vegetales presentes en ella, presentando sólo variaciones marginales a lo largo del tiempo, lo cual podría responder a las generadas a partir de las variaciones interanuales de los factores climáticos u externos tales como herbivoría o pisoteo, cuyo efecto resulta ser característico en los sistemas altoandinos.

2 INTRODUCCION

De conformidad con la Resolución N° 2603 de 2005, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que calificó ambientalmente favorable el proyecto "Suministro, Construcción y Operación Aducción de Agua Pampa Puno", y con el Plan de Alerta Temprana (PAT)⁽¹⁾ presentado en el EIA, CODELCO debe desarrollar un programa de seguimiento de avances y retrocesos de la Vega Sapunta⁽²⁾, el cual tiene por propósito monitorear la superficie de la Vegetación azonal de la Vega Sapunta frente a eventuales modificaciones producto de la operación del proyecto.

Según se establece en los documentos citados, este monitoreo debe desarrollarse en 2 fases: pre-bombeo y producción, con la finalidad de identificar eventuales afectaciones a la Vega de Sapunta mediante la comparación a través del tiempo de una Carta de Ocupación Territorial o COT (en etapa de bombeo), respecto de la construida en la etapa de pre-bombeo (Línea de Base). A la fecha del presente informe, el Proyecto se encuentra en plena fase de producción (operación), realizando la extracción de agua de los pozos disponibles.

Para dichos efectos, el Considerando 7.13 de la RCA estableció que se debería generar una Carta de Ocupación de Tierras (COT) previa a la operación del proyecto, cuando se dispusiera de los registros de las cuatro estaciones del año. No obstante que el proyecto fue aprobado en Diciembre del 2005, su fase de construcción se inició en el año 2011⁽³⁾, de manera que la primera COT fue implementada desde la estación climática de Otoño 2011 hasta el verano del 2012. De este modo, y dado que el proyecto comenzó la fase de pre-bombeo en el año 2013, la COT de referencia para la comparación en la etapa de bombeo –a que alude el Punto 7.13 de la RCA- corresponde a la desarrollada entre el Otoño del 2012 y Marzo del 2013. En este sentido, el pronunciamiento emitido por CONAF en su ORD N° 385/2012 señala que la información recabada por el proyecto mientras no inicie las operaciones de aducción, se constituye en un complemento de la Línea de Base.

La COT correspondiente al período Otoño 2012-Verano 2013, que constituye la referencia para verificar eventuales afectaciones a la Vega, y que sirva además de comparación en la etapa de operación del proyecto, fue presentada por CODELCO a la Superintendencia de Medio Ambiente con fecha 26 de abril del 2013, a través del Sistema de Seguimiento de Resoluciones de Calificación Ambiental.

El equipo de trabajo está compuesto por:

- Alejandro Peñaloza García (Biólogo Msc)

¹ Asociado al ejercicio de los derechos de aguas otorgados mediante Resolución DGA N° 859/2002

² La Dirección General de Aguas, a través de la Resolución N° 529/2003 (actualizada mediante Res DGA 87/2006) identificó a la Vega como área protegida junto con unos 227 humedales en la Región de Antofagasta.

³ Carta VCP-GP-MMH-3504/2011 avisando al Director Ejecutivo del SEA, el inicio de la etapa de Construcción del Proyecto.

- Claudia Mascayano Villarroel (Ingeniero Agrónomo)
- Matías Alvarado Ramirez (Ingeniero Forestal)
- Manuel Miranda Almendra (Ingeniero Forestal)

3 OBJETIVOS

Desarrollar un análisis de la flora y vegetación terrestre mediante una Carta de Ocupación de Tierras (COT) de la vega de la quebrada de Sapunta, dando énfasis en la vegetación del tipo azonal.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

El método global que se utiliza para este programa de monitoreo, y que se describe a continuación, considera los alcances y fundamentos de los estudios ambientales y protocolos metodológicos sugeridos por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (actual Servicio de Evaluación Ambiental) a través del documento "Metodologías para la Caracterización Ambiental" (CONAMA 1996), apoyado y complementado con los documentos "Guía de evaluación ambiental: Vegetación y Flora Terrestre" (SAG, 2010) y "Guía de evaluación ambiental: Criterios para la evaluación de proyectos sometidos al SEIA" (CONAF, 2014).

4.1 Área de Influencia

4.1.1 Ubicación Administrativa

La Vega de la Quebrada de Sapunta, se ubica a unos 168 km al noreste de la ciudad de Calama (21°17'35" y los 21°17'50" de latitud sur), en la Provincia de Calama, Región de Antofagasta, Chile. Respecto al área de estudio (vegetación azonal – *sensu lato*–) esta abarca una superficie inferior a las 5 ha, y se desarrolla de oriente a poniente, a una altitud media de 4.050 msnm (Ver **Fotografía 1**).



Fotografía 1. Fisionomía de la Vega de Sapunta (vista desde oriente a poniente).

En particular, la vega Sapunta abarca una superficie menor a las 5 ha, se desarrolla en sentido poniente-oriente, a largo de -aproximadamente- 680 metros en línea

recta, y presenta un ancho que varía entre los 12 y 15 metros. Este sistema se encuentra delimitado por una serie de farellones rocosos, cuya altura fluctúa entre los 25 a 30m, generando en su interior una condición micro-climática particular.

4.1.2 Aspectos Climáticos

El área de influencia se caracteriza por presentar una condición climática dominante de Estepa de Altura, en la que se concentran sus precipitaciones principalmente en el periodo estival, y donde existe un gradiente decreciente de norte a sur y de este a oeste, como también importantes variaciones de temperatura durante todo el año, lo que se puede definir como una zona árida estepárica fría de altura (CONAMA, 2008; DMC, 2010).

Como se mencionó anteriormente, la mayor concentración de sus precipitaciones se presentan en el período estival, lo que coincide con el ingreso de un sistema de bajas presiones en el área altiplánica del norte grande de Chile, provenientes de la región amazónica, denominado invierno altiplánico (Aceituno y Montecinos, 1992; Capel, 1999; Garreaud y Aceituno, 2001; CONAMA, 2008; Martínez *et al.*, 2012). No obstante, la intensidad y periodicidad de estos sistemas frontales suele ser muy variable a lo largo del tiempo (ver **Figura 1**).

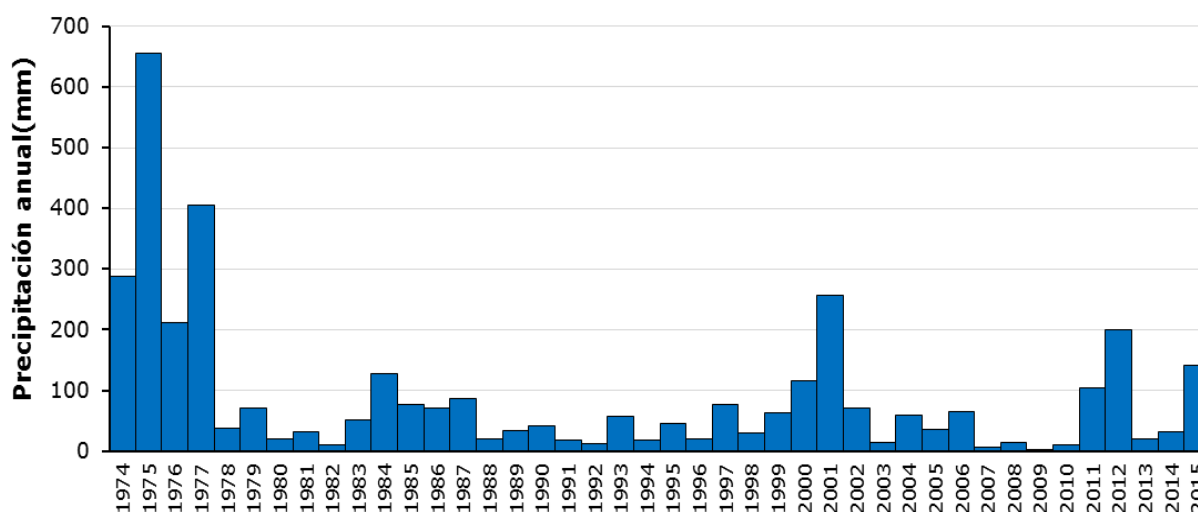


Figura 1. Precipitación anual (mm) en estación Lequena. (Código BNA: 02101003-0; Lat S 21°39' y Long W 68°39'; elevación 3.320 msnm).

Conforme a lo anteriormente expuesto, se destaca que los montos de precipitación anual registrados históricamente (42 años) exhiben una precipitación media anual de 88,6mm. No obstante, se observó una gran heterogeneidad de las precipitaciones anuales ($DE = 123,2$), lo que está asociado a una alta variabilidad en intensidad y periodicidad de los sistemas frontales, esto producto del efecto de biombo climático generado a partir de la influencia de la Cordillera de los Andes, el cual establece un bloqueo de las masas de aire húmedo provenientes desde la cuenca Amazónica (Aceituno y Montecinos, 1992; Garreaud y Aceituno, 2001; Martínez *et al.*, 2012).

4.1.3 Marco Biogeográfico

El área de influencia se ubica en la Provincia Puna, dentro del dominio Andino-Patagónico de la Región Neotropical de América Latina, el cual se extiende entre los 15 y 27° de latitud sur, a una altitud que fluctúa entre los 3200 y 4400 m.s.n.m (Schmithüsen, 1956; Cabrera y Willink, 1973; Morrone, 2001).

En cuanto a su composición vegetal, se caracteriza por presentar una vegetación de estepa arbustiva y de tola, esta última asociada a las zonas donde los suelos suelen ser húmedos, mientras en las zonas cuyas condiciones son más áridas, las comunidades de tola sólo se observan en los sectores aledaños a los cursos superficiales de agua o en las zonas en que la capa freática se encuentra poco profunda (Cabrera y Willink, 1973).

En tanto Gajardo (1994), ubica al sector de vega Sapunta dentro de la "Región de la Estepa Altoandina", la cual se extiende desde el extremo norte de Chile hasta las montañas andinas de la Región del Maule. En términos más específicos, se puede ubicar en la Sub-Región del Altiplano y la Puna, la cual se desarrolla sobre un relieve de altiplanicies, generalmente con más de 4.000 m de altitud, donde predomina un régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano (Aceituno y Montecinos, 1992; Gajardo, 1994), mientras que Luebert y Pliscoff (2006) posiciona el área de estudio dentro del piso vegetal: "Matorral bajo tropical andino de *Fabiana squamata* y *Festuca chrysophylla*", el cual se caracteriza por presentar un Matorral dominado por los arbustos *Fabiana squamata* y *Parastrephia quadrangularis* y las gramíneas *Festuca chrysophylla*, *Stipa frígida*, *S. nardoides* y *S. venusta*.

Sin perjuicio de lo anterior, la escala de trabajo de estas investigaciones es de menor detalle a la requerida en este estudio, por tanto, no permitiría discriminar la vegetación azonal y zonal, de esta manera dicha información sólo debe tomarse como una referencia global.

4.2 Carta de Ocupación de Tierras (COT)

La Carta de Ocupación de Tierras (COT) se evaluó definiendo unidades homogéneas de vegetación para el área en estudio, en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes. La aproximación metodológica se basó en la propuesta de Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982).

En una primera etapa, se pre-identificaron las unidades homogéneas de vegetación y usos del suelo a través de la fotointerpretación y el uso de técnicas de clasificación supervisada de imágenes satelitales. Esta información base se centró en la utilización de la siguiente imagen satelital:

- Imagen Satelital GeoEye
- Fecha de Captura: 22 de Noviembre del 2015
- Proyección: Universal Transversal de Mercator (UTM) Huso 19 Sur.
- Datum: World Geodetic System (WGS) de 1984.

Producto de los análisis realizados con anterioridad, se generó una “mascara”⁽⁴⁾, la que permitió definir y delimitar la superficie de estudio (superficie de vegetación azonal). A su vez, se definió en forma preliminar cada una de las unidades de uso de suelo presentes dentro del área de estudio, las cuales fueron caracterizadas y validadas en terreno, en términos de composición y estructura florística, además de sus respectivos límites espaciales, eliminando de esta forma posibles errores generados a partir de la firma espectral y otros errores topográficos digitales (efectos sombra y borde).

Finalmente, la interacción de los resultados obtenidos en gabinete –bibliográficos y espaciales- y su correspondiente validación en terreno permitió generar la Carta de Ocupación de Tierras (COT) para las unidades de vegetación contenidas dentro del área de estudio, incorporando tanto su distribución y delimitación en el espacio como la tipología (especies dominantes), fisionomía o forma de vida (formación vegetal) y grado de alteración (artificialización) que caracteriza cada unidad definida.

4.3 Muestreo

La caracterización de la flora y vegetación se realizó mediante un muestreo estacional intensivo, el cual se llevó a cabo mediante la evaluación de parcelas permanentes de vegetación más un recorrido pedestre del área ejecutadas en cuatro campañas sucesivas de terreno (una por cada estación climática).

Las actividades de terreno se realizaron en las siguientes fechas:

- Otoño 2015: 15 y 17 de Junio del 2015.
- Invierno 2015: 01 y 03 de Septiembre del 2015.
- Primavera 2015: 09 y 11 Diciembre del 2015.
- Verano 2016: 29 Febrero y 03 Marzo del 2016.

4.4 Sistematización de la Información

Acorde con el desarrollo de la COT con propósitos de monitoreo para la zona de la vega, se sistematizó la información de acuerdo con los siguientes parámetros: formación vegetal, especies dominantes y grado de artificialización.

4.4.1 Formación Vegetal

La formación vegetal corresponde a aquel conjunto de plantas, pertenecientes o no a la misma especie, que presentan caracteres convergentes tanto en su forma como en su comportamiento (Etienne y Prado, 1982).

⁴ Corresponde, en este caso, a una capa de origen vectorial que permite, a través de la creación de polígonos geométricos, segregar y delimitar el área de estudio en base a las características de grano y estructura digital de la vegetación. En esta oportunidad el elemento segregado –área de estudio- corresponde a las unidades vegetacionales azonales de la vega Sapunta, circunscritas dentro de esta mascara.

De acuerdo a esto, se constituyó un enfoque fisonómico, basado en los conceptos de estratificación y cobertura que permitieron dar una imagen de la disposición vertical y horizontal de la vegetación *in situ*, pudiendo ser clasificada en cuatro tipos biológicos fundamentales:

- Herbáceos: son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas).
- Leñosos Bajos (arbustivos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos, cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura.
- Leñosos Altos (arbóreos): son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- Suculentos (cactáceas y bromeliáceas): bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y bromeliáceas.

El concepto de estratificación, por su parte, se refiere a la disposición vertical de la vegetación, es decir, constituye un perfil o corte vertical en la comunidad, permitiendo distinguir y clasificar los diversos niveles de altura en los cuales se sitúan los tipos biológicos (Etienne y Prado, 1982). Con respecto a la representación en la COT la estratificación está dada por tipos biológicos presentes en la comunidad (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Categorías de estratificación para los diferentes tipos biológicos.

Tipo Biológico	Estrato (metros)
Tipo Arbóreo (Leñoso Alto)	2 – 4
	4 – 8
	8 – 16
	16 – 32
	Más de 32
Tipo Arbustivo (Leñoso Bajo)	0 – 0,25
	0,25 – 0,5
	0,5 – 1
	1 – 2
Tipo Herbáceo	0 – 0,25
	0,25 – 0,5
	0,5 – 1
	1 – 2
	Más de 2

Respecto de la cobertura o recubrimiento, y para efectos de este programa de monitoreo -de manera que sea objetivamente desarrollado en adelante- las categorías de recubrimiento de las especies de plantas de vegetación azonal usados en este estudio, se muestran en la **Tabla 2**.

Subyace la idea de que las categorías de cubrimiento (cobertura) por debajo del 50% resultan particularmente sensibles a variaciones naturales interanuales, y por ello no resultan apropiadas como indicadores de cambios derivados de eventuales efectos de la extracción de agua de Pampa Puno.

Tabla 2. Categorías de recubrimiento de los diferentes tipos biológicos. Fuente: Etienne y Prado (1982).

Índice	Cobertura (%)	Densidad
1	1 – 5	Muy escasa
2	5 – 10	Escasa
3	10 – 25	Muy clara
4	25 – 50	Clara
5	50 – 75	Poco densa
6	75 – 90	Densa
7	90 – 100	Muy densa

4.4.2 Especies Dominantes

Las especies dominantes corresponden a aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisonómicamente la vegetación, determinándose en base a los tipos biológicos de mayor representatividad en cada uso del suelo.

4.4.3 Grado de Artificialización

Este concepto, se refiere al índice que representa el grado de alteración de la vegetación, principalmente por actividades derivadas del manejo humano.

4.4.4 Análisis Global

Posteriormente, se realizó el análisis la vegetación respecto de las clasificaciones de la vegetación de Chile más utilizadas en el país (Gajardo, 1994; Luebert y Pliscoff, 2006).

Se analizó además el estado de conservación de las especie según lo indicado en los procesos de clasificación de especies vigentes (MINSEGPRES 2007, 2008a, 2008b, 2009; MMA 2011a, 2011b, 2011c, 2012, 2013, 2014 y 2015) y de acuerdo con el Libro Rojo de la Flora Vascular de Chile (Benoit, 1989), así como su endemismo a nivel nacional según la base de datos del Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur del Instituto de Botánica Darwinion.

4.4.5 Bondades del Método

De acuerdo con lo indicado por Etienne y Contreras (1981); Etienne y Prado (1982) y CONAMA (1996), el nivel de profundidad de este método estará determinado por la escala de trabajo. Al respecto, y de acuerdo con el uso de imágenes QuickBird, GeoEye y World View II como soporte de este método, se tiene que la mayor escala llega a 1:500. De este modo, se tiene entonces que la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) es de 25 m², lo cual representa un polígono igual a 5 x 5 metros (Salitchev, 1979).

5 RESULTADOS

Producto de las 38 campañas de muestreo -desde Invierno de 1998 a Verano del 2016- se han identificado y caracterizado tres macro unidades o formaciones vegetacionales dominantes, de las cuales dos de ellas (vega y pajonal) se encuentran asociadas a la vegetación del tipo azonal (*sensu stricto*), mientras que la última corresponde a un matorral bajo asociado a una macro unidad de vegetación zonal (**Figura 2**).

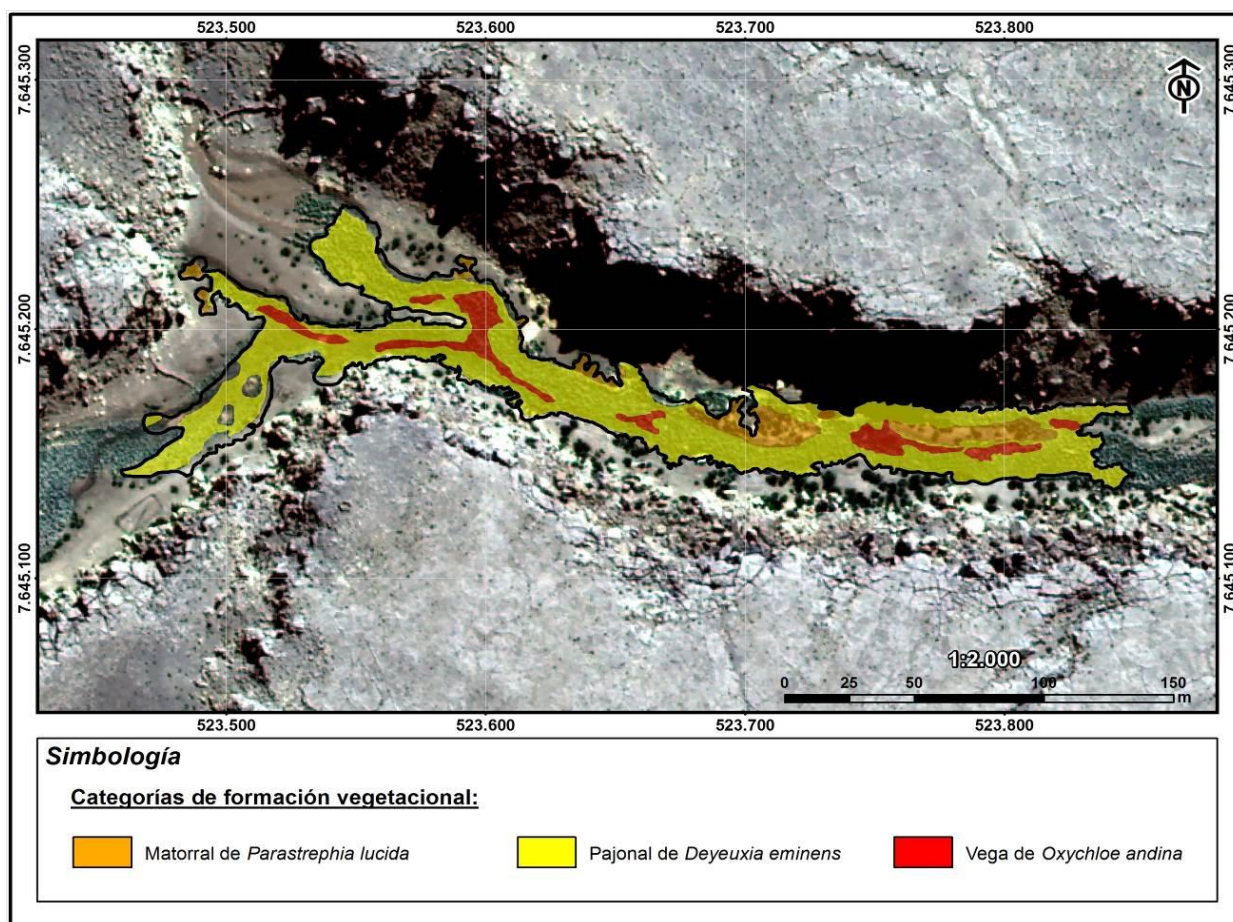


Figura 2. Formaciones vegetacionales descritas mediante la metodología de COT en el sector de la Vega de Sapunta (mascara límite en negro).

Específicamente, la vega de Sapunta se caracteriza por presentar tres unidades bien definidas, las que corresponden a una vega de *Oxychloe andina*, un pajonal de *Deyeuxia eminens* y un matorral de *Parastrephia lucida* (**Fotografía 2**). De las cuales, sólo las comunidades de pajonal de *Deyeuxia eminens* y vega de *Oxychloe andina*, corresponde a vegetación del tipo azonal, las que se encuentran en estrecha relación con el contenido de agua del suelo.



Fotografía 2. Vista general de las comunidades vegetales azonales presentes en el área de estudio.

En cuanto a su composición, la vegas se encuentran compuestas principalmente por especies altamente hidrófilas tales como *Oxychloe andina* y *Lobelia oligophylla*, mientras que la comunidad de pajonal, se caracteriza por ser un pajonal hídrico dominado por *Deyeuxia eminens*, el cual se posiciona de forma perimetral a las vegas, principalmente en aquellas áreas donde el contenido hídrico del sustrato es menor al presente en las vegas.

Adicionalmente, se registró la presencia de un matorral de *Parastrephia lucida*, el cual se caracteriza por presentar una menor dependencia a suelos saturados, encontrándose inserto de esta forma dentro del mosaico vegetacional de vega Sapunta, conformando pequeñas “islas” de vegetación zonal en aquellas áreas donde, para este caso particular, el microrelieve presenta un nivel de sustrato superior al del resto de la unidad azonal (**Fotografía 3**).



Fotografía 3. Detalle de la incursión de especies propias de la vegetación del tipo zonal (matorral de *Parastrephia lucida*) formando pequeñas “islas” en sectores donde el suelo (sustrato) alcanza una cota mayor que la de su entorno.

La formación de estas islas de vegetación zonal, se genera a partir de la sedimentación derivada de los procesos de erosión/depositación sobre la Quebrada de Vega Sapunta, lo cual disminuye la disponibilidad hídrica del sustrato, a tal punto, que estaría restringiendo de esta forma el crecimiento de vegetación hidrófila (azonal), lo cual a su vez, favorece el reclutamiento de especies más xerófitas como *Parastrephia lucida*.

Al respecto, en la **Tabla 3** y **Figura 3** se detallan tanto las superficies como la disposición espacial de las formaciones vegetacionales dentro del área de estudio.

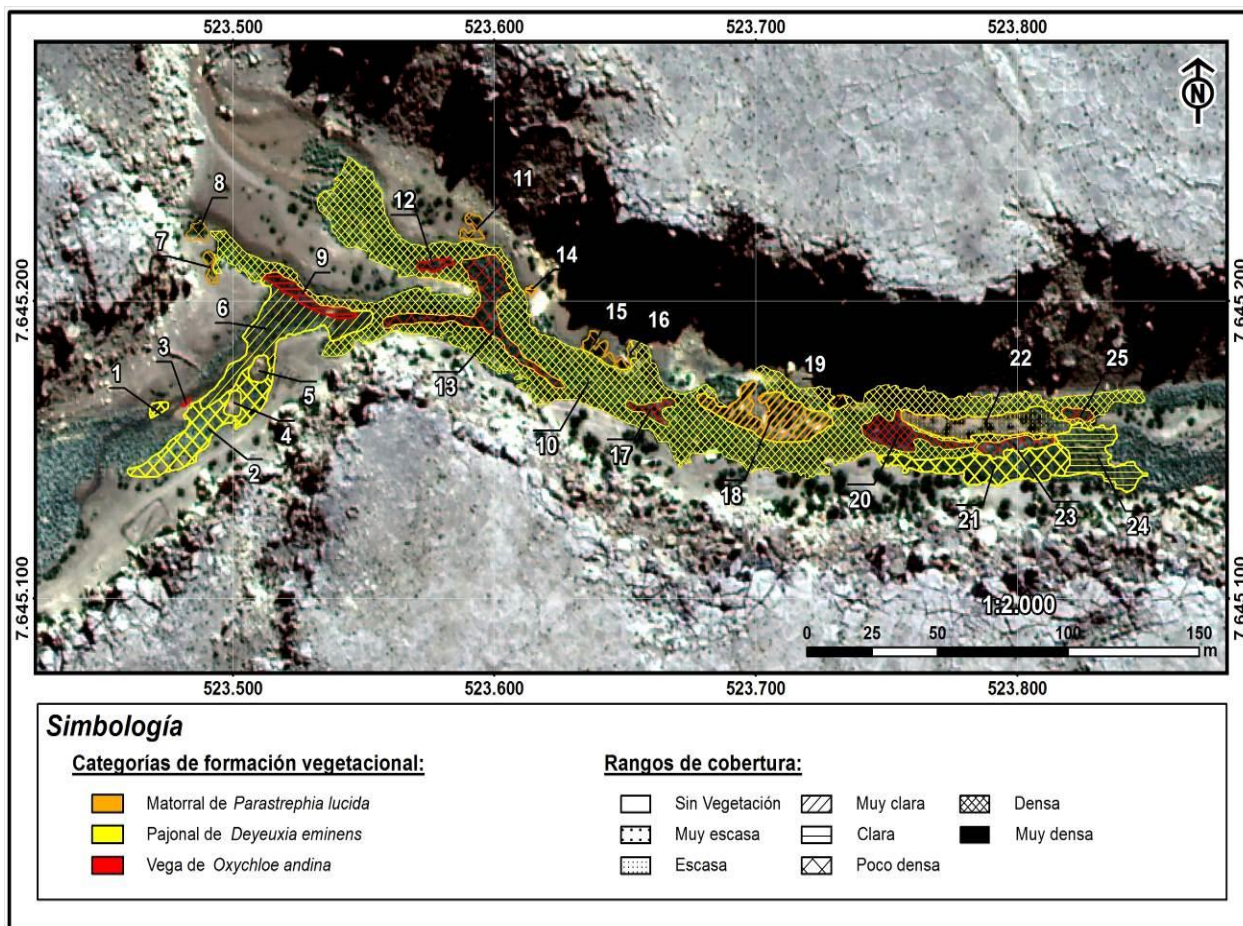


Figura 3. Formaciones vegetacionales descritas mediante la metodología de COT en el sector de la Vega de Sapunta (verano 2016).

Tabla 3. Detalle de unidades descritas en la metodología de COT en el sector de la Vega de Sapunta (*de*: *Deyeuxia eminens*; *oa*: *Oxychloe andina*; *Pl*: *Parastrephia lucida*; *lo*: *Lobelia oligophylla*; *ar*: *Arenaria rivularis*; *sd*: Suelo descubierto).

Nº	Especie dominante	Área (ha)	Nº	Especie dominante	Área (ha)
1	<i>de</i>	0,0024	14	<i>Pl de</i>	0,0008
2	<i>de</i>	0,0532	15	<i>Pl de</i>	0,0077
3	<i>ar</i>	0,0004	16	<i>Pl de</i>	0,0013
4	<i>sd</i>	0,0044	17	<i>oa de</i>	0,0082
5	<i>sd</i>	0,0056	18	<i>Pl de</i>	0,0474
6	<i>de</i>	0,0620	19	<i>Pl de</i>	0,0023
7	<i>Pl de</i>	0,0032	20	<i>oa</i>	0,0246
8	<i>Pl de</i>	0,0043	21	<i>de</i>	0,0539
9	<i>de lo oa</i>	0,0131	22	<i>Pl de</i>	0,0421
10	<i>de</i>	0,5459	23	<i>oa de</i>	0,0117
11	<i>Pl</i>	0,0047	24	<i>de</i>	0,0371
12	<i>de oa lo</i>	0,0038	25	<i>oa de</i>	0,0040
13	<i>de oa</i>	0,0469			
Total (sólo vegetación) = 0,98					
Total (sólo azonal) = 0,87					

5.1.1 Vega

Esta unidad presenta un dominio de especies altamente hidrófilas como *Oxychloe andina* acompañadas esporádicamente por individuos de *Lobelia oligophylla*, *Arenaria rivularis* y *Ranunculus aff. Cimbalaria*, las cuales se caracterizan por un crecimiento en forma de cojín semigloboso, conformando cuerpos compactos (**Fotografía 4**). El sustrato en el que se sustenta esta formación, se caracteriza por estar permanentemente a capacidad de campo o sobresaturado de agua.



Fotografía 4. Formación de vega dominada por *Oxychloe andina* rodeada por un pajonal hídrico de *Deyeuxia eminens*.

En la unidad de vega se reconocen dos subunidades, la primera de ellas asociada a una vega densa (75-90%) y la otra correspondiente a una vega muy clara (10-25%), ambas dominadas por *Oxychloe andina* acompañadas esporádicamente por individuos de *Lobelia oligophylla*, *Arenaria rivularis* y *Philloscirpus acaulis*.

Su distribución espacial tiende a ser discreta, formando pequeños parches bien definidos, asociados a aquellos sectores donde el sustrato se encuentra permanentemente en capacidad de campo o sobresaturado, los cuales se insertan dentro de una matriz de pajonal de *Deyeuxia eminens* (**Fotografía 5**).



Fotografía 5. Transición entre la vega *Oxychloe andina* y pajonal de *Deyeuxia eminens*.

En cuanto a su estructura, se observó un gradiente radial en las vegas, las cuales presentaron en su parte central un mayor desarrollo, respecto de la observada en porción más periférica de la formación, la que tiende a encontrarse más seca y por consiguiente su cobertura es más clara (10-25%).

5.1.2 Pajonal Hídrico

Esta unidad se caracteriza por presentar un dominio en la cobertura vegetal del sistema azonal (ver **Fotografía 6**), caracterizándose por una menor dependencia de suelos saturados que las vegas, por tanto se posiciona en una posición más distal en el sistema azonal, rodeando los sectores con mayor saturación hídrica. Por esta razón se puede apreciar en gran parte del área de estudio, dominando casi completamente el fondo de quebrada.



Fotografía 6. Pajonal hídrico monoespecífico de *Deyeuxia eminens*.

El pajonal se caracteriza por ser monoespecífico dominado por una estrata herbácea de *Deyeuxia eminens*, cuya altura varía entre los 0,5 a 1,5 metros, y una cobertura que fluctúa de escasa (5-10%) a densas (75-90%), dependiendo directamente de la disponibilidad de agua en el suelo y el grado de presión por herbivoría que presenten los individuos.

5.2 Análisis Florístico

Se registró una riqueza de diez especies de flora vascular, de las cuales nueve son herbáceas y una corresponde a un arbusto (**Tabla 4**). Respecto de las especies estrictamente hidrófilas -que conforman la vegetación azonal- registradas en la Vega de Sapunta, se contabilizó una riqueza de seis especies, de las cuales todas son herbáceas.

Tabla 4. Listado histórico de especies de Flora vascular identificadas en el área de estudio, dando énfasis en la vegetación azonal.

Nombre Científico	Familia	Nombre Común	Forma de Crecimiento
<i>Deyeuxia eminens</i>	Gramineae	Sora	Hierba perenne
<i>Astragalus arequipensis</i>	Fabaceae	-	Hierba perenne
<i>Lobelia oligophylla</i>	Cyperaceae	-	Hierba perenne
<i>Oxychloe andina</i>	Juncaceae	Pak'o	Hierba perenne
<i>Parastrephia lucida</i>	Asteraceae	Pulika	Arbusto
<i>Caioophora rosulata</i>	Loasaceae	-	Hierba perenne
<i>Senecio aff. Volekmannii</i>	Asteraceae	-	Hierba perenne
<i>Arenaria rivularis</i>	Caryophyllaceae		Hierba perenne
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Cyperaceae		Hierba Perenne
<i>Ranunculus aff. cymbalaria</i>	Ranunculaceae	Oreja de gato	Hierba Perenne

Si bien la riqueza de especies fue de diez taxa, se registró la presencia de cuatro especies propias de la vegetación zonal (*Parastrephia lucida* y *Astragalus arequipensis*, *Caioophora rosulata* y *Senecio aff. Volekmannii*), las cuales producto de la dinámica de expansión y contracción natural del sistema vegetacional a lo largo del tiempo, han ido colonizando espacios propios de la vegetación azonal, generando una suerte de islas de vegetación zonal.

Tabla 5. Listado de especies, indicando la categoría de conservación, con énfasis en la vegetación azonal.

Nombre Científico	Origen	Categoría de Conservación (1) (2)
<i>Deyeuxia eminens</i>	Nativa	No Indicado
<i>Astragalus arequipensis</i>	Nativa	No Indicado
<i>Lobelia oligophylla</i>	Nativa	No Indicado
<i>Oxychloe andina</i>	Nativa	No Indicado
<i>Parastrephia lucida</i>	Nativa	No Indicado
<i>Caioophora rosulata</i>	Nativa	No Indicado
<i>Senecio aff. Volekmannii</i>	Nativa	No Indicado
<i>Arenaria rivularis.</i>	Nativa	No Indicado
<i>Phylloscirpus acaulis</i>	Nativa	No Indicado
<i>Ranunculus aff. cymbalaria</i>	Nativa	No Indicado

(1)= Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989); (2)= MINSEGPRES 2007, 2008a, 2008b, 2009; MMA 2011a, 2011b, 2011c, 2012, 2013, 2014 y 2015.

En cuanto a su origen fitogeográfico, se destaca que todas las taxa de flora vascular registradas en el sector de Vega Sapunta son nativas de Chile (autóctonas), sin embargo, ninguna es endémica. En este contexto, ninguna especie se encuentra catalogada en alguna categoría de conservación (**Tabla 5**).

6 DISCUSIONES

A continuación se presentan los principales análisis del presente informe:

6.1 Análisis en Función de la COT de Referencia (Otoño 2012- Verano 2013)

Considerando que el proyecto comenzó su etapa de construcción año 2011⁽⁵⁾, y su proceso de prebombeo en el año 2013, se tiene que esta COT construida con los datos de las estaciones climáticas de Otoño del 2015-Verano del 2016 (presente informe), corresponde a la tercera comparación respecto de la COT de referencia (Otoño del 2012 y el Verano del 2013), entregada a la Superintendencia de Medio Ambiente el 26 de abril del 2013.

⁵ Carta VCP-GP-MMH-3504/2011 avisando al Director Ejecutivo del SEA, el inicio de la etapa de Construcción del Proyecto.

En este contexto y conforme a la RCA del Proyecto “Suministro, Construcción y Operación Aducción de Agua Pampa Puno”, la constatación de la eventual afectación del proyecto hacia la Vega de Sapunta se hará mediante la comparación a través de una COT construida en la etapa de operación del proyecto, respecto de la COT de referencia, elaborada en la etapa de construcción (COT Otoño 2012-Verano 2013).

La COT de referencia del proyecto (etapa de construcción), construida con las estaciones climáticas de Otoño del 2012 y el Verano del 2013, concluyó que la superficie de la vegetación hidrófila de la Vega correspondía –en dicha fecha- a 0,91 ha. A continuación se presenta la **Tabla 6** con las superficies reportadas a la fecha.

Tabla 6. Resumen valores de superficie de vegetación hidrófila medida mediante COT en la Vega de Sapunta: Fase de construcción y operación (2012-2016).

Período	Fase Proyecto	Superficie (ha)
Otoño 2012-Verano 2013	Construcción	0,91
Otoño 2013-Verano 2014	Operación	1,03
Otoño 2014-Verano 2015	Operación	0,92
Otoño 2015-Verano 2016	Operación	0,87

De acuerdo con la tabla anterior, el presente estudio de COT de la vegetación azonal (período de bombeo: Otoño 2015-Verano 2016), en el sector de vega de Sapunta, reporta una superficie de 0,87 ha.

7 CONCLUSIONES

Conforme a lo registrado en los monitoreos realizados desde la COT de referencia, se registró una cobertura vegetal promedio de los monitoreos de 0,93 ha, lo cual se encuentra por sobre el valor establecido en la COT de referencia (0,91 ha), presentando sólo pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo ($DE=0,07$), siendo las más notorias la registrada en la COT Otoño 2013-Verano 2014, la que presentó una superficie de 1,03 ha y la registrada en la presente campaña de monitoreo (0,87 ha).

8 BIBLIOGRAFÍA

- ACEITUNO, P. y MONTECINOS, V. (1992). Análisis de la estabilidad de la relación entre la oscilación del Sur y la precipitación en América del Sur. Paleo ENSO Records Internacional Symposium, Lima, Perú. 7-13.
- AHUMADA, M. AGUIRRE, F. CONTRERAS, M. y FIGUEROA, A. (2011). Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos. Ministerio del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero Dirección General de Aguas.
- AHUMADA, M. y FAÚNDEZ, L. (2010). Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero.

- Santiago. 118 p.
- BENOIT, I. (ed.) (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.
- CABRERA, A. y WILLINK, A. (1973). Biogeografía de América Latina. Monografía 13. Serie de Biología. (2nd Revised ed 1980). Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, DC.
- CONAF (2014). Guía de evaluación ambiental: Criterios para la evaluación de proyectos sometidos al SEIA. Santiago. 92 p.
- CONAMA (1996). Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 242 p.
- CONAMA (2008). Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos, Segunda edición, Ocho libros editores, Santiago, Chile, 640 p.
- CAPEL, J. (1999). El fenómeno ENSO (El niño/oscilación del Sur) en 1997-1998. Alteraciones climáticas inducidas en el mundo. Facultad de Humanidades, Universidad de Almería, España. NIMBUS. Nº 3. 37- 62 pp.
- DMC (2010). Anuario Meteorológico de Chile. Dirección de Meteorología de Chile. Subdepartamento de Climatología y Meteorología Aplicada, 223 p.
- ETIENNE, M. y CONTRERAS, D. (1981). Cartografía de la Vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. Téc. Nº46. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Chile 27 p. 10 cartas
- ETIENNE, M. y PRADO, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Ciencias Agrícolas N º 10, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Cartografía. 115 pp.
- GAJARDO, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 p.
- GARREAUD, R. y ACEITUNO, P. (2001). Interannual rainfall variability over the South American Altiplano. Journal of Climate 14. 2779 -2789 pp.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316 p.
- MARTICORENA, C. y QUEZADA, M. (1985). Catálogo de la Flora Vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2).
- MARTÍNEZ, R., RUIZ, D., ANDRADE, M., BLACUTT, L., PABÓN, D., JAIMES, E., LEON, G., VILLACIS, M., QUINTANA, J., MONTEALEGRE, C. y EUSCÁTEGUI, C. (2012). Síntesis del clima de los Andes Tropicales. Inter-American Institute for Global Change Research. Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Capítulo 6. 117-130 pp.
- MINSEGPRES (2007). Decreto Supremo Nº151, Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MINSEGPRES (2008a). Decreto Supremo Nº50, Aprueba y Oficializa Segunda Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio

Ambiente.

- MINSEGPRES (2008b). Decreto Supremo N°51, Aprueba y Oficializa Tercera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MINSEGPRES (2009). Decreto Supremo N°23, Aprueba y Oficializa Cuarta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MORRONE, J. (2001). Biogeografía de América Latina y el Caribe. Manuales y Tesis SEA 3, Zaragoza, España. 148 p.
- MMA (2011a). Decreto Supremo N° 33, Aprueba y Oficializa Quinta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2011b). Decreto Supremo N° 41, Aprueba y Oficializa Sexta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2011c). Decreto Supremo N° 42, Aprueba y Oficializa Séptima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2012). Decreto Supremo N° 19, Aprueba y Oficializa Octava Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2013). Decreto Supremo N° 13, Aprueba y Oficializa Novena Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2014). Decreto Supremo N° 52, Aprueba y Oficializa Décima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2015). Decreto Supremo N° 38, Aprueba y Oficializa Undécima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- SAG (2010). Guía de evaluación ambiental: Vegetación y Flora Silvestre. Santiago. 23 p.
- SALITCHEV, K. (1979). Cartografía. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.