



**CARACTERIZACIÓN BASE DE VEGAS Y
BOFEDALES ALTOANDINOS PARA UNA GESTIÓN
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.
PRIMERA PARTE: REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

INNOVA CHILE

Subdirección de Innovación de Interés Público e Innovación
Precompetitiva

INFORME FINAL

NOVIEMBRE 2010



CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
3. ÁREA DE ESTUDIO.....	8
4. METODOLOGÍA GENERAL DEL PROYECTO.....	10
4.1 Metodologías Específicas.....	11
4.1.1 Recopilación, análisis y sistematización de información.....	11
4.1.2 Identificación y Clasificación Vegas y Bofedales Área de Estudio.....	12
4.1.3 Levantamiento de información de terreno	13
4.1.4 Interrelaciones entre los ecosistemas de los humedales y las actividades mineras y productivas.....	16
4.1.5 Análisis de Cambios Multitemporales	18
4.1.6 Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	19
5. RESULTADOS RELEVANTES.....	21
5.1 Delimitación Área de Estudio.....	21
5.2 Identificación de Humedales Área de Estudio	26
5.2.1 Cartografía de Vegas y bofedales	38
5.2.2 Cartografía de Humedales (Superficie)	43
5.3.1 Selección de Humedales Muestras	45
5.3.2 Cartografía base, DEM y material de terreno	48
5.3.3 Levantamiento de información Espacial (cartográficas).....	50
5.3.4 Levantamiento de información de variable Flora y Vegetación.....	52
5.3.5 Levantamiento de información de variable Fauna	62
5.3.6 Levantamiento de información de variable suelos	72
5.3.7 Levantamiento de información de variable Pueblos Originarios	77
5.4 Estudio de las variaciones estacionales y multitemporales de los humedales	84
5.5. Colección de Humedales- Biblioteca Digital	89
5.6 Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	94
5.6.1 Diseño conceptual del SITHA.....	94

5.6.2 Diseño e Implementación de la Interfaz de Consulta	95
5.7 Coberturas Temáticas y su visualización.....	100
6. Establecimiento de las relaciones entre los humedales y las actividades mineras y productivas del área de estudio.....	102
6.1 Actividades mineras y productivas del área de estudio.....	102
6.2 Análisis de la Condición de Humedales Muestra.....	106
6.3 Amenaza Global de Humedales	108

1. INTRODUCCIÓN

Las vegas y bofedales altoandinos son ecosistemas caracterizados por una condición hídrica de saturación permanente, presentando una gran diversidad biológica respecto del entorno, con un mayor número de especies vegetales y de fauna, propias de estos ecosistemas, los cuales corresponden a zonas de forraje y abrevadero de valiosas especies amenazadas en su conservación (vicuña, guanaco, llama y alpaca entre otros). Estos ecosistemas tienen además, una importancia social cultural, ambiental y económica, ya que constituyen el sustento para las comunidades altiplánicas aymará, quechua y atacameña, pueblos originarios del norte grande de Chile debido a que han proporcionado por miles de años agua y vegetación para sus animales, de los cuales constituyen su fuente nutricional. En la actualidad corresponden a ecosistemas únicos, los cuales deben ser estudiados en profundidad con el fin de reconocer la compleja interacción de sus componentes básicos como la tierra, el agua los animales y las plantas.

La importancia genérica de los humedales como ecosistemas de importancia internacional ha sido recogida desde hace mucho por la comunidad de naciones en lo que se denomina “Convención relativa a los Humedales de importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” conocida como Convención de Ramsar, que fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Chile adhirió a esta Convención, materia que fue aprobada como Ley de la República en septiembre de 1980 y promulgada como tal, a través del DS N° 771 de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

La ecorregión denominada Puna Árida de los Andes Centrales es compartida por Argentina, Bolivia, Chile y Perú. En esta región los humedales son considerados ecosistemas estratégicos, tanto por su rica diversidad biológica como por los servicios ambientales que prestan, pero su conservación y manejo sustentable es urgente debido a su vulnerabilidad y a la limitada disposición del recurso agua (Dinerstein et al., 1992, Olson et al., 1998). Por ello, la 8ª Reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención de Ramsar, celebrada en Valencia, España, en noviembre del 2002, adoptó una resolución específica sobre los humedales altoandinos designándolos como ecosistemas estratégicos, que requieren del establecimiento de programas de trabajo, y una estrategia conjunta para su conservación y uso sostenible, incentivando la implementación de actividades entre los países y el desarrollo de mecanismos para planificación y manejo del uso prudente del agua en toda la región (www.ramsar.org, Torres-Mura, 2003). Además, solicita a las Partes que recuperen, evalúen y documenten toda práctica ancestral de las poblaciones indígenas que sean compatibles con el medio ambiente, y las insta a identificar más humedales altoandinos para su inclusión en la Lista Ramsar.

Con posterioridad, en diciembre del año 2005, y con el objetivo de concretar acciones específicas el Consejo de Ministros de la CONAMA aprobó la “Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de Humedales en Chile” que corresponde a una “estrategia diseñada para abordar de manera concertada, adecuada y eficiente la

protección efectiva de sus espacios húmedos. También busca promover el manejo integrado de cuencas hidrográficas y bahías, para alcanzar los objetivos de calidad ambiental definidos a través de planes de descontaminación y/o prevención en el medio hídrico”¹. El objetivo de la Estrategia es “Promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable”

En particular, el punto 2.7 de la Estrategia señala textual: “la necesidad del desarrollo de un sistema nacional de información sobre humedales” lo que justifica que “Una de las situaciones que dificulta la conservación de los humedales es la necesidad de contar con información técnica y científica permanente y actualizada, disponible tanto para los investigadores, como para planificadores y tomadores de decisión. En muchos casos, existe falta de difusión de resultados de investigaciones, dispersión de la información y duplicidad de esfuerzos en la conducción de distintos estudios. El contar con un Sistema Nacional de Información sobre Humedales servirá de apoyo a los organismos encargados de la planificación, asegurando la ejecución de actividades eficaces, eficientes y oportunas, orientadas a la protección y uso sostenible de los humedales en los programas de desarrollo”².

En la actualidad los humedales altoandinos corresponden a ecosistemas únicos, los cuales deben ser estudiados en profundidad con el fin de reconocer la compleja interacción de sus componentes básicos como la tierra, el agua los animales y las plantas. En este contexto, se realizó el proyecto “Caracterización Base de Vegas y Bofedales Alto Andinos para una gestión sostenible de los Recursos Hídricos” ejecutado por CIREN y financiado por INNOVA Chile de CORFO, contando con la participación de la Dirección General de Aguas DGA y la Comisión Nacional Indígena CONADI.

El proyecto original estuvo orientado a integrar las investigaciones ya realizadas por la DGA, así como también, estudios realizados por las empresas mineras disponibles en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de tal forma de generar un sistema de información y un servicio inexistente en la actualidad.

El presente documento corresponde al Informe Final del Proyecto, en el cual, se da cuenta de los objetivos generales y específicos del proyecto, metodología utilizada y resultados obtenidos a Octubre del 2010.

¹ <http://www.sinia.cl/1292/article-35208.html>.

² Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile.

EQUIPO TÉCNICO

El equipo técnico que participó en el desarrollo del proyecto fue el siguiente:

Profesionales CIREN

- Jose Luis Gomez, Ingeniero Civil, Director del Proyecto
- Marion Espinosa, Ing. Agrónomo, Ms. Ing. y Gestión Ambiental, Directora Alternativa
- Ana María Bustamante, Ingeniero Civil
- Pedro Lira, Geógrafo
- Roberto Castro, Ingeniero Forestal, Master en Ingeniería y Gestión Ambiental
- Claudia Gonzalez, Ingeniero Medio Ambiental
- Paz María Vargas, Cartógrafo
- Gabriel Ortiz, Cartógrafo
- Verónica Poblete, Bibliotecaria Documentalista
- Alberto Peña, Ingeniero en Computación
- Jacob Silva, Programador
- Paula Irureta, Relaciones Publicas
- Leonor Villablanca, Ejecutiva Financiera

Consultores Externos

- Humberto Peña, Ingeniero Civil, Asesor
- Gerardo Diaz del Río, Hidrogeólogo
- Juan Carlos Torres Mura, Biólogo Experto en Fauna
- Gonzalo Gonzalez, Biólogo Experto en Aves
- Luis Faundez, Ing. Agrónomo Experto en Flora y Vegetación
- Víctor Alfaro, Ing. Agrónomo Experto en Flora y Vegetación
- Rodolfo Freres, Ing. Agrónomo Especialista en Suelos
- Joan Peña, Bibliotecario Documentalista
- Marjorie Diaz, Recopilación Información en terreno
- Diseño y Programación Web: Rodrigo Jimenez / Hernán Roa
- Colección Digital : Felipe Vera/ Raúl Barrera (Prodigio Consultores)

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General del Proyecto.

Generar un Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA) de la región de Antofagasta, constituido por variables ambientales y propias así como de la dinámica de ellos, con la finalidad de apoyar una gestión sostenible y sustentable de estos ecosistemas, además de establecer las relaciones de ellos con las actividades mineras y productivas en el área de estudio.

Objetivos Específicos

1. Recopilar y sistematizar la información de humedales altoandinos existente en la II región, área de estudio, especialmente la proveniente de DIAs y EIAs de bofedales y vegas de altura.
2. Releva las variables ambientales y propias de los humedales y la dinámica de estos, así como de las microcuencas relacionadas, tomando como base el catastro de bofedales de la DGA.
3. Generar un Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).
4. Establecer las relaciones de sustentabilidad de los humedales con las actividades mineras y productivas del área de estudio.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se inserta en el altiplano chileno de la II Región de Antofagasta, ocupando una superficie aproximada de 4.951.800 has. en un rango de altitud entre 2.000 m.s.n.m a la altura del Salar de Atacama y sobre los 4.500 m.s.n.m en las fronteras con Bolivia y Argentina. El área incluye 26 sub-subcuencas hidrológicas, áreas silvestres protegidas y reservas existentes en esa zona alto andina. Es importante señalar que más del 80% de la superficie corresponde a áreas de desarrollo indígena, ADIS, o territorios de las comunidades indígenas.

Para la delimitación del área de estudio se trabajó con cartografía topográfica y de hidrografía a escala 1: 50.000, imágenes satelitales recientes, catastros de la DGA y la división política administrativa, generándose una cartografía con los límites ajustados, según criterio de cuencas. De esta forma, el área de estudio se inserta en el altiplano chileno de la II Región de Antofagasta, cuyos límites son los siguientes: la región de Tarapacá por el Norte, el altiplano Boliviano y Argentino por el Este, la región de Atacama por el Sur, y los límites de las cuencas hidrográficas 025 Salar de Atacama y 026 Endorreicas entre Salar de Atacama y Vertiente Pacífico, y las subcuencas 0210 Río Loa y parte de la 0211 por el poniente, de acuerdo a los códigos de cuencas de la DGA (Figura 1).

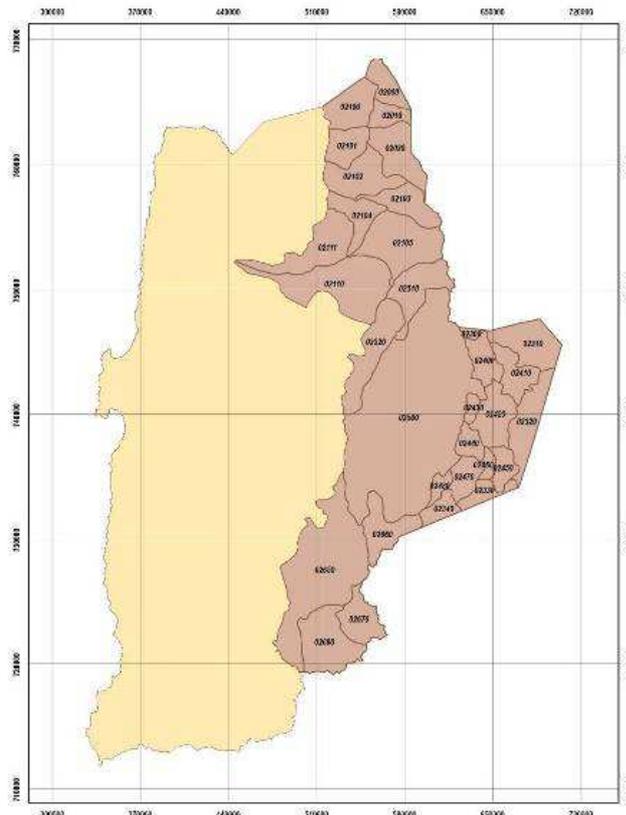


Figura 1. Área de estudio

Las comunas presentes en el área y que presentan las mayores superficies corresponden a San Pedro de Atacama, Calama y Antofagasta respectivamente, tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Superficie comunal en el área de estudio.

COMUNA	Superficie (ha.)
Antofagasta	1,056,180.79
Calama	1,206,805.40
Maria Elena	42,111.63
Ollague	285,065.15
San Pedro de Atacama	2,358,494.52
TOTAL	4,948,657.49

4. METODOLOGÍA GENERAL DEL PROYECTO

La metodología desarrollada para alcanzar el logro del objetivo general y los específicos, se basó en técnicas de recopilación y almacenamiento de datos obtenidos de fuentes secundarias, de datos satelitales espectrales de alta y mediana resolución espacial (LANDSAT TM, ASTER y Quickbird) y de datos primarios que fueron levantados en terreno. La información recopilada se sistematizó y se construyeron bases de datos según temas o variables los que fueron sistematizados en un SIG y en una colección digital de humedales, en el caso de información documental (papers, informes, estudios de impacto ambiental). A partir de esta información se establecieron las relaciones entre las actividades productivas y los humedales definiéndose las principales amenazas que presentan los humedales en el área de estudio. Finalmente, se construyó un visualizador de mapas, que junto a la colección de humedales integran la interfase web del Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos – SITHA. La secuencia metodológica se presenta en la figura 2.

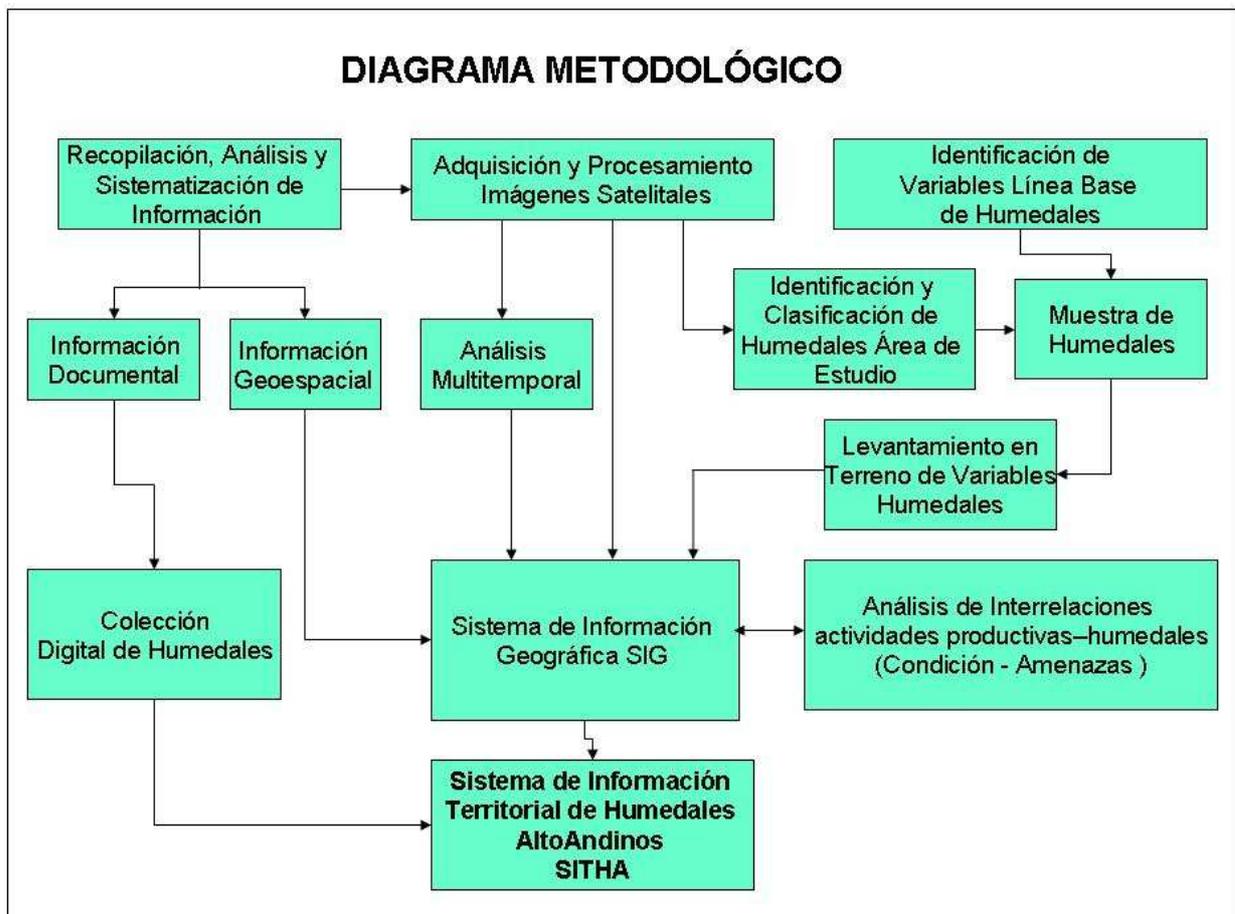


Figura 2. Diagrama Metodológico

Finalmente, la metodología consideró la preparación del Manual del Operador del sistema SITHA y el Manual de Usuario de dicho sistema y el registro de propiedad intelectual del sistema.

4.1 Metodologías Específicas

4.1.1 Recopilación, análisis y sistematización de información

En un primer paso se realizó la recopilación, análisis y sistematización de información del área de estudio, relacionada a las temáticas que aborda el proyecto, tales como: flora, vegetación, fauna, biodiversidad, geomorfología, hidrología, inventarios de humedales existentes, uso de suelos, antecedentes de las comunidades indígenas, estudios de impacto ambiental, etc., tanto información geoespacial elaborada en las diversas organizaciones (bases de datos gráficas y descriptivas, data satelital) como documental.

Para esto se revisaron las fuentes de datos existentes en las distintas instituciones relacionadas con el tema, entre ellas los estudios realizados por CONADI, CONAMA, SAG, DGA, CNR, CONAF y Universidad Católica del Norte, estudios de evaluación de impactos ambientales (EIA), declaraciones de impacto ambiental (DIA) y Expedientes de Solicitudes de Derechos de Aguas de la DGA.

La información se recopiló tanto directamente en la Región de Antofagasta (Antofagasta, Calama), como en Santiago vía Internet, luego fue recepcionada en CIREN en el área Gestión documental para su procesamiento, se respaldaron en un servidor o repositorio los que luego se transformaron y/o editaron a formatos digitales, se analizaron e incorporaron en base de datos de metadata, los que fueron incorporados en una Colección de Humedal, creada en el marco del proyecto, en la Biblioteca Digital de CIREN.

Por otra parte, se recopiló información georeferenciada, base y temática existente en CIREN, tales como cartas topográficas a escala 1:50.000 del IGM (curvas de nivel, hidrografía, toponimia, localidades pobladas), cartografía de suelo, erosión, geología, clima, vegetación y uso actual de suelos, geomorfología y otros), información entregada por instituciones asociadas al proyecto como DGA y CONADI, entre ellas los límites de acuíferos, cartografía de cuencas y subcuencas, comunidades indígenas, la que se estructuraron en bases de datos alfanuméricas y espaciales, se almacenaron, compilaron (homogenización de campos), y sistematizaron según temas y variables en un Sistema de Información Geográfica utilizando el software ArcGis.

Los datos geodésicos utilizados para el SIG del proyecto corresponden a: Datum WGS-84 (SIRGAS Chile) y los datos cartográficos elegidos fueron: Proyección Universal Transversal de Mercator con coordenadas referidas al Huso 19s, por lo tanto, la

información obtenida se reproyectó a la carta base elegida. Este proceso se realizó para cada cubierta o capa de información.

4.1.2 Identificación y Clasificación Vegas y Bofedales Área de Estudio

El Universo de Humedales considerado como base en el proyecto, correspondió principalmente a las vegas y bofedales delimitadas por la DGA en los estudios “Actualización delimitación de Acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la Región de Antofagasta, año 2006”, S.I.T. N° 111 de Enero 2006, regido por la Resolución N° 87 de la DGA, el cual identifica 264 vegas y bofedales altoandinos descritas en terreno entre los años 2001 y 2004. En esta resolución se identifica las coordenadas del punto donde aflora el acuífero que alimenta la vega o bofedal. Estas coordenadas se llevaron a planilla Excel, las que luego se transformaron a un archivo de punto y fueron reproyectadas a los datos geodésicos del proyecto (WGS84).

La definición de los límites del área de estudio se realizó con información de límites de subcuencas hidrográficas, curvas de nivel, altitud y presencia de vegas y bofedales altoandinos.

La elaboración de la cartografía de humedales (áreas) se realizó por interpretación y procesamiento de datos satelitales Landsat del sensor Thematic Mapper, de resolución media (tamaño de píxel de 30 por 30 metros) utilizando softwares para tratamiento digital de datos raster como Erdas Imagine, PCI Geomatic e Idrisi Andes. Debido a que esta resolución es muy amplia para estudiar todos los humedales del área, por cuanto su diversidad en tamaño es muy variable, sobre todo si se consideran los humedales asociados a vertientes o quebradas, que en muchos casos el ancho es cercano a los 30 metros (1 píxel en la imagen), se hizo necesario utilizar las bandas correspondientes al rango del visible y del infrarrojo cercano de imágenes ASTER, las cuales presentan resolución espacial de 15 metros. A partir de estos datos, se construyeron indicadores espectrales como el índice de vegetación normalizado modificado denominado SAVI, el cual determina la presencia de vegetación. Los índices definen las unidades vegetacionales, las cuales se analizan en términos contextuales con apoyo de la cartografía topográfica (curvas de nivel espaciadas cada 25 metros e hidrografía) y modelos numéricos de terreno (MNT), previamente elaborados para el área de estudio (a escala 1: 50.000).

Para mejorar la visualización y posterior vectorización de las áreas, se realizó una clasificación digital del SAVI en tres clases: vegetación, cuerpos de agua y salares, lográndose con ello, la localización espacial de los humedales existentes, conociéndose sus respectivos tamaños y relaciones espaciales. Esta cobertura generada, las imágenes satelitales y los índices espectrales (SAVI) fueron ingresados al SIG.

4.1.3 Levantamiento de información de terreno

Con el objeto de complementar y evaluar la información de vegas y bofedales, se realizó el levantamiento de información en terreno para una muestra de ellos. La metodología utilizada en el levantamiento tiene como referencia la desarrollada por el SAG (2006) en la guía denominada “Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales”.

De acuerdo a lo indicado por el SAG (2006) en el documento citado, los elementos bióticos como abióticos que componen la estructura de los humedales responden a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). Por tanto, la identificación de variables de estado de los humedales, permite analizar la condición global del humedal sin la necesidad de un análisis detallado de su estructura.

Las variables de estado propuestas por el estudio del SAG y que fueron consideradas para su levantamiento en terreno fueron las siguientes:

- *Cobertura vegetación hidrófila activa*: es un buen indicador de la condición global del humedal. Variaciones en la disponibilidad de recursos hídricos afectan tempranamente la condición ecofisiológica de la vegetación.
- *Superficie lagunas*: es el resultado del balance entre los caudales provenientes desde las vertientes y la evaporación. La extensión areal de las lagunas afecta la disponibilidad de hábitat para las especies acuáticas y la avifauna.
- *Cobertura macrófitas*: son los productores primarios que sustentan la trama trófica del compartimiento hídrico de baja salinidad. La composición específica de macrófitas es relevante a considerar como hábitats y oferta de alimento para la avifauna, pero como variable de estado es más relevante la cobertura total.
- *Composición y abundancia de la avifauna*: la caracterización de la avifauna, permite evaluar el estado de los hábitats (capacidad de carga) y los flujos de energía dominantes en el humedal.

La selección de la muestra de terreno se basó en los siguientes criterios:

- i) Representatividad. Que en los humedales seleccionados esté representado el Norte, Centro, Sur, la distribución latitudinal y longitudinal, cota, dimensiones y tamaños, entre las principales características.
- ii) Génesis y Características Propias. Este criterio considera si la alimentación del humedal corresponde a aguas superficiales, sub-superficiales o subterráneas, si presenta o no espejo de agua, costra salina, si es vega o bofedal, entre otros.
- iii) Actividad Humana en torno al Bofedal – Vega. Este criterio considera si existe intervención antrópica en el humedal. Incluye también la pertenencia y la accesibilidad.

La información levantada en terreno recogió las siguientes variables o capas temáticas:

c.1 Variables espaciales, topográficas y de caracterización general de humedal.

- Características geométricas de los humedales y de las fuentes hídricas que lo abastecen.
- Características topográficas y de forma de los humedales.
- Heterogeneidad espacial del humedal a nivel de paisaje, caracterización del espejo de agua (irregular, regular)
- Conectividad Intersistémica.
- Grado de Naturalidad.
- Presencia o Ausencia de zonas buffer

c.2 Variables de Flora y Vegetación

- Cobertura vegetación hidrófila.
- Evaluación de la vegetación y flora: Formaciones vegetacionales predominantes, cobertura vegetal y la composición de especies de flora presente, situación de conservación entre otras.

c.3 Variables de Fauna

- Composición y abundancia de la fauna.
- Evaluación de la fauna. Especies más importantes en términos de abundancia, diversidad y frecuencia de avistamiento; Porcentaje de fauna según situación de conservación: especies endémicas, en extinción, vulnerables y otras.

c.4 Variables Hídricas

Debido a que la información de variables hídricas de estudios y bases de datos fue aportada por la DGA, no se realizó levantamiento de información de variables hídricas en terreno. Sin embargo, cuando fue posible, se obtuvieron algunos datos en terreno como el Nivel freático, la Humedad y salinidad del suelo (presencia o ausencia de costras salinas) y presencia o ausencia de pozos. Por interpretación de datos satelitales en algunos casos fué posible obtener la superficie de lagunas y/o ajustar la medición realizada anteriormente por la DGA de la vega o bofedal muestra.

c.5 Variables de Suelos

Se determinó en terreno la presencia de materia orgánica, procesos de eutroficación, de acumulación y pérdida de suelo en los bordes, puntos de entrada y salida de agua.

c.6 Variables de Geología y Geomorfología

En terreno será levantada básicamente la geomorfología la que será complementada con información recopilada. A partir de ella, se describirá las características de geología regional del área de estudio.

c.7 Variables pueblos originarios, antrópicas y de protección

En el área de estudio se identificaron cartográficamente las áreas de desarrollo indígena de los pueblos originarios y las propiedades de las comunidades indígenas, la superficie en calidad de conservación (SNASPE), centros poblados, principales rubros productivos, nivel socioeconómico (indicadores de calidad de vida). Se identificaron los actores relevantes vinculados a los humedales como también los vinculados a la temática ambiental, gestión administrativa, actividades productivas y residentes del área involucrada en el estudio (autoridades, presidentes de comunidades indígenas, pobladores, ONG, mineras, etc.).

La información de terreno fue levantada a través de fichas diseñadas para el levantamiento de información de variables espaciales, topográficas y de caracterización general de humedal; para el levantamiento de la información de suelos; para flora y vegetación y; para el levantamiento de la información de fauna. Se prepararon cartas base, escala 1:10.000 y 1:50.000 para cada una de las vegas o bofedales visitados que contienen fondo imagen satelital ASTER para la escala 1:50.000 y, Quick Bird o imágenes obtenidas del Google Earth para la escala 1:10.000 para aquellos humedales que no cuentan con datos de alta resolución. Para tener una visión general del área se preparó para terreno, material cartográfico a escala 1:150.000 con fondo imagen ASTER, localización de los humedales muestra y red caminera.

Los datos recogidos en terreno fueron procesados y sistematizados en fichas en formato "pdf" para cada uno de los humedales visitados y se construyeron capas de información para los humedales muestras, de las características generales, fauna y vegetación, las que fueron ingresadas al SIG.

Además de las 7 variables consideradas para su levantamiento en terreno, se obtuvo información para otras capas temáticas o variables de información, para toda el área de estudio, tales como:

1. Clima (temperaturas máximas y mínimas, precipitación, etc.),
2. Estudios presentados al SEIA. A partir de las declaraciones y/o evaluaciones de impacto ambiental relacionadas a la temática se construyó una cobertura temática que fue ingresada al SIG y contiene localización del estudio y temática que aborda.

4.1.4 Interrelaciones entre los ecosistemas de los humedales y las actividades mineras y productivas

Los humedales altoandinos están ubicados preferentemente en cuencas donde la evaporación del agua es la principal pérdida del sistema. Este proceso genera gradientes espaciales, desde los puntos de afloramiento de aguas subterráneas (“surgencias”) hacia los sectores de menor altitud (“lagunas de evaporación”), dando como resultado humedales con una extensión área reducida, debido a la limitación en la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales y a los gradientes de salinidad. La estrecha relación que se genera entre las comunidades biológicas y el medio físico, determinan la existencia de dinámicas únicas en cada ecosistema, sobre la base de la sustentabilidad temporal que le imprimen los afloramientos de aguas subterráneas (SAG, 2006).

La vegetación de cada vega o bofedal está en estrecha relación al recurso hídrico disponible, captando aguas desde el espesor saturado (bajo el nivel freático), directamente desde el escurrimiento superficial, desde la atmósfera o desde un suelo con humedad baja dando como resultado franjas con condiciones apropiadas para los distintos tipos de vegetación. De acuerdo a esta misma fuente (SAG, 2006), la dinámica del espesor de estas franjas, *hipotéticamente*, está en estrecha relación con el nivel freático: a menor profundidad del nivel freático, mayor el espesor de las franjas de distintos tipos de vegetación. Por lo tanto, la reducción del nivel freático por efectos de la extracción subterránea ejerce un efecto directo sobre la extensión vegetacional de las vegas, disminuyendo el espesor de las franjas. Señala además que, una disminución natural en la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales comprimen los ecosistemas para expandirse posteriormente cuando éstos aumentan. El efecto sinérgico que se genera entre eventos de tipo natural y la explotación de aguas subterráneas, puede llevar a los humedales a un nuevo estado funcional, probablemente asociado con una reducción en la producción biológica de los sistemas, producto de cambios en la composición de especies.

Por su parte, se debe considerar que estacionalmente los requerimientos hídricos de la vegetación cambian significativamente, debido a que las bajas temperaturas que se registran en invierno, inducen que la vegetación entre en un estado de latencia, reduciendo su nivel de actividad biológica.

Considerando lo anterior y utilizando las herramientas y la información contenida en el SIG, se establecieron las relaciones entre los ecosistemas de los humedales y las actividades mineras y productivas del área de estudio determinando las presiones y amenazas actuales. La metodología aplicada para lograr estos resultados consistió primero en establecer las condiciones en que se encuentran actualmente las vegas y bofedales, como una primera línea de análisis, identificar y espacializar las principales actividades productivas que se realizan en el área de estudio, y determinar las amenazas globales que ejercen estas actividades sobre los humedales en esta área, como una segunda línea de análisis.

Para ello, se realizó un análisis territorial de las actividades productivas que se realizan, considerándose las mineras, silvoagropecuarias y turísticas, las más incidentes y se correlacionaron con las condiciones en que se encuentran actualmente los ecosistemas de vegas y bofedales existentes en área de estudio. Para ello, primero se identificaron y espacializaron las actividades productivas del área de estudio; se caracterizaron los acuíferos en función de la extracción de agua; se identificó la demanda del agua por uso productivo; se analizó el uso del suelo y propiedad, entre otras.

- Condición de Vegas y Bofedales

La obtención de las condiciones en que se encuentran actualmente las vegas y bofedales se realizó sólo para los humedales que fueron visitados en terreno para los cuales se tuvo una visión real de lo que acontecía con ellos. La ficha levantada en terreno fue diseñada para considerar los aspectos de condición tales como el estado de la vegetación, estado del cuerpo de agua, humedad del lugar, presencia de actividad antrópica entre otras.

- Amenazas

De acuerdo a lo señalado en párrafos precedentes, se identificaron 3 actividades productivas que más “presionan o amenazan” las vegas y bofedales en el área de estudio:

- a) Actividad Silvoagropecuaria donde la amenaza está dada por el pastoreo y la presión por cultivar estas áreas.
- b) Actividad Turística donde la amenaza está dada por número de visitas al año, distancia de sitios turísticos prioritarios al humedal, presencia de áreas protegidas o sitios Ramsar entre otras.
- c) Actividad Minera donde la amenaza principal de esta actividad es la extracción de agua que realizan para sus procesos además de contaminación de las áreas y alteración del ecosistema por instalación de faenas entre otras.

Los valores o pesos asignados a estas actividades dependen si las amenazas son intensas o de alto grado, a la cual se le asignó un valor 10, o son leves, a la cual se le asignó un valor 4, y a las amenazas de grado intermedio se les asignó un valor 8. En caso que no existe una amenaza, se le asignó un valor cero. De esta manera a cada vega o bofedal del área de estudio se le asignó un valor para cada una de las amenazas consideradas como criterios de análisis. Enseguida, se ponderó las amenazas consideradas para cada actividad productiva de la siguiente forma:

- a) Amenaza Silvoagropecuaria (A_SAP). Se asignó una ponderación de 0,1
- b) Amenaza por Turismo (A_Tur). Se asignó una ponderación de 0,2.
- c) Amenaza por actividad Minera (A_Min). Se asignó una ponderación de 0,7.

Amenaza Global (AmG)

Finalmente, ponderando los valores de las tres amenazas descritas, se obtiene el valor de la Amenaza Global que existe sobre cada vega o bofedal del área de estudio, que se puede expresar de la siguiente forma:

$$\mathbf{AmG = 0.1A_SAP + 0.2 A_Tur + 0.7 A_Min}$$

4.1.5 Análisis de Cambios Multitemporales

Se analizaron los cambios ocurridos en términos de cobertura vegetal, aumento o disminución del tamaño de las lagunas para un periodo de tiempo entre los años 2000-2001 y 2009-2010.

Para el análisis multitemporal se utilizaron las bandas del visible y del infrarrojo cercano, de 15 metros de resolución espacial, de imágenes ASTER para el periodo descrito. Se revisó primeramente el calce espacial entre ellas, la distribución del histograma para cada banda y comparación visual de los tonos para definir una homogenización de las imágenes, que se hace necesaria debido a las diferentes condiciones de toma y fecha de estas.

El análisis de cambios se realizó con el algoritmo “Detección de Cambios” del software Erdas Imagine, el cual crea una imagen de diferencia para cada una de las bandas de la imagen en el periodo de análisis, además de crear una imagen destacando en distintos colores los cambios ocurridos en término de disminución o aumento. Se realizó un segundo análisis a través de las diferencias observadas entre índices Vegetacionales calculados para ambas imágenes. El índice vegetal utilizado fue el Normalize Vegetation Index NDVI.

Para el cálculo del índice NDVI se utilizó el algoritmo del software Erdas, que utiliza la banda del infrarrojo y del rojo. Este índice fue calculado para cada una de las imágenes, tanto las del periodo 2000-2001 como para las del 2009-2010. Posteriormente se aplica

el análisis de diferencia de índices vegetacionales de cambio NDVIC, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{NDVIC} = \left(\frac{\text{NDVI}(\text{año } n+1) - \text{NDVI}(\text{año } n)}{\text{NDVI}(\text{año } n+1) + \text{NDVI}(\text{año } n)} + 1 \right) * 100$$

Donde:

n= año anterior

n+1= año actual

Con este análisis se determinó los aumentos o disminución de la cantidad de vegetación que se presenta entre el periodo de análisis.

4.1.6 Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).

La metodología implementada para la interfase web denominada SITHA incluyó el desarrollo de los siguientes procesos:

- Diseño conceptual del SITHA. Consideró la evaluación de las necesidades de los usuarios/entidad, de manera tal de permitir tener una descripción de tareas en relación a los sistemas que actualmente manejan las instituciones asociadas al proyecto, los datos existentes, unidades responsables de manejo de los datos y objetivos que le asignan al SITHA. Consideró la estandarización de funciones y determinación de requerimientos de datos e información para definir el software y hardware optimo para el funcionamiento del Sistema.

- Diseño Lógico del SITHA. Consideró la definición de los flujos de información para el funcionamiento del Sistema, modelamiento de las aplicaciones y las bases de datos, definición de campos, sus características y descripción, tipo de datos (vectoriales y raster) a partir de las variables definidas en el diseño conceptual.

- Diseño de salidas e informes El diseño de salidas e informes y el desarrollo de aplicaciones constituyeron la interfase de consulta interactiva, la cartografía automatizada de resultados y cartografía base, desarrollo del prototipo y pruebas de funcionamiento.

Las consideraciones generales para el diseño del sitio web fueron las siguientes:

- a. Incorporación de la imagen corporativa de CIREN, los logos oficiales de los organismos de gobierno asociados al proyecto.

- b. Inclusión de un buscador
- c. Metáforas de búsqueda y consulta
- d. Fácil acceso para complementar cartografía georreferenciada con la información documental disponible en la colección digital de humedales.
- e. Opción de interacción con los usuarios mediante suscripción RSS, que permitiese incorporar aportes y sugerencias, agregar términos al glosario y formularios de contacto.
- f. Acceso a la documentación del proyecto y galería de fotos.
- g. Acceso a guías de usuarios e incorporación de un tutorial que enseñe a navegar por el sub-sitio

La descripción de cada una de las sub-subcuencas del área de estudio, subcuenca y Comuna a la que pertenece, comunidades indígenas, número de humedales y área de desarrollo indígena presente en la sub-subcuenca, se detalla a continuación:

Sub-Subcuenca :	Salar de Ollagüe (02000)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Ollagüe	
Comuna :	Ollagüe	
Comunidades Indígenas	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Quechua de Ollagüe	16	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Salar de Carcote (02010)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Carcote	
Comuna :	Ollagüe	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Quechua de Ollagüe	6	Alto El Loa

Sub-Subcuenca	Salar de Ascotán (02020)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Ascotán	
Comuna :	Ollagüe	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Quechua de Ollagüe	4	Alto El Loa
Sector no ocupado Ollagüe – Chonchi Viejo	1	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río Loa bajo junta Estero Chela (2100)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama / María Elena	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Quechua de Ollagüe	10	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río Loa entre estero Chela y bajo junta Quebrada de Hachas (2101)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
--	--	--

Sub-Subcuenca :	Río Loa entre Quebrada de Hachas y Río San Pedro (2102)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Chonchi Viejo	2	Alto El Loa
Sector no ocupado Ollagüe – Chonchi Viejo	1	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río San Pedro (2103)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Cupo	2	Alto El Loa
Atacameña de Toconce	5	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río Loa entre Río San Pedro y Río Salado (2104)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Lasana	1	Alto El Loa
Atacameña San Francisco de Chiu-Chiu	1	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río Salado (2105)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)	
Comuna :	Calama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Cupo	5	Alto El Loa
Atacameña de Toconce	7	Alto El Loa
Atacameña de Ayquina-Turi	8	Alto El Loa
Atacameña de Caspana	14	Alto El Loa

Sub-Subcuenca :	Río Loa entre Río Salado y Río San Salvador (2110)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Loa Medio (entre R. Salado y Q. de Barrera)	
Comuna :	Calama / Sierra Gorda	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña San Francisco de Chiu-Chiu	1	Alto El Loa
	2	Área de Calama

Sub-Subcuenca :	Río San Salvador (2111)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Loa Medio (entre R. Salado y Q. de Barrera)	
Comuna :	Calama; María Elena	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
No hay	--	---

Sub-Subcuenca :	Cajón (2300)	
Subcuenca :	Subcuenca Hidrográfica Cajón	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
No hay	---	

Sub-Subcuenca :	Rio Zapaleri (2310)	
Subcuenca :	Subcuenca Hidrográfica Salar de Tara	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Toconao	29	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Laguna Gucchalajte, Salar de Jama, Laguna Mucar, Laguna de Pampa Ciénaga y Pampa del Lari (2320)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Entre Laguna Gucchalajte y Pampa del Lari	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Toconao	1	Atacama La Grande
Atacameña de Talabre	6	Atacama La Grande
Sin ocupación Talabre-Socaire	1	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Salar y Vega de Incaguasi (2330)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Incaguasi	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Socaire	1	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Afluentes Salar de Pular (2340)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Pular	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Sector Compartido Socaire – Peine	2	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Laguna Parico, Laguna Helada, y Salar de Pujsa (2400)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Laguna Parico, Laguna Helada, y Salar de Pujsa	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Toconao	12	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Salar de Quisquiro y Aguas Calientes (2410)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Quisquiro	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Toconao	7	Atacama La Grande
Atacameña de Talabre	5	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca	Salar de Aguas Calientes y Alto del Lari (2420)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Aguas Calientes y Alto del Lari	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Talabre	7	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Laguna Lejía (2430)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Laguna Lejía	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Camar	1	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Lagunas Miscanti y Meñiques (2440)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Lagunas Miscanti y Meñiques	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Socaire	1	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Laguna Tuyajto Chico y Salar de Laco (2450)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Laguna Tuyajto Chico y Salar de Laco	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Socaire	2	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Salar de Talar y Purisunchi (2470)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Talar y Purisunchi	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Sector compartido Socaire-Peine	2	Atacama La Grande
Atacameña de Socaire	4	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Salar de Atacama (2500)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Atacama	
Comuna :	San Pedro de Atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Machuca	6	Atacama La Grande
Atacameña de Quitar	3	Atacama La Grande
Atacameña de Solor	5	Atacama La Grande
Atacameña de Coyo	2	Atacama La Grande
Atacameña de Toconao	9	Atacama La Grande
Atacameña de Camar	5	Atacama La Grande
Atacameña de Peine	8	Atacama La Grande
Atacameña de Socaire	4	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Río San Pedro (2510)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Río San Pedro	
Comuna :	San Pedro de atacama	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
Atacameña de Caspana	2	Alto El Loa
Atacameña de Río Grande	14	Alto El Loa
Atacameña de Machuca	15	Atacama La Grande

Sub-Subcuenca :	Salar Punta Negra (2650)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar Punta Negra	
Comuna :	Antofagasta	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
No hay comunidades	10	
<hr/>		
Sub-Subcuenca :	Salar de Aguas Calientes y Laguna de La Azufrera (2670)	
Subcuenca	Subcuenca Hidrográfica Salar de Aguas Calientes y Laguna de La Azufrera	
Comuna :	Antofagasta	
Comunidades Indígenas:	N. de Humedales	Área de desarrollo Indígena (ADI)
No hay comunidades	1	

5.2 Identificación de Humedales Área de Estudio

El Universo de Humedales se determinó principalmente en base a los estudios desarrollados y publicados oficialmente por la DGA. Específicamente se decidió utilizar el estudio DGA “Actualización Delimitación de Acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la Región de Antofagasta, año 2006”, S.I.T. N° 111 de Enero 2006, regido por la Resolución N° 87 de la DGA (año 2006). Dicho estudio identificó 264 vegas y bofedales altoandinos abastecidos con aguas subterráneas y sub-superficiales además de prácticamente todas las vías con escurrimiento de agua superficial.

La información de humedales de la resolución descrita corresponde a un archivo de puntos, el cual representa el lugar donde el acuífero alimenta el humedal (Figura 4).

Cabe destacar que en la zona de interés del estudio, existen muchas cuencas cerradas y endorreicas, caracterizadas por la presencia de salares y una sola hoya hidrográfica exorreica, cual es la del río Loa y sus afluentes.

En lo que sigue, se sectorizará el área de estudio, de manera de clasificar vegas y bofedales asociados a cursos superficiales, que se encuentran incluidos en el documento de la Dirección General de Aguas ya citado.

a.- Cuencas del río Loa.

a.1. Loa Superior: desde nacientes hasta antes de Taira.

Se encuentra con varios humedales identificados por la DGA, principalmente en el área de sus nacientes, con lo que prácticamente se cubre la totalidad de ellos en este tramo. Normalmente el río no posee escurrimiento superficial (Figura 5)

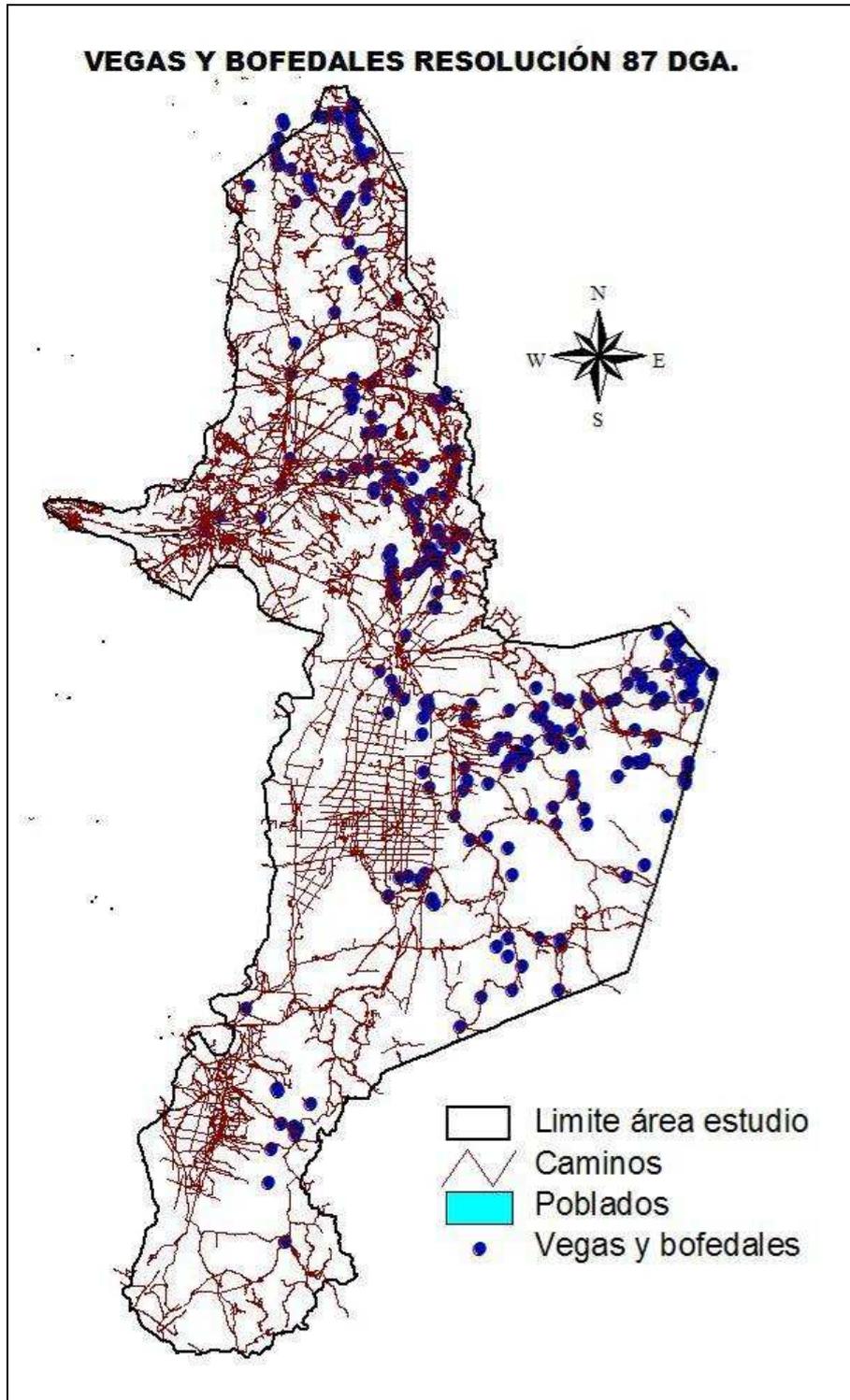


Figura 4. Vegas y Bofedales Resolución 87 DGA

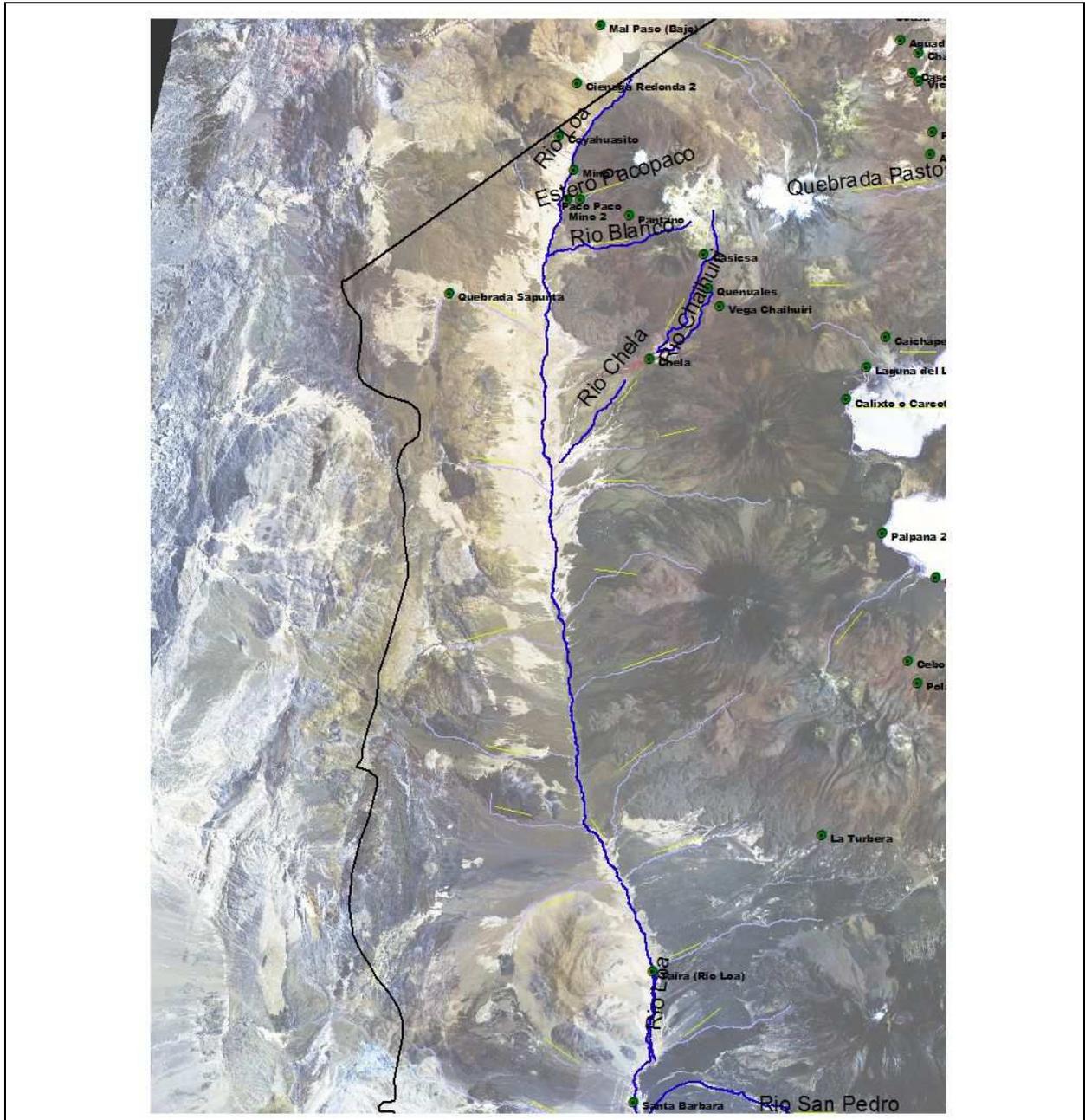


Figura 5. Cuenca a1 Loa Superior: desde nacientes hasta antes de Taira.

a.2. Loa Intermedio: desde Taira hasta Chiu-Chiu.

Existen pocos humedales, todos debidamente identificados por la DGA. El río posee escurrimiento superficial, regulado por el Embalse Chonchi (Figura 6)

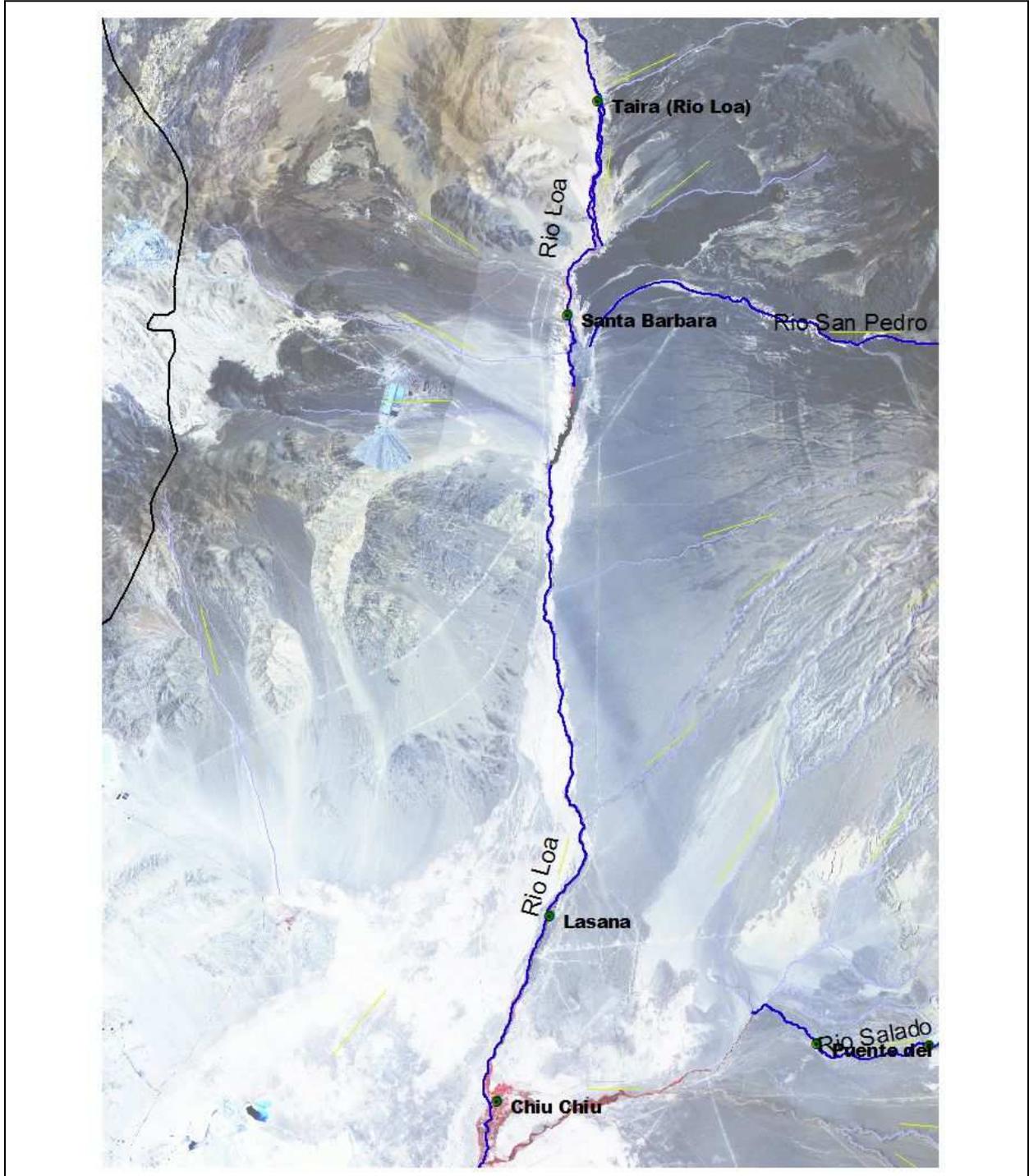


Figura 6. Cuenca a.2 Loa Intermedio: desde Taira hasta Chiu-Chiu.

a.3. Loa Inferior: en torno de Calama.

Están identificados tres humedales en este sector: Salar de Rudolf, Yalquincha y Calama (Figura 7).



Figura 7. Cuenca a.3 Loa Inferior: en torno de Calama

Cabe señalar, que la DGA no ha identificado humedales ribereños del río Loa, los que son alimentados directamente por el río. En este sector, el río posee escurrimiento superficial.

En la imagen de la figura 8, en color rojo se aprecia la vegetación ribereña y aledaña a la ciudad de Calama. En color negro el límite del área de estudio.

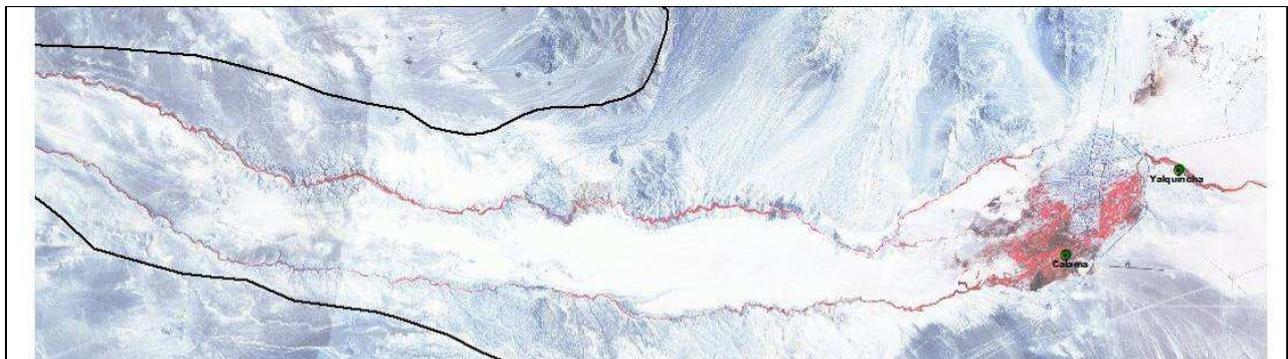


Figura 8. Loa Inferior

La imagen de la figura 9 es un zoom del sector de Calama. La vegetación se observa en color rojo. Alrededor de Calama se observa en color rojo vegetación que corresponde a un patrón de cultivos.

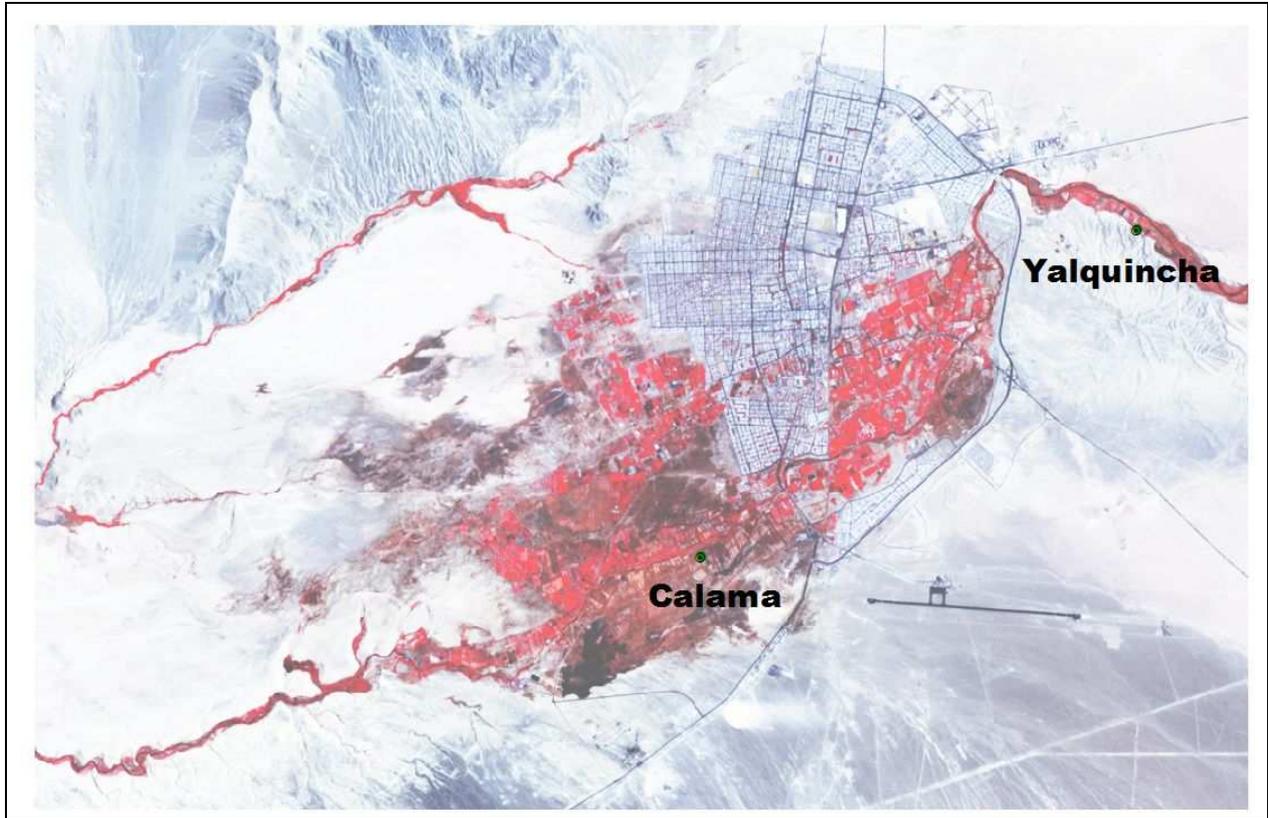


Figura 9. Loa inferior, sector de Calama.

a.4. Tributarios Loa Superior.

Representados por: río Blanco, río Chela y quebrada Sapunta; poseen humedales identificados los dos últimos. No poseen escurrimiento superficial (Figura 10).

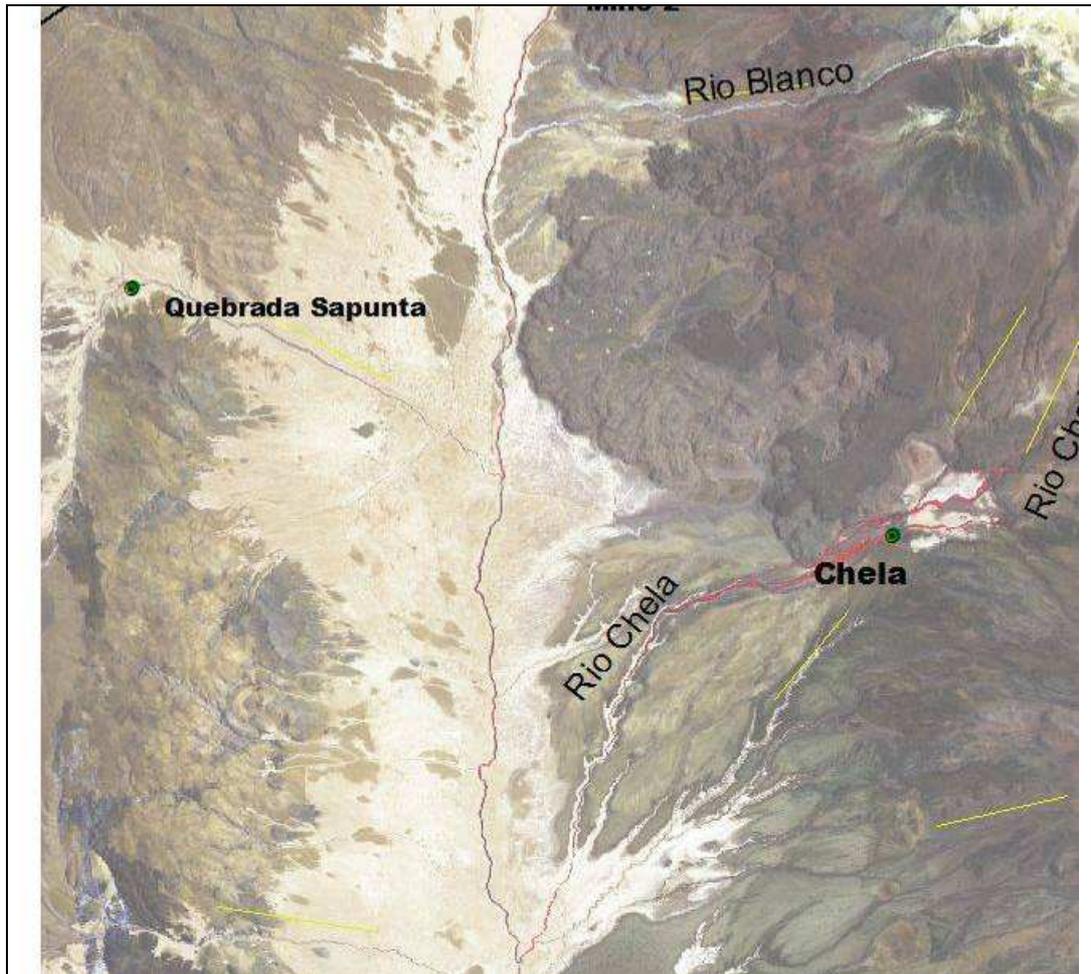


Figura 10. Cuenca a.4Tributarios Loa Superior

a.5. Tributarios Loa Intermedio.

En este tramo, el río Loa posee sus tributarios de mayor relevancia, representados por el río San Pedro-Inacaliri y el río Salado. El primero, con pocos humedales; no posee escurrimiento superficial, sino que solo a partir de Ojos de San Pedro, ubicado en el sector medio del río.

El río Salado, es el tributario más importante que a su vez posee numerosos afluentes, los que drenan un área relevante.

Todos los humedales se encuentran identificados en el documento de la DGA, con lo que se cubre todos los tributarios, de los cuales algunos no tienen escurrimiento permanente (Figura 11).

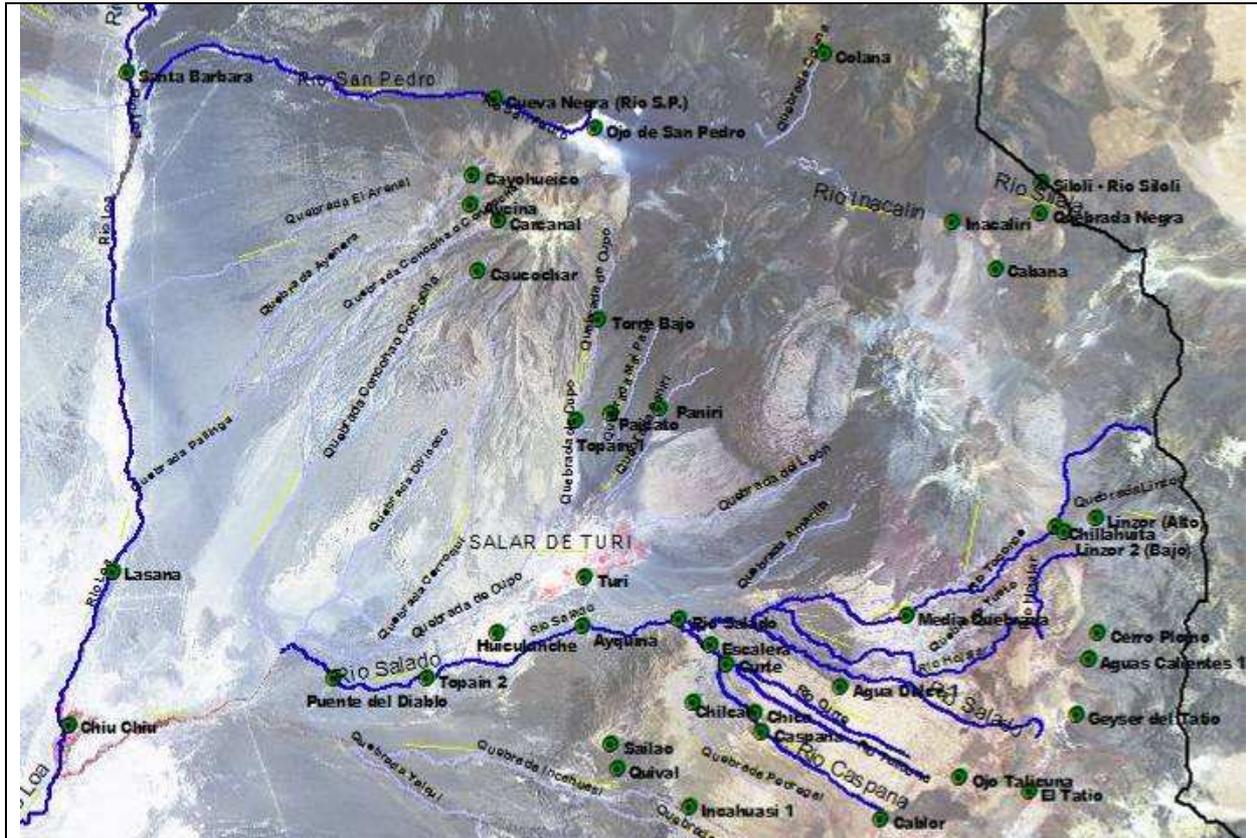


Figura 11. Cuenca a.5.- Tributarios Loa Intermedio

b.- Cuencas Cerradas sin escurrimiento de aguas superficiales.

De norte a sur, se presentan muchas cuencas cerradas que poseen salares en su interior. Las más relevantes son las que se identifican a continuación y todas ellas no poseen escurrimiento de aguas superficiales.

- b.1.- Salar de Alconcha.
- b.2.- Salar de Ollague.
- b.3.- Salar de San Martin o Carcote.
- b.4.- Salar de Tara.
- b.5.- Salar de Aguas Calientes (norte).
- b.6.- Salar de Pujsa.
- b.7.- Salar de Quisquiro.
- b.8.- Laguna de Aguas Calientes.
- b.9.- Salar de Talar.
- b.10.- Salar de Capur.
- b.11.- Salar de Incahuasi.
- b.12.- Salar de Pular.
- b.13.- Salar de Imilac.

- b.14.- Salar de Punta Negra.
- b.15.- Salar de Aguas Calientes (sur).

En la figura 12 se presenta un sector representativo de este tipo de cuencas.

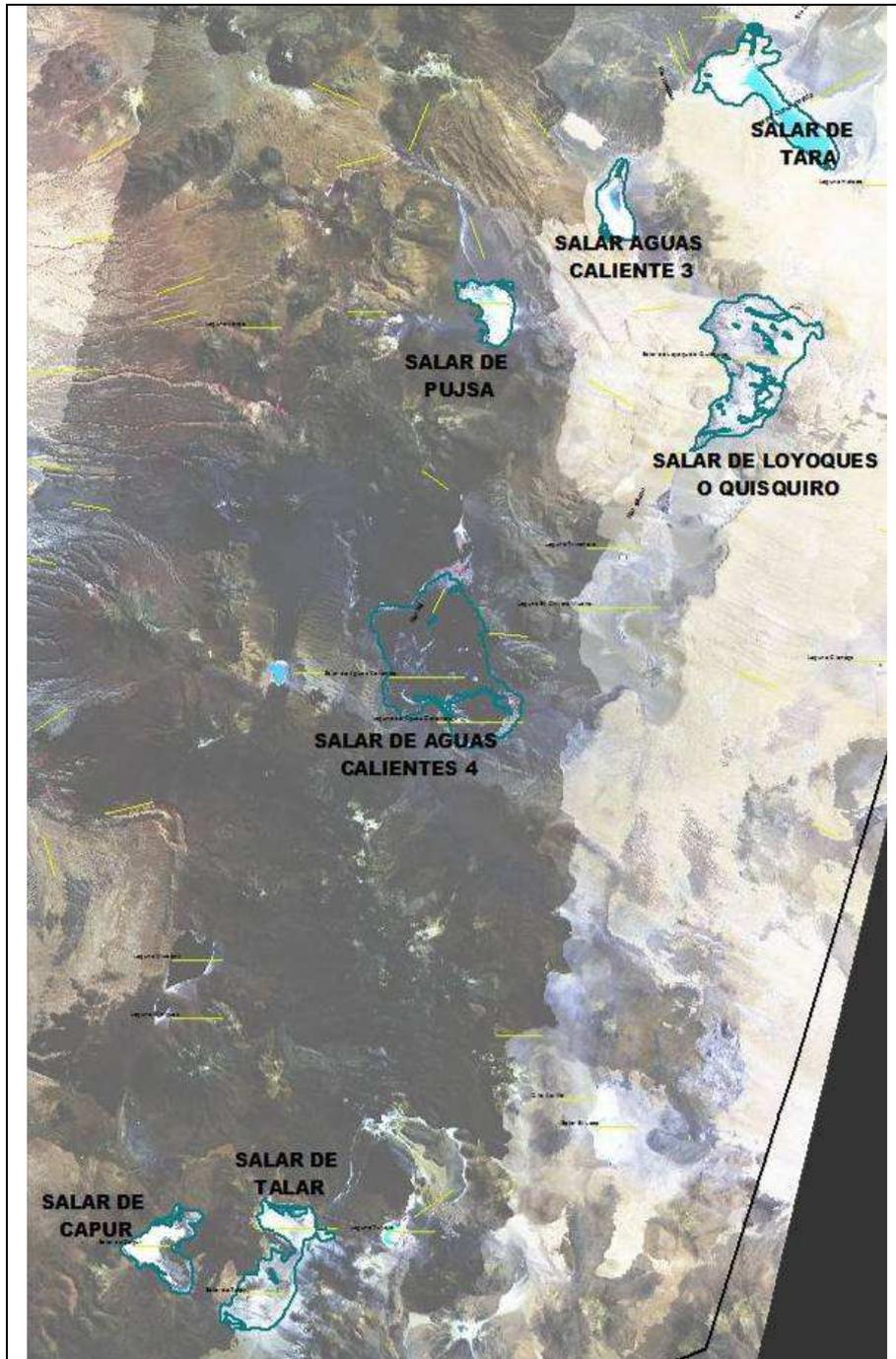


Figura 12. Cuencas cerradas sin escurrimiento de aguas superficiales

c.- Cuencas cerradas con escurrimientos superficiales

Destacan algunas cuencas cerradas, de la mayor importancia relativa en cuanto a sus extensiones, que poseen ríos y quebradas que a su vez presentan escurrimiento de aguas superficiales.

c.1. Salar de Ascotán.

Es el segundo salar en tamaño de la II Región altoandina. Posee sólo cinco (5) humedales identificados por la DGA, cuatro de ellos ubicados en el borde occidental de esta cuenca endorreica (Figura 15). Existen en el borde oriental de este salar, numerosas vertientes que alimentan vegas y bofedales, las cuales NO han sido identificadas en el Informe S.I.T. 111.

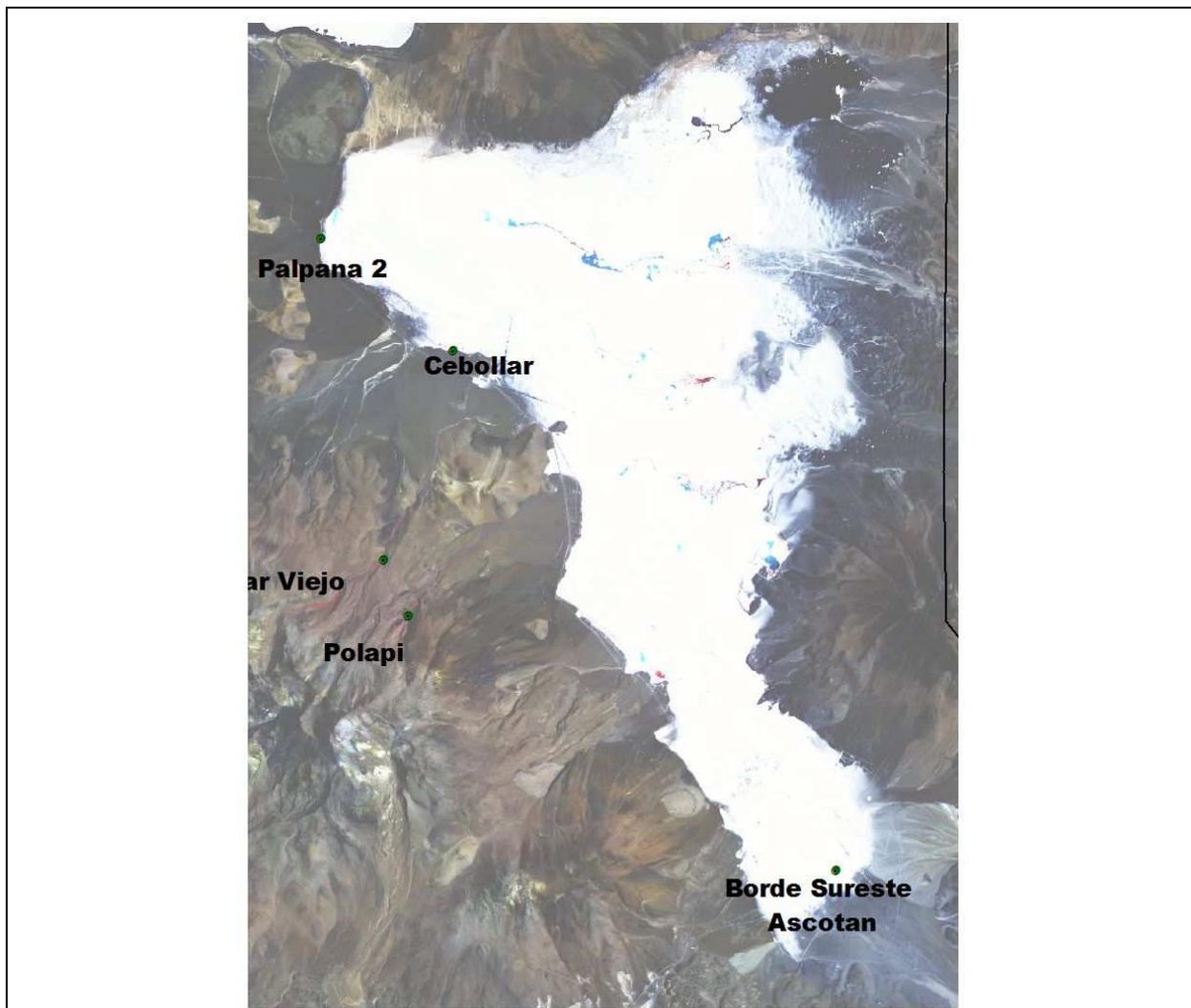


Figura 15. Salar de Ascotán

En la imagen de la figura 15 se observa al interior del salar, en color rojo puntos de concentración de vegetación asociados a cuerpos de agua en color celeste y azul, correspondiente a vegas o bofedales que no fueron identificados por la resolución de la DGA. Las vegas y bofedales que están reconocidos aparece el punto en color verde con su nombre respectivo (Palpana 2, Cebollar, etc.).

Según estudios realizados en el salar de Ascotán, existen once (11) vertientes, numeradas de norte a sur, las que tienen aportes permanentes al salar, alcanzando normalmente a lagunas ubicadas hacia el centro de él.

El humedal alimentado por la vertiente N° 11, es el único identificado por la DGA en el borde oriental del salar, y se ha denominado “Borde Sureste Ascotán” (Foto figura 13). En la foto de la figura 14 se observa la vertiente 10.



Figura 13. Vertiente 11 humedal “Borde sureste Ascotán”



Figura 14. Humedal y laguna en Vertiente 10, Salar de Ascotán

C.2. Salar de Atacama.

Es el mayor salar de Chile. Posee numerosos cursos de aguas superficiales, principalmente en la zona norte de la cuenca hidrográfica. Los principales ríos con escurrimiento permanente son:

- Río Putana
- Río San Pedro
- Río Salado
- Río Puritama
- Quebrada Honar – Toconao
- Río Tulán – se infiltra antes de alcanzar el Salar

5.2.1 Cartografía de Vegas y bofedales

La información de humedales protegidos por la Resolución N° 87 de la DGA (S.I.T. N° 111 de Enero 2006) considerados como información base en el área de estudio, corresponde, en términos espaciales, a un punto de coordenadas geográficas correspondiente al lugar donde aflora la napa subterránea como se mostró en la figura 4 de este informe. La cartografía base de las vegas y bofedales del área de estudio estuvo constituida en un principio por imágenes Landsat del sensor Thematic Mapper, de resolución media (tamaño de pixel de 30 por 30 metros), sin embargo, esta resolución era muy amplia para analizar todos los humedales del área de estudio, por cuanto, su diversidad en tamaño es muy variable, sobre todo si se consideran los humedales asociados a vertientes o quebradas que en muchos casos el ancho de ellos es cercano a los 30 metros (1 píxel en esta imagen), por lo cual, se adquirió data satelital del sensor ASTER, de mayor resolución espacial, teniendo en consideración los costos que significan dicho aumento en resolución.

En la figura 17 se aprecia las equivalencias espectrales, para las distintas bandas de los sensores Landsat 7 ETM+ y ASTER. Como se aprecia en esta figura, la combinación de bandas 4, 3 y 2 (infrarrojo cercano, rojo, verde) que conforman el falso color convencional para el ETM+, tienen su equivalencia en la combinación de bandas 3, 2 y 1 para el sensor Aster, estando levemente desplazada hacia la región verde del espectro.

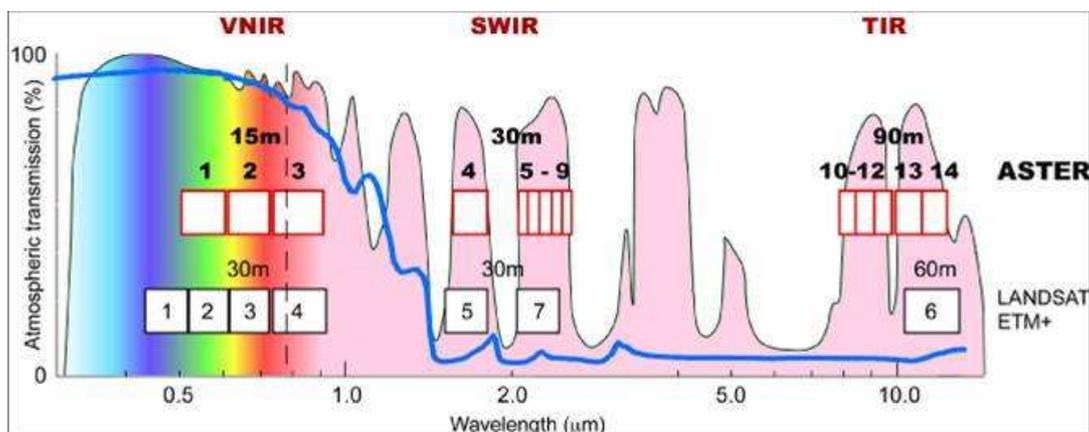


Figura 17. Comparación imágenes ASTER y LANDSAT

De acuerdo a lo anterior, la cartografía base del área de estudio se constituyó con las imágenes ASTER descritas, en composición 321 RGB, las vegas y bofedales de la Resolución 87 de la DGA, red vial, centros poblados y división administrativa (figura 18).

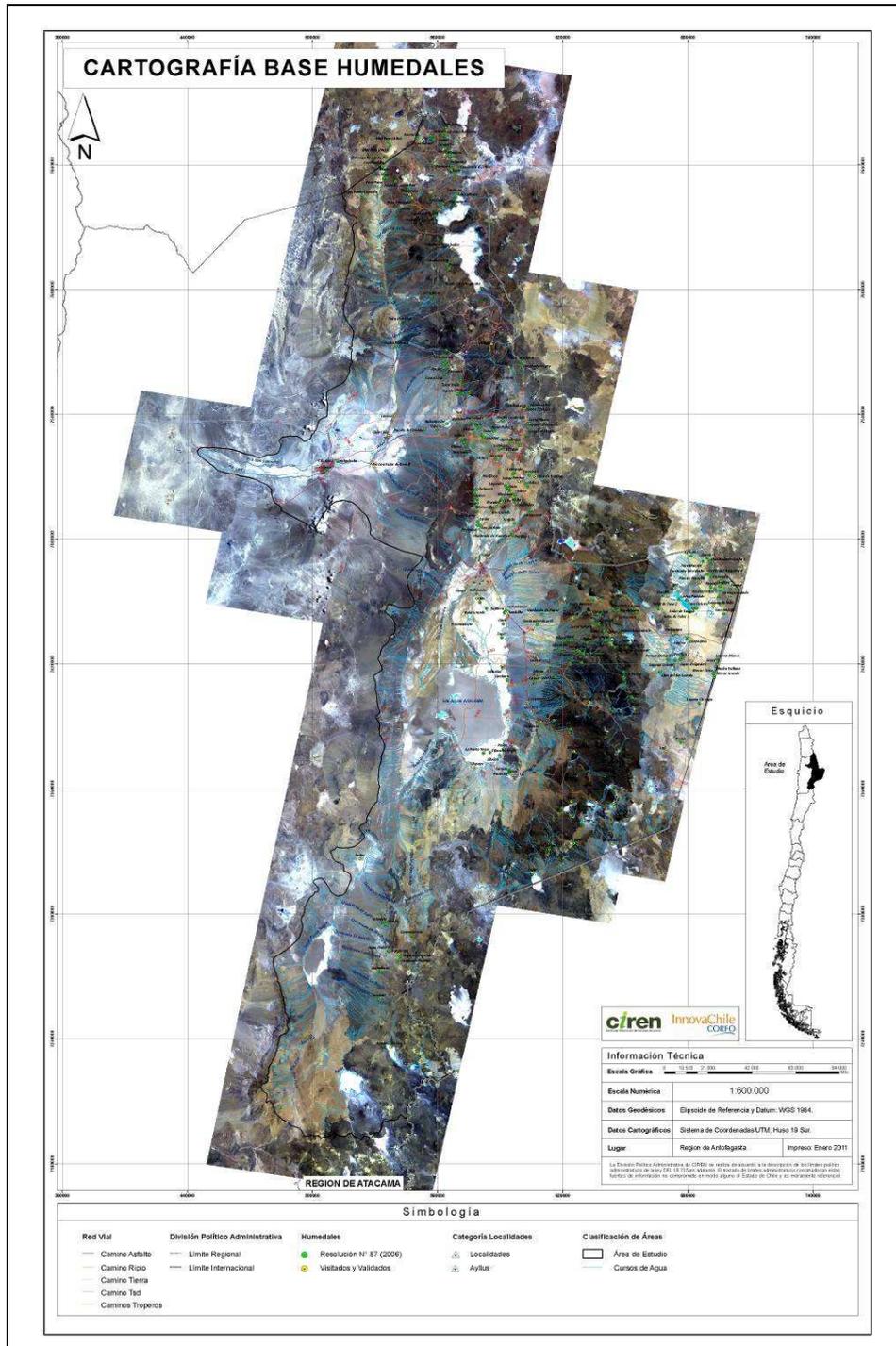


Figura 18. Carta base área de estudio con fondo imagen Aster periodo 2008-2009

Para análisis de gabinete de los humedales se construyó la cartografía topográfica, a escala 1: 50.000 a partir del DEM obtenido del sensor ASTER. A partir de este y utilizando el software Erdas Imagine, se obtuvo la representación del relieve (figura 19).

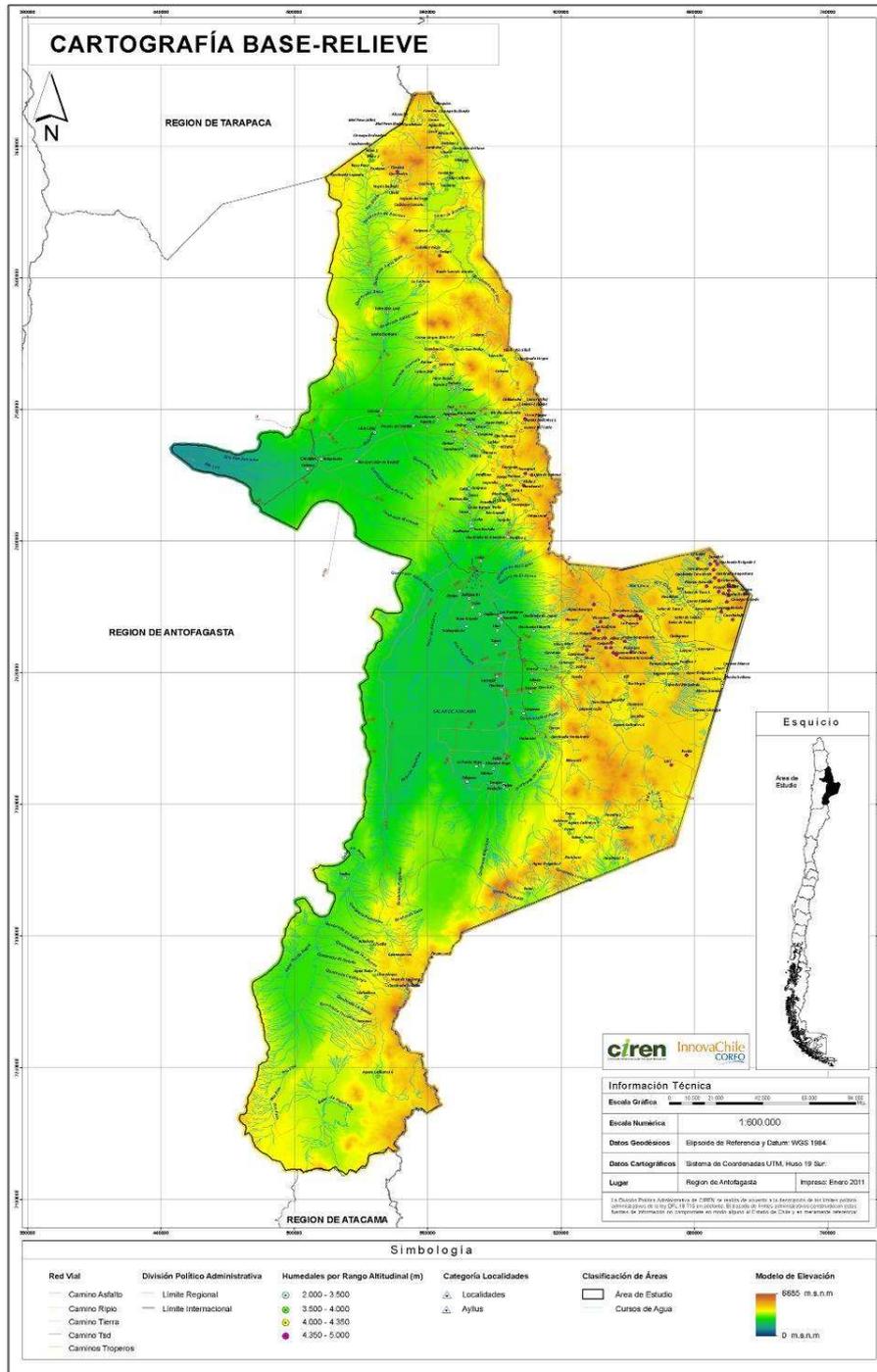


Figura 19. Relieve

En concordancia a estudios en la región respecto de pisos vegetacionales, se estratificó el relieve por rangos de altitud (figura 20) a partir del cual se realizó una clasificación, de las vegas y bofedales de la Resolución, obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 2.

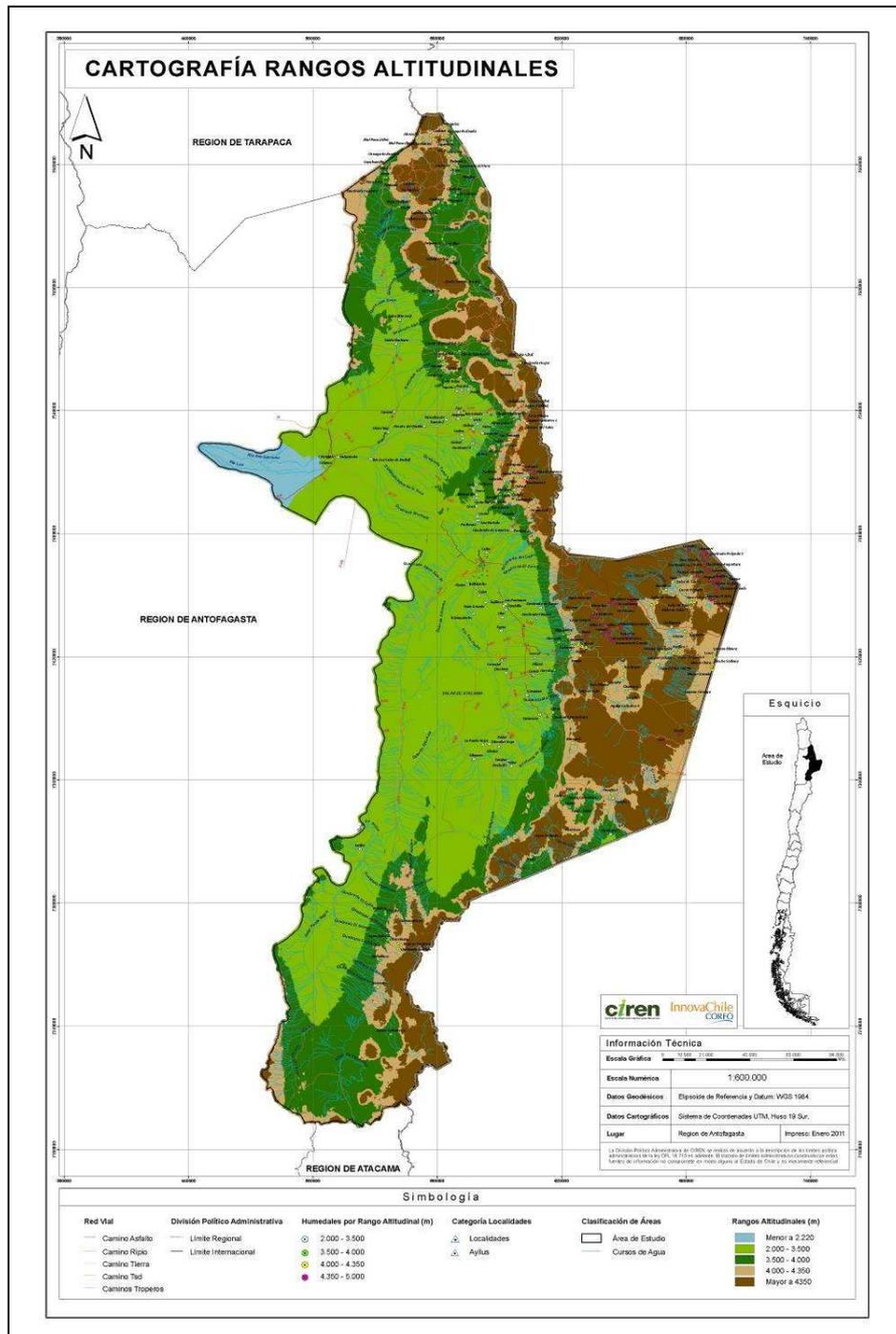


Figura 20. Estratificación del área de estudio por rango de altitud

Tabla 2. Clasificación de vegas y humedales por rango de altitud

Clase	Rango Altitud (msnm)	Nº Humedales
1	2220 - 3500	69
2	3501 - 4000	56
3	4001 - 4359	93
4	Mas de 4360	46
TOTAL		264

Del DEM ASTER se obtuvieron curvas de nivel espaciadas cada 30 metros y la pendiente del área de estudio en porcentaje y estratificada en 7 rangos (Figura 21).

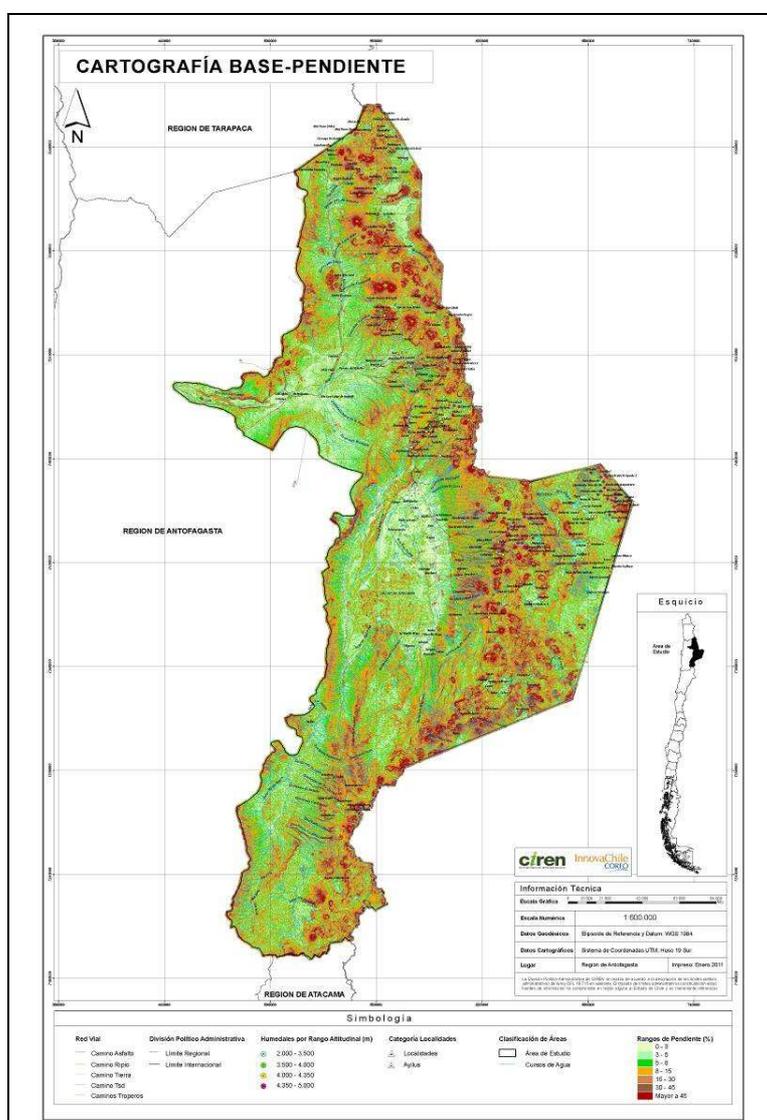


Figura 21. Pendiente en porcentaje .

Cabe señalar que la cartografía de las vegas y bofedales del área de estudio correspondientes a las de la Resolución 87 de la DGA, está en formato de Arcgis. La base de datos, en dbf, se construyó a partir de los datos contenidos en las fichas resultados del estudio de la DGA, los que fueron complementados con datos obtenidos del análisis en el SIG como es el caso de pendiente y altitud donde se localizan.

5.2.2 Cartografía de Humedales (Superficie)

Como se explicó en el punto anterior, debido a que la información de humedales protegidos por la Resolución N° 87 de la DGA (S.I.T. N° 111 de Enero 2006) correspondía, en términos espaciales, a un punto de coordenadas geográficas correspondiente al lugar donde aflora la napa subterránea, fue necesario elaborar la cartografía de áreas (superficie) de humedales lo cual se realizó a partir de interpretación de los datos satelitales ASTER.

Se adquirieron imágenes ASTER de archivo, para dos años de análisis. El primero, el año más actual, fue para analizar la existencia de los 264 humedales del área de estudio mencionados. El criterio de selección de la imagen fue priorizar los meses de Marzo-Abril para el año 2009 y de no existir, retroceder a Febrero, Enero hasta Noviembre del año 2008. El mismo criterio se utilizó para realizar análisis multitemporal, para lo cual se adquirieron imágenes ASTER de los años 2000_2001. Para ambas fechas de análisis el área de estudio quedó cubierta por un total de 26 imágenes para cada año de análisis.

Se construyeron indicadores espectrales como el índice de vegetación normalizado modificado denominado SAVI y el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Los índices definen las unidades vegetacionales, las cuales fueron analizados en términos contextuales con apoyo de la cartografía topográfica (curvas de nivel e hidrografía) y modelos numéricos de terreno (MNT), previamente elaborados para el área de estudio (a escala 1: 50.000).

Para mejorar la visualización y posterior vectorización del análisis realizado, se realizó una clasificación digital del SAVI en tres clases: vegetación, cuerpos de agua y salares, dando como resultado la localización espacial de los humedales existentes, conociéndose sus respectivos tamaños y relaciones espaciales.

En la figura 22 se presenta la cartografía de salares, cuerpos de agua y vegetación obtenidos y los puntos color rojo corresponden a los humedales de la resolución.

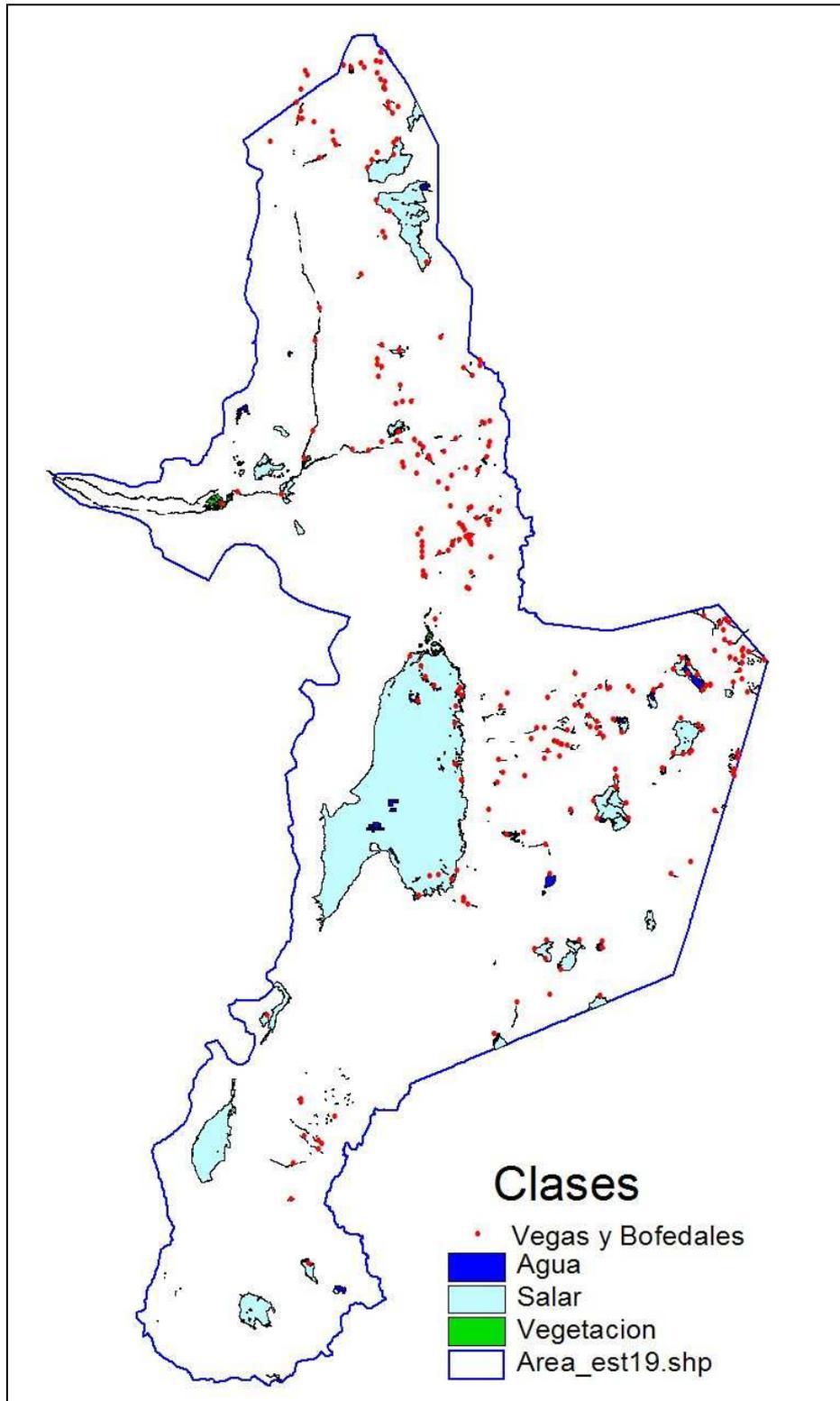


Figura 22. Vegetación, cuerpos de agua y salares área de estudio 2008-2009.

5.3 Relevamiento de las variables características de los humedales y microcuencas relacionadas

5.3.1 Selección de Humedales Muestras

A partir de la aplicación de los criterios de selección de la muestra descritos en la metodología, a saber: representatividad, génesis y características propias y, actividad humana entorno al bofedal – vega, se identificaron los humedales muestra.

Se identificaron grupos de humedales abastecidos con acuíferos localizados en áreas fronterizas, asignándoles un código AF, y grupos de humedales abastecidos con acuíferos localizados en cuenca del río Loa, asignándoles el código AL. En forma similar, se identificaron otros grupos de humedales localizados en el Salar de Atacama (código ASA), campos geotérmicos (código AG), cuenca del río San Pedro (código ASP), Salar Imilac (código ASI), y humedales ubicados en territorios de comunidades indígenas. En la Tabla 3 se puede observar que resultaron 51 grupos de humedales diferentes entre sí, con un total de 204 humedales agrupados. Además, hay 60 humedales individuales pero que un 50% de ellos se pueden asimilar a grupo vecino. Hecho lo anterior, se identificaron humedales representativos de cada grupo, resultando 58 humedales preseleccionados.

Tabla 3. Distribución por grupos de humedales

GRUPO HUMEDALES/ INDIVIDUALES	CODIGO	Nº INDIVID.	Nºen Grupo	Nº Grupos	TOTAL HUM.	MUESTRA DE HUMEDALES
ACUÍFEROS FRONTERIZOS (Bolivia)	AF1-AF11	5	21	6	26	4
ACUÍFEROS FRONTERIZOS (Argentina)	AF12-AF32	13	29	8	42	2
ACUÍFEROS CUENCA RIO LOA	AL1-AL27	16	43	10	59	15
ACUÍF. CAMPOS GEOTERMICOS	AG1	0	2	1	2	0
ACUÍF. CUENCA RIO SN. PEDRO	ASP1-ASP13	9	30	4	39	7
ACUÍF. SALAR ATACAMA-C.I.COYO	ASAC	0	2	1	2	2
ACUÍF. SALAR ATACAMA- C.I.SOLOR	ASAS	0	5	1	5	1
ACUÍF. SALAR ATACAMA-C.I.TOCONAO	ASAT	0	3	1	3	1
ACUÍF. SALAR ATACAMA-C.I.CAMAR	ASACA	0	2	1	2	0
ACUÍF. SALAR ATACAMA-C.I.PEINE	ASAP	0	5	1	5	2
ACUÍF. SEC. COMP. TOCONAO/TALABRE	ASC-T/T	2	2	1	4	1
ACUÍF. COMUNIDAD INDIG. TOCONAO	AT1-AT9	1	33	8	34	9
ACUÍF. COMUNIDAD IND. TALABRE	ATA1-ATA6	1	20	5	21	3
ACUÍF. SEC. COMP. SOCAIRE/PEINE	ASC-S/P	0	2	1	2	1
ACUÍF. COMUNIDAD .IND. SOCAIRE	AS1-AS9	8	2	1	10	7
ACUÍF. COMUNIDAD .IND. PEINE	AP1	0	3	1	3	1
ACUÍF. COMUNIDAD .IND. CAMAR	AC1-AC4	4	0	0	4	1
ACUÍF. SALAR IMILAC	ASI	1	0	0	1	1
TOTAL		60	204	51	264	58

La muestra definitiva de humedales incluyó a aquellos correspondientes a sitios Ramsar que fueron el Salar de Tara, Sistema Hidrológico de Soncor, Salar de Aguas Calientes IV y Salar de Pujsa.

En la Figura 23 se destaca en color amarillo las muestras seleccionadas del total de humedales (color azul).

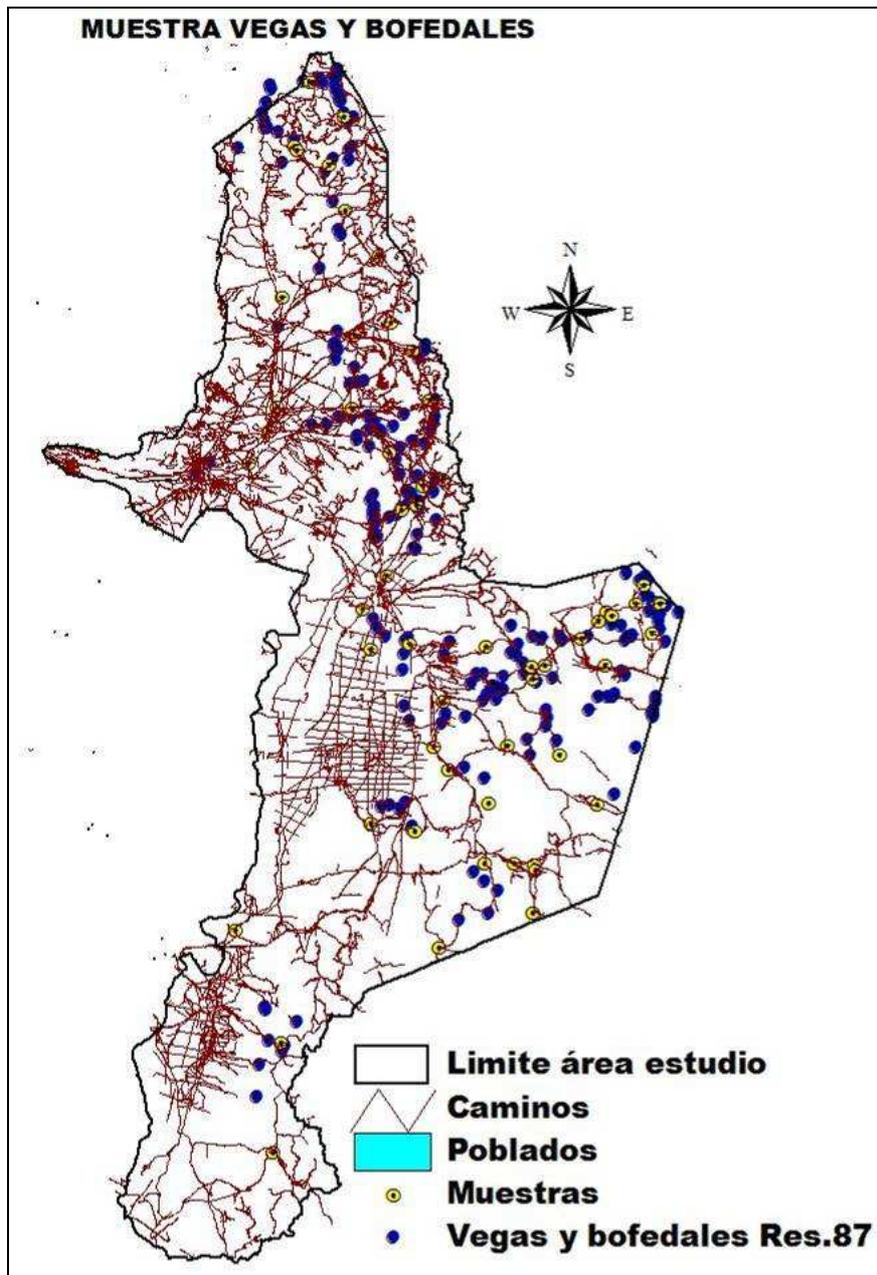


Figura 23. Vegas y Bofedales seleccionados

En la Tabla 4 se identifican los humedales que integran la muestra seleccionada con el correspondiente criterio de selección, código de mapa donde está ubicado y si existe intervención antrópica

Tabla 4. Muestra y criterios de selección

NUM_RESOL_86	NOMBRE	MAPA	SELECCION	INTERVENCION_ANT
7	Salar de Alconcha	1	AF2	NO
19	Amincha	1	AF7	SI
27	Quenuales	1	AL7	S/I
30	Vega Chaihuiri	1	AL4	S/I
34	Laguna del Leon	1	AL8	NO
37	Cebollar	2	AF10	S/I
40	Borde Sureste Ascotan	2	AF11	S/I
42	Taira (Rio Loa)	2	AL7	S/I
43	Colana	0	AL8	S/I
46	Ojo de San Pedro	3	AL12	NO
52	Inacaliri	3	AL11	NO
61	Linzor 2 (Bajo)	3	AL18	S/I
62	Lasana	0	AL19	S/I
63	Turi	3	AL17	SI
78	Chiu Chiu	0	AL25	SI
86	Chita 1	3	AL24	SI
89	Rio Loa - Salar de Rudol	4	AL26	S/I
95	Ojos de Putana	5	ASP5	SI
96	Putana	5	ASP5	SI
109	T Chita	5	ASP5	SI
110	Machuca	5	ASP5	SI
116	Penaliri	5	ASP5	NO
131	Calar	5	ASP12	SI
134	Quebrada Tres Vertientes	7	AF12	NO
138	Pampa Amarilla	7	AF13	NO
139	Laguna Colorada	7	AF14	S/I
142	Oyape	6	ASAC	S/I
144	Tara	7	AT9	S/I
148	Salar de Tara 1	7	AT9	NO
150	Huailitas	7	AT9	S/I
157	Laguna Helada	7	AT9	SI
168	Aguas Calientes 3	7	AT6	NO
175	Tambillo	6	ASAT	SI
176	Hornar	6	AT2	NO
177	Tebinquinche	6	ASAS	NO
183	Quilapana	7	AT8	NO

NUM_RESOL_86	NOMBRE	MAPA	SELECCION	INTERVENCION_ANT
184	Pujsa Norponiente	7	AT7	SI
185	Alitar 2	7	AT7	SI
195	Acamarachi Chica	7	ATA4	NO
212	Soncor	6	ASC1	NO
227	Laguna Lejia	8	AC4	SI
228	Caspana	8	AS1	SI
231	Sucultur	9	ATA6	NO
233	Quiusuna	8	AS3	S/I
237	Miscanti	8	AS5	NO
238	Lari	9	AF21	NO
242	Tilopozo	8	ASAP	SI
245	Tulan	8	AP1	NO
246	Tapur	0	AS6	NO
247	Aguas Calientes 5	0	AS7	NO
248	Tuyajto 2	10	AS8	S/I
249	Tuyajto 1	10	AS8	NO
254	Incahuasi 3	10	AF22	NO
256	Imilac	11	ASI	S/I
257	Pular	10	AF25	S/I
262	Chuculaque	11	AF28	NO
267	Aguas Calientes 6	12	AF32	S/I

S/I: SIN INFORMACIÓN

5.3.2 Cartografía base, DEM y material de terreno

La cartografía de terreno estuvo constituida por un plano general, escala 1:150.000 conformado por 8 partes, con la imagen satelital Landsat TM del año 2008 como carta base en la primera campaña y fondo imagen ASTER en la segunda campaña, curvas de nivel espaciadas cada 500 m., caminos pavimentados, ríos y quebradas principales, localidades urbanas, caseríos principales y humedales muestra (Figura 24).

Como material de apoyo se preparó cartografía escala 1:10.000 para cada uno de los 58 humedales muestras, utilizando como fondo imágenes satelitales de alta resolución, del satélite Quick Bird, multiespectral de 2,4 m de resolución e imágenes IKONOS para el caso de aquellos humedales muestra que no estaban cubiertos por las imágenes Quickbird, las que se bajaron del Google Earth y fueron georeferenciadas.

Un ejemplo de imagen Quickbird se presenta en la Figura 25 donde se aprecia en color rojo la vegetación, verde y azul el agua, en color blanco las sales y café suelo desnudo.

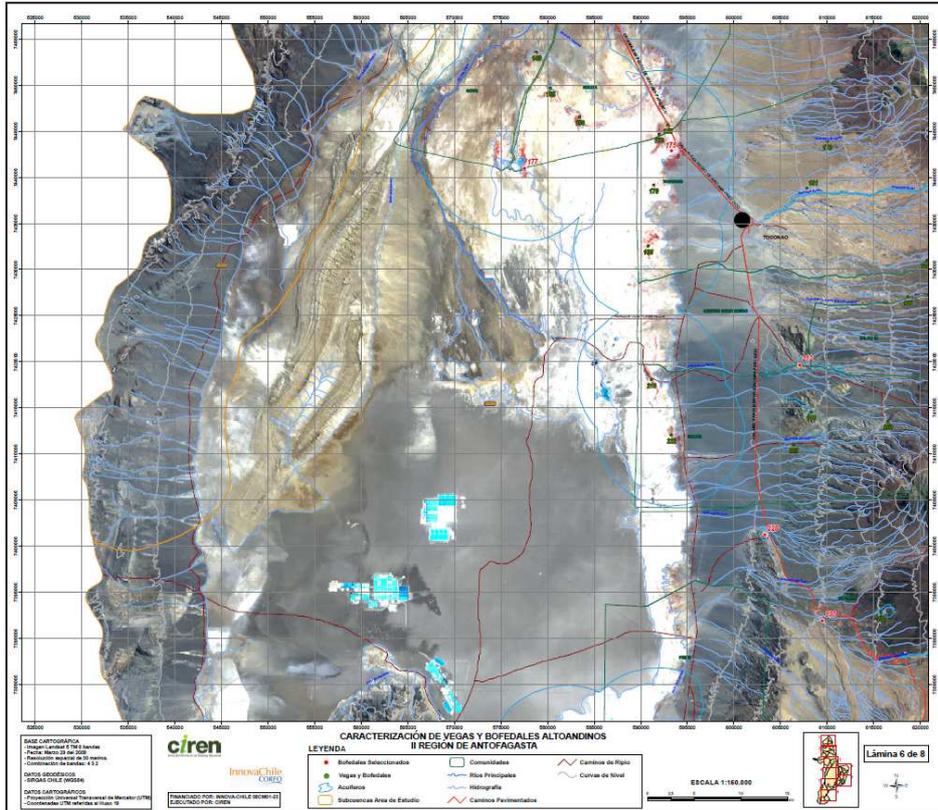


Figura 24. Mapa 6 de terreno

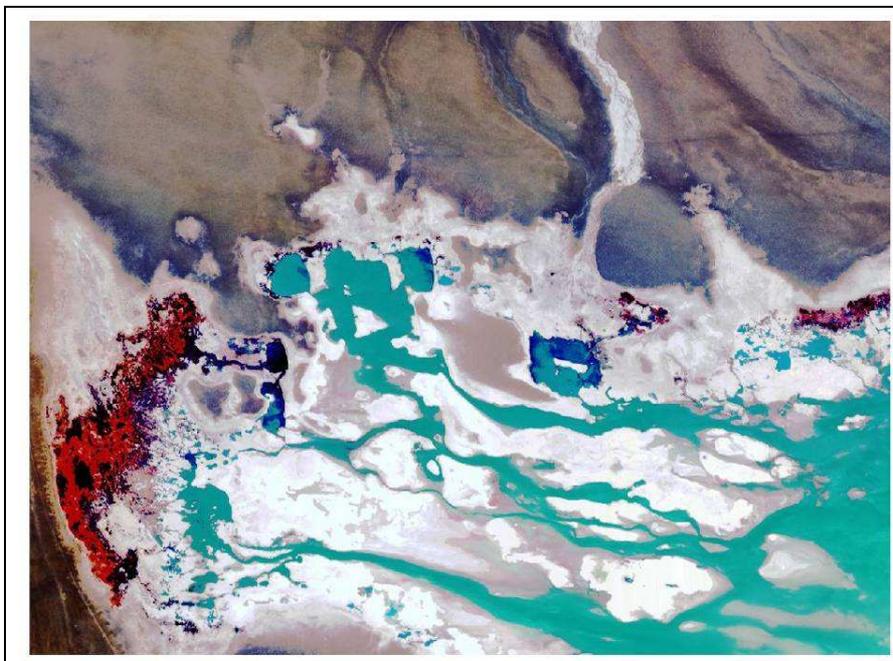


Figura 25. Imagen Quick Bird Salar de de Pujsa, composición RGB 432

5.3.3 Levantamiento de información Espacial (cartográficas)

Para el levantamiento de las variables espaciales, las visitas a terreno se realizaron en dos épocas del año. La primera fue durante el mes de Octubre del 2009 y la segunda en Agosto del 2010. Los objetivos en lo referente a esta variable fueron los siguientes:

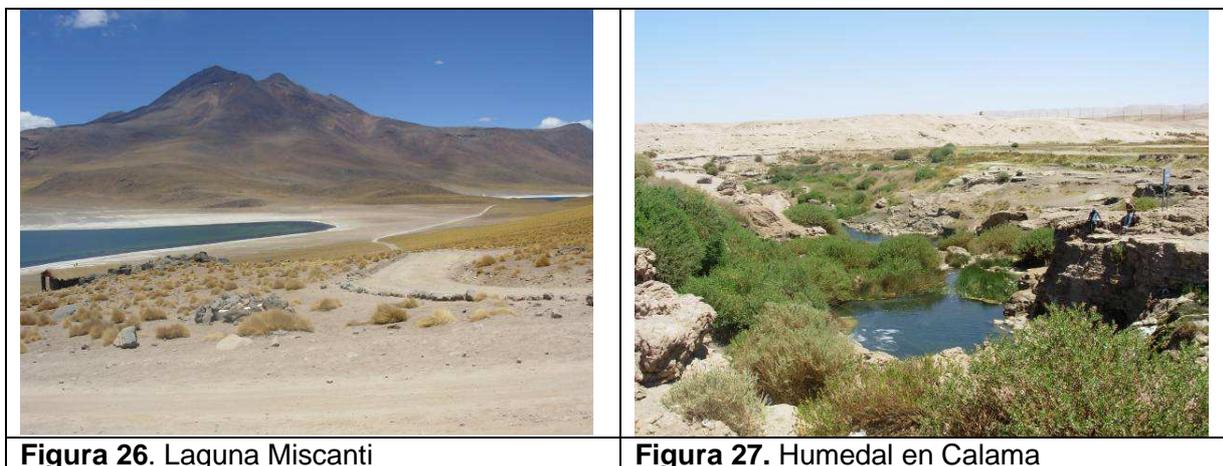
- Caracterizar en forma general las vegas y bofedales.
- Analizar el contexto espacial donde se localizan

Participaron los siguientes profesionales:

- Ingenieros Agrónomos, Sra. Marión Espinosa y Sr. Rodolfo Freres
- Ingenieros Civiles, Sra. Ana Maria Bustamante y Sr. José Luis Gómez
- Ingeniero Ambiental, Srta. Claudia González
- Bibliotecaria, Sra. Verónica Poblete
- Cartógrafos, Sra. Paz Maria Vargas y Sr. Gabriel Ortiz.

Se definió un óptimo de 5 humedales a visitar por día, pero en terreno se vio que no es posible en algunos casos cumplir esta meta, por las grandes distancias a recorrer y las condiciones geográficas y climáticas que presenta el área de estudio.

En las Figuras 26 y 27 se presentan fotos de dos humedales del área de estudio: Laguna Miscanti y el humedal de Calama respectivamente. La primera se ubica a una altitud cercana a los 4.800 m.s.n.m. en contra del segundo que se ubica en las proximidades de la ciudad de Calama a cerca de 2.500 m.s.n.m. Se aprecia claramente los cambios de paisaje, tipo de vegetación, presencia o ausencia de salinidad dada principalmente por las características altitudinales.



En una ficha de terreno diseñada para ello, se recogió información de las características del cuerpo de agua, presencia y estado de la vegetación existente, presencia o ausencia de animales, intervención antrópica y características del paisaje como intervención ecosistémica. En la Figura 28 se muestra un ejemplo de llenado de la ficha.

FICHA TERRENO

Nombre Vega / Bofedal:			
Código 2001:	96	177	
Visitado por:	RF, MPV	Hora	15 HORAS
Fecha:	24-10-2009		
Nombre del Sector:	Putana	Dimensiones	300*3000m
Cód. Carta IGM:		Topografía (1)	1 a 5 % Plano inclinado
Coordenadas Este	598747	Altitud	4.242
Coordenadas Norte	75079881	Profundidad máxima	
Ocurrencia de Agua:	Si	Espejo de agua:	Considerable
Superficie	300*3000m	Clima (2)	Despejado
Perímetro promedio		Forma	Irregular
Presencia Sales en superficie (costras): Abundantes			
Grado de naturalidad: Intervenido antrópicamente, se observa construcciones (refugio), relave, suelo removido y acumulado			
Heterogeneidad espacial (d)		Paisaje homogéneo (vega y salar)	
Conectividad intersistémica:			
Continuo			
Presencia zona buffer (franja continua vegetación asociada cuerpo de agua sup. 12 m.)			
Si, vega			
Toma de radiometría: (describir objeto, nombre archivos)			
NO			
(1) Plano, ondulado, de cerros, etc. (2) despejado, nublado, parcial, lluvia, etc.			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal	Especies dominantes	Cobertura	
Bofedales típicos, no arbustivo	Llaretas, coiron, paja brava	Sobre 50 %	
% suelo desnudo	Menos de 50 %	% Piedras	Fotografía Número
Observaciones toma radiométrica (nombre archivo, objeto, características imagen)			
NO			
Condiciones regulares			
Características Fauna			
Encargado:			
Observaciones		Fotografía Número	
Presencia de camélidos (vicuñas, guanacos), roedores y aves.			
Características Antrópicas			
Encargado:			
Uso:			
Se observa construcciones (refugio), relave, suelo removido y acumulado			
Observaciones			
			Fotografía N°

Figura 28. Ejemplo de Ficha de terreno

5.3.4 Levantamiento de información de variable Flora y Vegetación

En Abril de 2010 se realizó la campaña de terreno para levantar información de la variable flora y vegetación, en la cual participaron los siguientes profesionales y expertos temáticos:

- Ing. Agrónomo Sr. Victor Alfaro
- Ing. Agrónomo Sr. Luis Faúndez

El objetivo de esta campaña fue caracterizar la flora y vegetación asociada a las vegas y bofedales altoandinos de la región de Antofagasta, incluyendo además la elaboración de fichas técnicas con la información descriptiva de los humedales.

Los humedales visitados representan los distintos sistemas altoandinos existentes que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de los sistemas vegetacionales azonales hídricos altoandinos.

Tipo de Humedal	Característica	Salinidad	Aporte Hídrico	Arquitectura de Crecimiento
Bofedal	<i>Altoandinos:</i> superior a los 3500 m	<i>No salino:</i> Afloramientos salinos < a 5%	Saturación de sustrato permanente	Crecimiento de especies no cespitoso, en cojín. Pastos bajos de crecimiento muy compacto.
		<i>Salino:</i> Afloramientos salinos > a 5%	Saturación de sustrato permanente.	
Pajonal Hídrico	<i>Altoandinos:</i> Superior a los 3500 m	<i>No salino:</i> Afloramientos salinos < a 30%	Saturación de sustrato en época estival.	Especies con crecimiento cespitoso, formando champas con alturas de crecimiento mayores a 40 cm.
		<i>Salino:</i> Afloramientos salinos > a 30	Saturación de sustrato en época estival.	
Vega	<i>Baja y mediana altitud:</i> bajo los 3500 m	<i>No salino:</i> Afloramientos salinos < a 20%	Contenido de agua del sustrato al menos en capacidad de campo en época estival.	Especies rizomatosas, formando un césped corto con alturas inferiores a los 40 cm.
		<i>Salino:</i> Afloramientos salinos > a 20%	Contenido de agua del sustrato bajo o completamente saturado.	
	<i>Altoandinas:</i> Superior a los 3500 m	<i>No salino:</i> Afloramientos salinos < a 20%	Contenido de agua del sustrato al menos en capacidad de campo en época estival.	
		<i>Salino:</i> Afloramientos salinos > a 20%	Contenido de agua del sustrato bajo o completamente saturado.	
Ripariano	Asociado a las riberas de los cursos de agua de régimen lóxico.	<i>No salino:</i> Afloramientos salinos < a 20%	Curso de agua temporal solo en época estival	Especies con crecimiento variable, formando estratas con alturas variables.
			Curso de agua permanente	
		<i>Salino:</i> Afloramientos salinos > a 20%	Curso de agua temporal solo en época estival	
			Curso de agua permanente	

Las unidades de vegetación azonal fueron evaluadas y caracterizadas en terreno en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas. En el caso de la vegetación se evaluó el porcentaje de cubrimiento y las alturas medias de los doseles de cada uno de los estratos herbáceos constituyentes.

La evaluación florística consideró la caracterización de la contribución específica mediante determinación visual de los porcentajes de participación relativa en las distintas formaciones. En este caso, se fijó una parcela circular de 5,6 metros de diámetro (100 m²) en la cual se registraron todas las especies de flora vascular presentes al interior de ella. Por último se realizó un recorrido en el entorno inmediato a la parcela a fin de determinar la presencia de especies no registradas en la parcela, en ambos casos se colectaron fragmentos de aquellas especies conflictivas en su identificación taxonómica para su posterior determinación en gabinete.

El trabajo en gabinete consistió en procesar la información recopilada, la cual fue digitada en las respectivas fichas de terreno, permitiendo su ordenamiento y posterior clasificación. Cada humedal visitado, fue catalogado según la composición vegetal, florística y condiciones ambientales.

Las especies colectadas de difícil identificación, fueron determinadas en laboratorio a través de revisiones bibliográficas de los distintos géneros. Luego de ser determinadas se ingresaron en los formularios de terreno y por último, se creó el listado de especies dominantes y el listado taxonómico de las especies de flora vascular detectadas en los humedales.

La información levantada en terreno de la variable Flora y Vegetación fue ingresada al sistema SITHA y a la Colección Digital de Humedales Altoandinos del Proyecto.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de los humedales visitados, su clasificación, formación vegetal y las especies dominantes.

Tabla 6: Cuadro resumen de los sistemas vegetacionales azonales hídricos altoandinos visitados.

Tipo de humedal	Nº de Humedales	Nombre del Sector	Nº Resolución	Fomacion Vegetal	Especies Dominantes	% Sales
Bofedal no salino	3	Ojos de Putana	95	H ₁ H ₄ H̄ ₅	de dr / db / oa	< 5
		T-Chita	109	H ₂ H̄ ₅	fd / oa	< 5
		Machuca	110	H̄ ₆	ep cm oa	< 5
Bofedal salino	8	Salar de Alconcha	7	H ₃ H̄ ₄	fd / dv cm oa za wi pf	> 5
		Cebollar	37	H̄ ₆	za pf ar	> 5
		Huailitas	150	H ₂ H̄ ₃	dv / za pf	20
		Aguas calientes 3	168	H ₃ H̄ ₃	fd / za pf tc ba	> 5
		Pujsa Norponiente	184	H ₂ H̄ ₅	dv / oa	> 5
		Alitar 2	185	H̄ ₅	oa dc	> 5
		Acamarachi Chica	195	H ₃ H̄ ₄	dd / oa db	40
		Tuyajto 2	248	H ₃ H̄ ₅	pf / za	20
Pajonal hídrico no salino	8	Amincha	19	H ₄	fd de / sl	< 30
		Queñuales	27	H ₄ H̄ ₅	fd de / oa ar ep lo	< 30
		Chaihuiri	30	H ₄ H̄ ₅	fd de / oa ar ep lo	< 30
		Colana	43	H ₆ H ₄ H̄ ₂	di fd / jb / pd	< 30
		Inacaliri	52	H ₃ H ₄ H̄ ₄	Pl / fd / pd	< 30
		Linzor 2	61	H ₂ H ₄ H̄ ₂	Pl / fh / oa	< 30
		Quepiaco	163	H ₆ H̄ ₂	dp dr / oa	4
		Aguas Calientes 6	267	H ₄ H ₃ H̄ ₄	de fd / pf / za	5

Tipo de humedal	II° de Humedales	Nombre del Sector	II° Resolución	Formación Vegetal	Especies Dominantes	% Sales
Vegas de Baja y Mediana Altitud						
Vega salina	10	Turi	63	H ₄ H ₃	jb / dt	> 20
		Peñailiri	116	L _{B3} (H ₃) H ₄ H ₃ H ₃	Lh / cj / fd / jb / pd	25
		Oyape	142	H ₄	ta ph	55
		Tambillo	175	H ₄	dh	30
		Tebinquinche	177	H ₅ H ₄	bmjb / dt	> 20
		Quelana	222	H ₃ H ₁	ta / dt	80
		Caspana	228	H ₄ H ₄ H ₃	bj ta / sa / dh	> 20
		Pelao	236	H ₄	ta	60
		Tilopozo	242	H ₆	bj sa	> 20
		Imilac	256	L _{B2} H ₅ H ₂	Lh / jb / dd	> 20
Vegas Altoandinas						
Vega no salina	1	Putana	96	H ₃ H ₆	de / za dp	< 20
Vega salina	11	Laguna del León	34	H ₅	sv tc	> 20
		Borde sureste Ascotan	40	H ₆	pf	> 20
		Ojo de San Pedro	46	ZD		> 20
		Chita-1	66	H ₂ H ₅	df di / pd lm lo	25
		Tara	144	H ₄ H ₄	dv / za cm tc ba	> 20
		Salar de Tara	148	H ₃	dv fd	40
		Quilapana	183	H ₄ H ₅	fd dv / dy zm ds	35
		Laguna Lejia	227	H ₃	pf	65
		Sucultur	231	H ₅ H ₃	dy pf dv / za	20
		Aguas Calientes 5	247	H ₄ H ₂ H ₃	jb / fd / an za	> 20
		Tuyajito 1	249	H ₄	pf	20

En la tabla 7 se presenta el listado de las especies dominantes y su respectiva codificación.

Tabla 7. Codificación de las especies dominantes.

<i>Bs: Baccharis scandens</i>	<i>ar: Arenaria rivularis</i>
<i>Lh: Lycium humile</i>	<i>an: Amphiscirpus nevadensis</i>
<i>Pl: Parastrephia lucida</i>	<i>ba: Baccharis acaulis</i>
	<i>bj: Baccharis juncea</i>
	<i>bm: Bolboschoenus maritimus</i>
	<i>cm: Carex maritima var. maritima</i>
	<i>cj: Cortaderia jubata</i>
	<i>db: Deyeuxia breviaristata</i>
	<i>dp: Deyeuxia chrysantha var. phalaroides</i>
	<i>dc: Deyeuxia chrysophylla</i>
	<i>dy: Deyeuxia chrysostachya</i>
	<i>dd: Deyeuxia deserticola var. deserticola</i>
	<i>de: Deyeuxia eminens var. eminens</i>
	<i>di: Deyeuxia eminens var. inclusa</i>
	<i>df: Deyeuxia eminens var. fulva</i>
	<i>dr: Deyeuxia rigida</i>
	<i>ds: Deyeuxia spicigera var. spicigera</i>
	<i>dv: Deyeuxia velutina var. velutina</i>
	<i>dh: Distichlis humilis</i>
	<i>do: Distichlis scoparia</i>
	<i>dt: Distichlis spicata var. spicata</i>
	<i>ep: Eleocharis pseudoalbibracteata</i>
	<i>fd: Festuca deserticola</i>
	<i>fh: Festuca hypsophila</i>
	<i>in: Isolepis nigricans</i>
	<i>jb: Juncus balticus</i>
	<i>js: Juncus stipulatus var. stipulatus</i>
	<i>lm: Lilaopsis macloviana</i>
	<i>lo: Lobelia oligophylla</i>
	<i>oa: Oxychloe andina</i>
	<i>ph: Phragmites australis</i>
	<i>pd: Phylloscirpus deserticola</i>
	<i>pa: Polypogon australis</i>
	<i>pf: Puccinellia frigida</i>
	<i>sv: Sarcocornia pulvinata</i>
	<i>sa: Schoenoplectus americanus</i>
	<i>sp: Schoenoplectus pungens</i>
	<i>sl: Stipa leptostachya</i>
	<i>ta: Tessaria absinthioides</i>
	<i>tc: Triglochin concinna</i>
	<i>wi: Werneria incisa</i>
	<i>za: Zameioscirpus atacamensis</i>
	<i>zm: Zameioscirpus muticus</i>

A continuación se presenta una Descripción general de la Vegetación existente

Bofedal no salino

De los 49 humedales registrados con información, tres pertenecen a esta categoría (equivalentes al 6,2%). En el piso inferior se encuentra la especie *Oxychloe andina*, formando cojines de altura extremadamente baja y con amplios cubrimientos cercanos al 75% en promedio, siendo la estrata representativa de estos humedales. Además, en estos casos, presentan una estrata herbácea compuesta por especies del género *Deyeuxia* y *Festuca* de tipo baja, es decir, inferior a 50 cm de altura, con cubrimientos muy escaso (menor al 5%). La condición actual observada, varía entre malo a bueno, debido principalmente a la intervención antrópica producto del pastoreo.

Bofedal salino

Se describieron ocho (8) humedales correspondientes a esta clasificación, con una participación porcentual equivalente al 16,3% de los sistemas evaluados. Característico de estos humedales, es la presencia de una estrata extremadamente baja, con cubrimientos promedio del tipo poco denso. Las especies típicas de esta estrata son *Zameioscirpus atacamensis* y *Oxychloe andina*, eventualmente es posible encontrar en menor proporción *Puccinellia frigida*. Los Bofedales salinos prospectados presentan estratas de muy baja altura y porcentajes de cubrimientos inferiores al 25%, compuestos principalmente por *Festuca deserticola* y *Deyeuxia velutina*. En general se encuentran en buenas condiciones y no presentan rasgos significativos de intervención.

Pajonal hídrico no salino

Se registraron ocho (8) formaciones correspondientes a esta clasificación, equivalentes al 16,3%. El pajonal hídrico se caracteriza por presentar una estrata herbácea de altura media (entre 50 a 100 cm) con cubrimientos de tipo claro a poco denso (60% en promedio). Las especies que componen la formación pertenecen a la familia *Poaceae*, específicamente a los géneros *Deyeuxia* y *Festuca*. Ocasionalmente, en las zonas pertenecientes al ecotono es posible encontrar *Parastrephia lucida*, especie de tipo leñoso que se introduce a la formación de forma casual. Por último, se encuentra una estrata acompañante de altura extremadamente baja, que cubre aproximadamente el 25% de la superficie cuyas especies componentes son principalmente *Oxychloe andina*, *Eleocharis pseudoalbibracteata* y *Phylloscirpus deserticola*. En terreno se pudo observar que existe una leve intervención antrópica que no afecta significativamente a éstos humedales, por lo que es posible encontrarlos en buenas condiciones.

Vega

Del total de unidades descritas, 22 corresponden a humedades de tipo vega, esto equivale al 44,8% del total de la muestra, siendo la categoría con mayor representatividad dentro del estudio. Según la clasificación descrita anteriormente 10

pertenecen a vegas de baja y mediana altitud del tipo salino, la mayoría en sectores de altitud cercanos a los 2.500 m. Estas vegas se caracterizan por presentar una estrata herbácea de altura media (< a 100 cm) y cubrimientos de tipo claro a poco denso (cercanos al 50%). Las especies de mayor relevancia que componen ésta estrata corresponden a *Juncus balticus* y *Bolboschoenus maritimus*. En aquellas vegas con inundaciones de tipo temporal, es posible encontrar formaciones de *Tessaria absinthiodes*, especie de carácter ruderal. La estrata acompañante presenta una altura promedio de 25 cm y cubrimientos de tipo muy claro, compuesta principalmente por especies del género *Distichlis*.

Las 12 restantes pertenecen a la categoría de vegas altoandinas y se ubican en altitudes cercanas a los 4.000 m (una no salina y 11 de carácter salino). En estas unidades la estrata herbácea de mayor altura promedia los 25 cm y el porcentaje de cubrimiento varía de muy claro a claro. Las principales especies que componen esta estrata pertenecen al género *Deyeuxia* y se encuentran formando un césped parejo o constituyendo pequeños cojines herbáceos. Por último es posible encontrar una estrata extremadamente baja, compuesta por diversas especies como *Phylloscirpus deserticola*, *Zameioscirpus atacamensis* y *Deyeuxia chrysostachya* entre otras. En general, las vegas se encuentran en condiciones regulares, debido al alto grado de pastoreo existente.

Ripariano no salino

Estas formaciones se encuentran cercanas a las riberas de los ríos y tienen una alta intervención antrópica. Las unidades pertenecientes a esta categoría son ocho (8) y corresponden al 16,3% del total prospectado. Dentro de ésta, es posible separar aquellos humedales con aporte hídrico de tipo permanente o de aquellos de tipo temporal; éstos últimos se encuentran en sectores de quebradas y solo mantienen agua en época estival, pertenecientes a esta categoría se encuentran los humedales de Quiusuna y Tulan. Estos humedales presentan una gran variedad de estratas vegetacionales, en donde la de mayor altura corresponde a *Cortaderia jubata* (Cola de Zorro), una especie herbácea de fácil reconocimiento y característica de la zona, la que forma una estrata de tipo alta (100 a 200 cm) y de escaso cubrimiento (10%). La estrata siguiente, muestra una altura media con cubrimientos promedio del 50% y una de las especies dominantes es *Juncus balticus*. Aquellos sectores que presentan un alto grado de intervención, la estrata se encuentra formada principalmente por *Tessaria absinthiodes*. Por último, las estratas de menor altura varían de muy baja a extremadamente baja y cubrimientos densos (en sectores de alta humedad) a escaso. Considerando que estos sectores se encuentran constantemente bajo pastoreo, su condición actual es regular a buena.

Levantamiento de Información de Flora

Se efectuó el levantamiento de información florística en cada uno de los humedales descritos, registrando la presencia de todas las especies vasculares existentes en el lugar al momento de la evaluación. Junto con lo anterior, y de modo complementario,

se colectaron fragmentos para su posterior determinación taxonómica en laboratorio. El listado taxonómico y el estado de conservación de las especies de la flora vascular se encuentran en los Anexo 2 y Anexo 3 respectivamente, del Informe Final entregado por los ingenieros especialistas, con fecha 15 de julio 2010 Además, en los anexos 4 y 5 de dicho informe están las fichas de terreno y las fotografías de los humedales visitados en el terreno..

Como resultado se determinaron 81 especies de la flora vascular, donde 1 especie pertenece a la División *PTERIDOPHYTA* (*Azolla filiculoides*) y 80 especies a la División *MAGNOLIOPHYTA*. Dentro de esta última se encuentra la clase *Liliopsida* (monocotiledóneas) donde se registraron 49 especies y las familias con mayor número de especies determinadas en esta sub-división son: *Cyperaceae* con 13 especies equivalentes al 16% del total de la flora vascular registrada, y las *Poaceae* con 27 especies que equivalen al 33%. En esta última familia, el género *Deyeuxia* aporta un total de 13 especies, convirtiéndose en el género con mayor diversidad.

En la clase *Magnoliopsida* (dicotiledóneas) se determinaron 32 especies, equivalentes al 39,5% del total de la flora vascular. La familia con mayor representatividad dentro de esta clase es la *Asteraceae* con nueve (9) especies registradas, equivalentes al 11% del total general, siendo el genero *Baccharis* el que cuenta con el mayor numero de entidades (4 especies).

La gran mayoría de las especies determinadas, tienen una distribución geográfica que abarca a los países vecinos por lo que son autóctonas no endémicas. Solo dos (2) especies de las encontradas son introducidas; *Melilotus indicus* y *Rumex sp.* Con respecto al estado de conservación de las especies estas no han sido sometidas a algún proceso de clasificación y, a la fecha, no se cuenta con información que permita realizar algún tipo de evaluación de su estado.

Como conclusión de lo obtenido en esta actividad se puede señalar que durante dos semanas se visitaron y describieron 48 sistemas vegetacionales azonales hídricos de una muestra de 51 humedales, y que el humedal N° 49 fue descrito en laboratorio con datos de terreno de años anteriores. En base a los datos recopilados, se elaboró un listado con la clasificación de los humedales prospectados, además de una ficha técnica con las principales características de cada sitio y el listado de especies vasculares presentes en el área.

El análisis de los datos de terreno, reveló que el mayor número de humedales visitados corresponde al tipo Vega, con un total de 22 sitios equivalentes al 44,8% del total registrado. Las especies vegetales que componen estos sistemas pertenecen a las familias *Cyperaceae*, *Juncaceae* y *Poaceae*, y se encuentran formando estratas bajas con cubrimientos variables entre claro a poco denso.

Los Bofedales corresponden al segundo grupo con mayor registro, aportando un total de 11 sitios equivalentes al 22,5%. Estos sistemas se caracterizan por presentar formaciones herbáceas extremadamente bajas, con una fisonomía de cojines

compactos ya sea de *Oxychloe andina* y/o *Zameioscirpus atacamensis*. Complementando esta arquitectura, es posible encontrar especies acompañantes de crecimiento cespitoso pertenecientes en su gran mayoría a la familia *Poaceae*.

Los sistemas de tipo Pajonal hídrico no salino, corresponden a 8 sitios equivalentes al 16,3%. Estas formaciones están compuestas por especies de la familia *Poaceae*, principalmente *Festuca deserticola* y *Deyeuxia eminens* con alturas cercanas a los 100 cm y cubrimientos de tipo claro.

Los humedales de tipo Ripariano comprenden el 16.3% restante (8 sitios); estos sistemas presentan estratas herbáceas variables, con alturas máximas cercanas a los 2 m y mínimas inferiores a 5 cm. Su composición también es variable, siendo posible encontrar sectores con amplias comunidades de *Tessaria absinthiodes*, especie que se caracteriza por colonizar áreas de carácter ruderal.

La flora vascular detectada y determinada, comprende un total de 81 especies. Las cuales se encuentran clasificadas según su División, Clase, Familia y Especie. En la División *PTERIDOPHYTA*, solo se determinó una especie (*Azolla filiculoides*), el resto pertenece a la División *MAGNOLIOPHYTA*. En esta última se encuentra la clase *LILIOPSIDA*, a la cual pertenecen dos grandes familias propias de los humedales: *Cyperaceae* y *Poaceae*. En general, no existe información con respecto al estado de conservación de las especies, por lo que es difícil establecer un criterio de vulnerabilidad.

Se presentan 8 fotografías de la vegetación de distintos humedales visitados.



Fotografía 1. Salar de Alconcha.



Fotografía 2. Amincha.



Fotografía 3. Queñuales.



Fotografía 4. Chaihuiri.



Fotografía 5. Laguna del León



Fotografía 6. Rudolf.



Fotografía 7. Vega de Turi.



Fotografía 8. Taira.

5.3.5 Levantamiento de información de variable Fauna

El levantamiento de información de fauna en terreno, para los humedales muestra, cumplió los siguientes objetivos:

- Caracterizar la fauna asociada a vegas y bofedales.
- Analizar la representatividad y singularidad de la fauna encontrada respecto a la fauna general del norte de Chile.

Los profesionales que participaron en el levantamiento de la fauna fueron:

- Sr. Juan Carlos Torres-Mura, Biólogo
- Sr. Gonzalo Gonzalez, Biólogo

Se recorrieron un total de 42 humedales muestras en los cuales se determinó los hábitat más característicos, se verificó la asociación de la fauna con vegas y bofedales y se estableció la presencia de la fauna, incluyendo, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Además se registró si había intervención antrópica expresada en presencia de animales domésticos u otras actividades (ej. extracción de agua, presencia de basura, construcciones, etc.).

Marco Biogeográfico del Área de Estudio

La diversidad de la flora y la fauna del norte de Chile se encuentran fuertemente determinadas por la escasa disponibilidad de agua y por el relieve montañoso. El efecto del suministro hídrico es tal, que una amplia región del norte de Chile es denominada Zona Xeromórfica, en contraposición con las Zonas Mesomórfica (centro) e Higromórfica (sur). Toda el área se caracteriza por un clima cálido y seco, prácticamente sin precipitaciones. La presencia de este gran desierto se relaciona con el relieve, los patrones globales de circulación de vientos y la corriente oceánica fría de Humboldt. Además existen diversas condiciones locales o regionales que modifican las características del desierto, por lo que este es heterogéneo.

En la Región de Antofagasta se puede distinguir desde la costa hacia la cordillera: el Desierto Costero, el Desierto Absoluto, el Desierto Andino y la Puna.

El Desierto Costero se extiende como una angosta franja a lo largo de gran parte de la costa de las regiones nortinas. Debido a que prácticamente no existe planicie litoral, la cordillera de la Costa cae abruptamente al mar. Esto, sumado a la existencia de una capa de inversión térmica entre aproximadamente los 800 y 1000 m de altura, permite que la humedad del mar, que llega a la zona en forma de camanchaca (neblinas), se condense y quede al alcance de las plantas. Esta humedad faculta en algunas zonas el desarrollo de comunidades arbustivas bajas. Entre la fauna más característica puede mencionarse los lagartos corredores del género *Microlophus*. En sectores rocosos con vegetación habitan roedores herbívoros del género *Phyllotis* y omnívoros como

Abrothrix sp. Entre las aves se encuentran granívoras del género *Phrygilus* e insectívoras del género *Muscisaxicola*.

Más al interior, en la zona comprendida entre la Cordillera de la Costa y los primeros contrafuertes de los Andes, se encuentra el Desierto Absoluto. El relieve es prácticamente plano (pampa), con una altura entre 1.000 y 2.000 m, y en grandes áreas el suelo está recubierto por una costra salina. Las precipitaciones no existen, el aire es extremadamente seco y hay grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche. La vida está ausente en grandes extensiones y sólo aparece donde hay alguna disponibilidad de agua por afloramiento de napas freáticas o por algún río.

En la vertiente oeste de los Andes, entre los 2.000 y 3.500 m de altitud se produce un mayor aporte hídrico debido a precipitaciones en la cordillera (humedad proveniente del este) y gracias a ello se desarrolla la región biogeográfica del Desierto Andino. Las diferencias de altura y la mayor disponibilidad de agua permiten el desarrollo de comunidades estratificadas, que aparecen a diferentes alturas en relación directa con la mayor disponibilidad de agua (Mann, 1960). Entre la vegetación viven reptiles como *Liolaemus constanzae* y dragones del género *Phrynosaura*. Entre las aves puede mencionarse el chorlo de campo *Oreopholus ruficollis*, y la tórtola cordillerana *Metriopelia melanoptera*. También cabe mencionar al guanaco, *Lama guanicoe* y la saltaneja *Ctenomys fulvus*, entre los mamíferos.

Sobre los 3.500 m de altitud se desarrolla la provincia biogeográfica de la Puna que recibe influencias hídricas provenientes del lado oriental de los Andes y que presenta precipitaciones en verano (condición conocida como "invierno boliviano"), lo que permite el desarrollo de una cubierta vegetal conformada por arbustos y hierbas. La Puna, descrita como Comunidad Clímax de la Puna por Mann (1960), está caracterizada, desde el punto de vista de la fauna, por especies corredoras como el suri (*Pterocnemia pennata*), y la vicuña (*Vicugna vicugna*), y especies cavadoras como los chululos (roedores del género *Ctenomys*) y las bandurrias (pajarillos del género *Upucerthia*). A ellas se agrega la vizcacha (*Lagidium peruanum*), especie cordillerana que se encuentra en las zonas rocosas de la puna y también en zonas andinas más bajas.

En la parte andina del área de estudio las condiciones locales están representadas por salares o algunos ríos, donde se encuentra vegetación azonal asociada a ellas (vegas y/o bofedales). Sin embargo la mayor parte de la superficie corresponde a laderas xéricas con cobertura muy variable de matorrales y/o coironales.

Metodología

Para generar un catastro de las especies potenciales en el área de estudio, se realizó una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona norte de Chile y específica en relación al área de estudio. Se revisó también, las bases de datos de las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural (considerando las especies citadas en Núñez, 1992; y Torres-Mura, 1991). Además se consultó los trabajos generales de Jaksic (1996), Lazo y Silva (1993), Simonetti et al. (1995) y Torres-Mura (1994) que

contienen una extensa bibliografía, los resultados del “Proyecto Sectorial Biomas y Climas Terrestres y Marinos del Norte de Chile (Spotorno et al, 1998, Rau et al., 1998, Veloso y Núñez, 1998, Marquet et al., 1998) y como una fuente adicional se revisó las páginas bibliográficas de Enrique Silva en la red global (www.bio.puc.cl/auco).

Para establecer el estado de conservación de la fauna se consideró el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres aprobado por el Decreto Supremo N° 75 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y que establece el procedimiento para la clasificación de especies de flora y fauna silvestre. Específicamente se utilizó los Decretos Supremos N° 151 de diciembre de 2006, N° 50 y N° 51 de junio 2008 del MINSEGPRES. En forma complementaria, para el estado de conservación de la fauna de especies no clasificadas por los mencionados decretos supremos, se consideró los estados consignados en la Ley de Caza y su Reglamento (Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998, SAG 2008), que contienen un listado de los vertebrados terrestres de Chile. La clasificación mencionada, usa las categorías “En Peligro, Vulnerable, Rara, Inadecuadamente Conocida y Fuera de Peligro”, definiendo estados de conservación por regiones o zonas del país (en este caso Zona Norte).

La presencia de las diferentes especies de fauna se estableció, a través de métodos directos e indirectos. Para cada área visitada se utilizó la siguiente metodología específica: para anfibios, observación y búsqueda de ejemplares en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, cerca del agua, buscando bajo piedras, etc. Para reptiles, observación en días con temperaturas adecuadas y búsqueda en los lugares con mayor probabilidad de encuentro, como sectores de rocas, bajo piedras, etc. Para aves, avistamientos y/o estaciones de escucha en todo el campo visual además de registrar presencia de nidos, plumas, huevos, huesos, o egagrópilas. Para mamíferos observación de ejemplares en terreno y búsqueda de fecas, huellas y madrigueras.

En cada humedal visitado se recorrió el área realizando observaciones a ojo desnudo y con binoculares y se reconoció los hábitats disponibles distinguiendo la presencia de vegas, bofedales, pastizales, y/o cuerpos de agua. Para establecer la abundancia de las especies se realizó mínimo dos transectos de 200 m de longitud los que se recorrieron en un lapso de 10 minutos y se repitieron al menos una vez.

Humedales visitados

En la Tabla 8 se indican los 40 humedales que fueron prospectados desde el punto de vista de la fauna y además se incluye como información si se observaron en ellos algunas actividades antrópicas (= grado de intervención) en la forma de construcciones, pozos de agua o presencia de ganado doméstico (ej. camélidos, burros, cabras). En 17 de los humedales visitados (43% del total) no se registran signos de intervención, en 14 (35%) la principal modificación antrópica esta dada por la presencia de ganado doméstico, en cinco (12%) hay pozos de extracción de agua y en cuatro humedales (10%) se observan construcciones (ej. Pircas, casas).

Tabla 8. Humedales visitados en Campaña de terreno (Variable Fauna)

Nº DGA ³	NOMBRE	ESTE	NORTE	INTERVENCION
7	Salar de Alconcha	553500	7672500	SI
19	Amincha	566800	7658000	SI
27	Quenuales	547000	7646000	SI
30	Vega Chaihuri	548000	7644400	SI
34	Laguna del Leon	561100	7638900	NO
37	Cebollar	567300	7620000	SI
40	Borde Sureste Ascotan	581002	7601385	SI
42	Taira (Río Loa)	542000	7584600	SI
46	Ojo de San Pedro	571027	7569225	SI
52	Inacaliri	594500	7563100	SI
62	Lasana	539400	7540000	SI
63	Turi	570400	7539600	SI
78	Chiu Chiu	536550	7529890	SI
86	Chita 1	585200	7521400	SI
89	Río Loa - Salar de Rudolph	528145	7516898	SI
95	Ojos de Putana	607200	7510400	NO
96	Putana	599000	7508000	SI
109	T Chita	596200	7500900	SI
110	Machuca	596500	7500050	SI
116	Peñaliri	590500	7498000	SI
131	Calar	584155	7471037	SI
144	Tara	673800	7456800	NO
148	Salar de Tara 1	676000	7455000	NO
150	Río Huailitas	670600	7453000	NO
168	Aguas Calientes 3	663500	7445500	NO
175	Tambillo	593500	7443300	SI
177	Tebinquinche	577730	7441450	NO
183	Quilapana	673200	7435000	NO
184	Pujsa Norponiente	648900	7434500	NO
185	Alitar 2	643000	7434000	NO
195	Acamarachi Chica	643800	7429400	NO
227	Laguna Lejia	633200	7401800	NO
228	Vega Cass	603532	7401696	SI
231	Sucultur	654500	7398500	NO
237	Miscanti	625677	7378359	NO
238	Lari	669950	7378100	NO
242	Tilopozo	578000	7370500	SI
245	Tulan	596000	7367000	NO
246	Tapur	624400	7354200	NO
247	Aguas Calientes 5 o Talar	636365	7353860	NO
248	Tuyajto 2	644600	7353500	SI
249	Tuyajto 1	644950	7351400	SI

Composición y Diversidad de Especies

La Tabla 9 muestra la composición de la fauna indicando la distribución geográfica, el origen y el estado de conservación de cada especie. El catálogo de fauna silvestre del área está compuesto por un total de 68 especies, correspondientes a tres peces, tres

³ El número de cada humedal fue asignado por la DGA por medio de Resolución.

anfibios, 56 aves y seis mamíferos. Se incluye en el listado las especies que se observaron asociadas a las vegas y bofedales ya sea como hábitat principal (ej. Peces, anfibios, aves acuáticas) o como hábitat secundario, considerando aquellas especies que se observaron alimentándose en estas áreas como es el caso de la mayoría de los passeriformes y los mamíferos.

Tabla 9.- Vertebrados de los humedales altoandinos de la región de Antofagasta.

Especies	Nombre común	Distribución	Origen	Conservación
Clase Actinopterygii				
<i>Orestias ascotanensis</i>	Karachi de Ascotán	II	Endémica	*En Peligro
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	I-XII	Introducida	No aplica
<i>Onchorhynchus mikiss</i>	Trucha arcoíris	I-XII	Introducida	No aplica
Clase Amphibia				
<i>Telmatobius philippi</i>	Rana de Amincha	II	Endémica	No citada
<i>Telmatobius cf. halli</i>	Rana de Ascotán	II	Endémica	*Inadecuada m. Conocida +Rara
<i>Bufo spinulosus</i>	Sapo de rulo	I-VIII	Nativa	Vulnerable
Clase Aves				
Orden Ciconiformes				
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	I-XII	Nativa	No citada
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	I-XII	Nativa	No citada
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	I-XII	Nativa	No citada
Orden Phoenicopteriformes				
<i>Phoenicopus chilensis</i>	Flamenco chileno	I-XII	Nativa	Vulnerable
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Parina grande	I-III	Nativa	Vulnerable
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Parina chica	I-III	Nativa	Vulnerable
Orden Anseriformes				
<i>Chloephaga melanoptera</i>	Guayata	I-VII	Nativa	Vulnerable
<i>Lophonetta specularioides</i>	Juarjuel	I-XII	Nativa	No citada
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	I-XII	Nativa	No citada
<i>Anas georgica</i>	Jergón grande	I-XII	Nativa	Caza permitida
<i>Anas flavirostris</i>	Jergón chico	I-XII	Nativa	Caza permitida
<i>Anas puna</i>	Pato puna	I-II	Nativa	No citada
Orden Charadriiformes				
<i>Charadrius alticola</i>	Chorlo puna	I-III	Nativa	No citada
<i>Orepholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	I-XII	Nativa	No citada

<i>Phegornis mitchelli</i>	Chorlo cordillerano	I-VII	Nativa	No citada
<i>Attagis gayi</i>	Perdicita	I-XII	Nativa	Rara
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón	I-XII	Nativa	No citada
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	I-XII	Nativa	No citada
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	I-XII	Nativa	No citada
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	I-XII	Nativa	No citada
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	I-XI	Nativa	Vulnerable
<i>Recurvirostra andina</i>	Caití	I-III	Nativa	No citada
Orden Gruiformes				
<i>Fulica ardesiaca</i>	Tagua andina	I-III	Nativa	No citada
<i>Fulica cornuta</i>	Tagua cornuda	I-III	Nativa	Vulnerable
<i>Fulica gigantea</i>	Tagua gigante	I-II	Nativa	Vulnerable
Orden Passeriformes				
<i>Geositta punensis</i>	Minero puna	I-III	Nativa	No citada
<i>Geositta rufipennis</i>	Minero cordillerano	II-XI	Nativa	No citada
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurilla	I-XII	Nativa	No citada
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	I-XI	Nativa	No citada
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	I-XII	Nativa	No citada
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete atacameño	I-IV	Nativa	No citada
<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete canela andino	I-III	Nativa	No citada
<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	I-XII	Nativa	No citada
<i>Agriornis microptera</i>	Mero de Tarapacá	I-III	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona tontita	I-XII	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	I-XII	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	D. fraile	I-XII	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	D. nuca rojiza	I-VI	Nativa	No citada
<i>Muscisaxicola frontalis</i>	D. frente negra	II-X	Nativa	No citada
<i>Lessonia oreas</i>	Colegial andino	I-IV	Nativa	No citada
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	I-XII	Nativa	No citada
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina negro	I-XII	Nativa	No citada
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	I-XII	Nativa	No citada
<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	II-XII	Nativa	No citada

<i>Sicalis auriventris</i>	Chirigüe dorado	II-VII	Nativa	No citada
<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigüe verdoso	I-IV	Nativa	No citada
<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe cordillerano	I-RM	Nativa	No citada
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	I-XII	Nativa	No citada
<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	I-II	Nativa	No citada
<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte	I-IV	Nativa	No citada
<i>Phrygilus dorsalis</i>	Cometocino dorso castaño	II	Nativa	No citada
<i>Phrygilus fruticetti</i>	Yal	I-XII	Nativa	No citada
<i>Carduelis atrata</i>	Jilguero negro	I-IV	Nativa	No citada
Clase Mammalia				
Orden Carnivora				
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro Culpeo	I-XII	Nativa	Inad. conocida
Orden Artiodactyla				
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	I-III	Nativa	En Peligro
Orden Rodentia				
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	II-IX	Nativa	En Peligro
<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo	I-III	Nativa	Vulnerable
<i>Abrothrix andinus</i>	Laucha andina	I-X	Nativa	Caza permitida
Orden Lagomorpha				
<i>Lepus capensis</i>	Liebre	I-XII	Introducida	Dañina

Se indica la distribución geográfica (usando nomenclatura tradicional), el origen y el estado de conservación (SAG, 2008) excepto las especies con * clasificadas por el RCE.

Distribución geográfica

El análisis de la distribución geográfica (Tabla 9), indica que la mayoría de las especies tiene una amplia distribución geográfica en Chile, la mayoría se encuentra también en los países vecinos (ver Endemismo). Aunque la generalidad de las especies se distribuye en varias regiones a lo largo del país, algunas tienen una distribución muy restringida como son: el karachi de Ascotán y la rana de Ollagüe están restringidos a las vertientes de los salares de Carcote y Ascotán; la rana de Amincha está restringida a las quebradas de Amincha y del Inca; el pato puna está presente en lagos y ríos andinos de las tres regiones del norte (desde Arica-Parinacota a Antofagasta).

Endemismo

Tres de las 65 especies nativas son endémicas de Chile (5% de endemismo) y también lo son de la región de Antofagasta; ellas corresponden a un pez (*Orestias ascotanensis*) y a dos anfibios (*Telmatobius philippi* y *T. cf. halli*). Tres especies (dos truchas y la liebre) son introducidas.

Estado de Conservación

De las 65 especies de vertebrados nativos registradas en este sector, dos se encuentran citadas en alguna categoría de amenaza por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE, Decreto Supremo N° 151/2007 MINSEGPRES) y corresponden al Karachi de Ascotán (*Orestias ascotanensis*) y a la rana de Ollagüe (*Telmatobius cf. halli*). Cabe mencionar además que según esta clasificación, el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) no está amenazado en Chile continental ya que fue considerado que “no se ajusta a ninguna categoría según Reglamento de Clasificación de Especies” (sí está amenazado en Tierra del Fuego). De acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (SAG 2008), 13 especies están amenazadas, y corresponden a un anfibio, ocho aves y cuatro mamíferos (Tabla 9).

Residencia y Migración

La mayoría de las especies son residentes en la región (y se reproducen en ella), esto es especialmente válido para las especies de menor movilidad como peces, anfibios, passeriformes y micromamíferos. Las especies mayores (ej. Patos, vicuña, zorro) pueden moverse grandes distancias y reproducirse fuera del área o incluso tener ámbitos de hogar que abarquen más de una cuenca. Varias especies de aves son migratorias, las tres especies de flamencos y los chorlos de campo y cordillerano (*Oreopholus ruficollis* y *Phegornis mitchelli*) son migradores locales y se mueven en invierno desde sus sitios de reproducción en la cordillera. El playero de Baird (*Calidris bairdii*), los pitotoyes (*Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*) y el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) son migrantes boreales, se reproducen en el hemisferio norte y visitan el país durante primavera-verano.

Sitios Prioritarios para la Biodiversidad

El “Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica de Chile” (CONAF, 1996) describió 101 lugares de Chile considerados de importancia por su estado de conservación y por el interés de los recursos naturales que albergaban; los sitios se ordenaron en cuatro categorías según su relevancia y necesidad de conservación: Prioridad I o Urgente; Prioridad II o Importante; Prioridad III, De Interés, y Prioridad IV o De Interés Específico o local. Este Libro Rojo describe ocho lugares de la región de Antofagasta, cinco de ellos en la zona andina: Cuenca superior ríos Loa y Colorado, Cerros El Tatio, volcán Licancabur y volcán Lullaillaco en categoría Importante y la ampliación de la Reserva Nacional Los Flamencos a los salares de Múcar y Quisquiro y al cerro Lejía, en categoría De Interés.

La Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003) pretende asegurar la supervivencia en el largo plazo de nuestra diversidad biológica y se ha planteado proteger al menos el 10% de la superficie de cada ecosistema relevante al año 2010. En cada región del país se ha identificado lugares importantes para la conservación, destacándose los ecosistemas no explotados, y los que sean importantes y significativos para los habitantes de cada región. En la región de Antofagasta (CONAMA, 2002) se ha escogido cinco lugares, dos de ellos ubicados en la zona cordillerana: Laguna Lejía y Salar de Aguas Calientes IV (= Aguas Calientes VI en la nomenclatura DGA). Ambos sitios están en la lista de humedales muestras.

Distribución de las especies en humedales específicos del área de estudio

En la Tabla 10 se muestra el número de especies de cada lugar estudiado separando por clases; se observa que hay grandes diferencias en la riqueza de especies, destacando Putana y Salar de Ascotán por su alta diversidad. Las aves son el grupo más ubicuo, presente en todos los humedales, seguidos de los mamíferos; por otra parte los peces y los anfibios están presentes sólo en determinados humedales, donde hay afloramientos de agua dulces y están prácticamente ausentes de lugares salinos.

Tabla 10.- Número de especies en los humedales estudiados en octubre 2009.

NOMBRE	Peces	Anfibios	Aves	Mamíferos	Total
Salar de Alconcha	0	1	18	3	22
Amincha	0	2	12	1	15
Queñuales	0	0	11	0	11
Vega Chaihuiri	0	0	11	0	11
Laguna del Leon	0	0	12	0	12
Cebollar	0	0	8	0	8
Borde Sureste Ascotan	1	1	29	4	35
Taira (Río Loa)	2	1	15	0	18
Ojo de San Pedro	0	0	2	1	3
Inacaliri	0	0	5	0	5
Lasana	2	0	8	0	10
Turi	0	0	8	1	9
Chiu Chiu	0	0	11	0	11
Río Loa - Salar de Rudolph	2	0	8	0	10
Ojos de Putana	2	0	8	0	10
Putana	2	1	39	6	48
T Chita	0	0	20	1	21
Machuca	0	0	20	1	21
Peñaliri	0	0	4	0	4
Calar	0	1	5	0	6
Tara	0	0	18	3	21
Salar de Tara 1	0	0	18	3	21

Río Huaititas	0	0	13	2	15
Aguas Calientes 3	0	0	16	3	19
Tambillo	0	0	5	0	5
Tebinquinche	0	0	10	2	12
Quilapana	0	0	4	2	6
Pujsa Norponiente	0	0	16	3	19
Alitar 2	0	0	12	2	14
Acamarachi Chica	0	0	13	2	15
Laguna Lejia	0	0	14	3	17
Vega Cass	0	0	3	0	3
Sucultur	0	0	13	3	16
Miscanti	0	0	8	0	8
Lari	0	0	6	1	7
Tilopozo	0	0	5	2	7
Tapur	0	0	13	3	16
Aguas Calientes 5 o Talar	0	0	19	3	22
Tuyajto 2	0	0	16	3	19
Tuyajto 1	0	0	16	3	19

Conclusiones

El catálogo de fauna silvestre de los humedales estudiados está compuesto por 68 especies, tres peces, tres anfibios, 56 aves y seis mamíferos. Se incluye especies asociadas a vegas y bofedales como su hábitat principal o secundario. La mayoría de las especies tiene una amplia distribución geográfica en Chile, y se encuentra también en países vecinos, pero algunas tienen una distribución restringida a sectores de la región y el pato puna está presente solo en las tres regiones del norte. Tres de las 65 especies nativas son endémicas de Chile (5% de endemismo) y también lo son de la región de Antofagasta, tres especies son introducidas.

De las 65 especies de vertebrados nativos registradas en este sector, dos se encuentran citadas en alguna categoría de amenaza por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. De acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza, 13 especies están amenazadas, y corresponden a un anfibio, ocho aves y cuatro mamíferos.

Varias especies de aves son migratorias, las tres especies de flamencos y los chorlos de campo y cordillerano (*Oreopholus ruficollis* y *Phegornis mitchelli*) son migradores locales y se mueven en invierno desde sus sitios de reproducción en la cordillera. El playero de Baird (*Calidris bairdii*), los pitotoyes (*Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*) y el pollito de mar tricolor (*Phalaropus tricolor*) son migrantes boreales, se reproducen en el hemisferio norte y visitan el país durante primavera-verano.

La Estrategia regional de biodiversidad de Antofagasta (CONAMA, 2002) ha escogido cinco lugares relevantes, en la zona cordillerana se ubican la Laguna Lejía y Salar de Aguas Calientes IV. Considerando la riqueza específica destacan Putana y Ascotán como lugares con alta diversidad.

En la foto 9 se muestra el *Ctenomys fulvus* conocido con el nombre común de Chululo divisado en el mes de Octubre del 2009 y en la foto 10 el *Pseudalopex culpaeus*, conocido como zorro culpeo, divisado en terreno en ambas fechas (Octubre 2009 y Agosto 2010).



Fotografía 9. Chululo (*Ctenomys fulvus*)



Fotografía 10. Zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*)

5.3.6 Levantamiento de información de variable suelos

Para obtener los antecedentes de los suelos de las vegas y bofedales seleccionadas, se visitaron la mayoría de ellos para llenar la Ficha de Suelo, elaborada para estos efectos. Para determinar estos antecedentes se utilizó un GPS Trimble, barreno agrológico, tabla munsell de colores, picota, cuchillo agrológico, texturera.

Los sectores muestreados fueron seleccionados visualmente considerando su grado de representación de las características de las vegas y bofedales.

Para la determinación de estas características agrológicas se utilizaron como criterios las pautas utilizadas por CIREN en los diferentes estudios agrológicos realizados y finalmente los antecedentes agrológicos fueron sistematizados en planillas excel. En la tabla 11 se presentan algunos de los parámetros de suelo observados en terreno.

Tabla 11.- Algunos parámetros de suelos de los humedales muestra

Nº Res. 2006	Nombre	Unidad Geomorfológica	Procesos de Eutroficación	Sales y/o Alcalis	Textura
144	Tara	Plano Inclinado	Abundante	Abundantes	Franca
267	Aguas Calientes 6 Borde Sureste	Plano depositacional	Abundante	Abundantes	Arena, sales, granular.
40	Ascotan	Plano Depositacional	Abundante	Abundantes	Arcilloso
148	Salar de Tara 1	Depositos aluviales lacustres sobre ignimbritas	Abundante	Abundantes en superficie	Arena y limos salinos
163	Quepiaco	Plano depositacional	Abundante	Abundantes en superficie	Arenas y gravas
171	La Pacana	Fondo quebrada	Abundante	No se observa	Arenas y gravas
230	Aguas calientes 4	Plano Inclinado	Abundante	No se observa	Arenosa
27	Quenuales	Fondo de Quebrada	Abundante en las orillas	No aparente	
85	Cablor	Plano depositacional semiconsolidado	Abundante en los bordes	No se observa	Arenoso
245	Tulan	Quebrada aluvial	Comun	Abundantes	Franco arcillo arenosa
150	Huallitas	Depositos aluviales lacustres sobre ignimbritas	Comun	Abundantes en superficie	Arenas y limos salinos
89	Salar de Rudolf	Terraza aluvial	Común	Abundantes	Franco limosa
177	Tebinquinche	Plano Depositacional	Común	Abundantes	Franco Limosa
185	Alitar 2	Terraza aluvial	Escaso	Abundantes en superficie	areno francoso
61	LINZOR 2 (bajo)	Quebrada aluvial	Escaso	No se observa	Franco arenoso
110	Machuca	Quebrada aluvial	Escaso	No se observa	Franco limosa
109	Tchita	Quebrada aluvial	Escaso		franco limosa
43	Colana	Quebrada Aluvial	Ligera	Comunes	Franco arenosa
34	Laguna del León	Plano depositacional	Moderado	Abundantes	Areno Francosa
168	Aguas Calientes 3	Plano depositacional	Moderado	Abundantes	Areno Francosa
96	Putana	Terraza aluvial	No aparente	Abundante	areno francoso
37	Cebollar	Plano depositacional	No aparente	Abundantes	Franco limosa
248	Tuyajto 2	Plano depositacional	No aparente	Abundantes	Areno Francosa
184	Pujsa	Deposito Volcanico	No aparente	Abundantes	Franco arenosa
228	Caspana Salar Aguas	Laderas con abundante rocosidad	No aparente	Abundantes	Franco arcillo arenosa
247	Calientes 5	Plano depositacional	No aparente	Abundantes	Franco arenosa
175	Tambillo Uno	Plano depositacional	No aparente	Abundantes en superficie	Franco Limosa
256	Imilac	Plano depositacional	No aparente	Abundantes, humedas	Arena
42	Taira Rio Loa	Terraza Aluvial	No aparente	Comunes	Areno Francoso
63	Las Vegas de Turi	Plano	No aparente	Comunes	Franco arcillo limosa
86	Chita I	Piedmont Coluvial	No aparente	Comunes a Abundantes	Franca
30	Vega Chaihuiri	Fondo de quebrada	No aparente	No aparente	Franco Limoso

78	Chiu - Chiu	Aluvio reciente	No aparente	No se observa	Franco arenosa
7	Salar de Alconcha	Depositos salinos	No aparente		Arenas y gravas
95	Ojos de Putana	Quebrada	No aparente		
195	Acamarachi Chica	Quebrada	No aparente		
227	Laguna Lejia	Plano depositacional	No aparente		
222	Quelana	Plano depositacional	No se observa	Abundantes	Franco limoso
236	Palao	Plano depositacional	No se observa	Abundantes	Franco limoso
242	Tilopozo	Depositos salinos	No se observa	Abundantes	
237	Miscanti	Lomaje suave	No se observa	en superficie	Franco arenosa
238	Lari	Plano depositacional	No se observa	Abundantes,	
122	Yerba Buena	Terraza aluvial	No se observa	humedas	Franco arenosa
212	Soncor	Quebrada aluvial	No se observa	No se observa	Franco arenoso
46	Ojo de San Pedro	Plano	No se observa	No se observa	Franco Limosa
131	Calar	Terraza Fluvial		Comunes	Arena
19	Amincha	Quebrada aluvial		No hay	
142	Oyape	Plano		No se observa	Arena y limos salinos
75	Chilcar	Plano		No se observa	Arenas y gravas
62	Lasana	Terraza Aluvial			Franco arenosa

Ingreso al SIG y SITHA de los datos de terreno

Los datos levantados en terreno fueron ingresados al SIG como coberturas de “humedales muestras”, “flora y vegetación” y “Fauna”, además fueron sistematizadas en fichas de información para cada uno de los humedales muestra visitados, las que fueron ingresadas y vinculadas en el SITHA, como se detalla más adelante.

Es importante destacar que estas fichas se han incorporado al visualizador como un complemento **a la base de datos**, para lo cual se estableció un campo que facilita su acceso directo a la ficha completa mediante un link que permite consultar e imprimir la ficha completa en formato *.pdf.

En todas las fichas se incluyen además registros fotográficos del paisaje, fauna y flora del lugar.

Dichas fichas contienen la información básica que originalmente había caracterizado la DGA en su inventario de vegas y bofedales, a la cual se le incorporaron los campos definidos por el SAG para caracterizar humedales, tal como se especificó en la metodología del proyecto y lo observado en terreno por los especialistas temáticos del proyecto.

Por lo tanto, estas fichas de los humedales muestras, incluye:

- Localización espacial del punto, georreferenciado según DATUM: WGS 84 H 19,
- Caracterización del suelo,

- Características del lugar, geomorfología, topografía, etc.
- Características antrópicas
- Imágenes del paisaje circundante a la fecha de la visita
- Vegetación: Características vegetacionales, especies dominantes, formación vegetal, tipo de humedal, tabla de tipos biológicos según metodología COT y grado de cubrimiento y registro fotográfico de la vegetación.
- Fauna: proporciona nomina de fauna presente con su nombre científico y común, hábitat y Categoría spp. o de protección, acompañado de imágenes de la fauna avistada.

Un ejemplo de las fichas para cada una de las variables se entrega en las figuras 29, 30 y 31.

FICHA PROYECTO DE HUMEDALES REGIÓN DE ANTOFAGASTA - LOCALIZACIÓN Y SUELOS

NOMBRE VEGA/BOFEDAL : Sureste	RES.DGA N°: 40	VISITADO POR: : PMV, RFG	FECHA: 24/oct/2009
COORDENADAS: N: 7601385	E: 581002 DATUM: WGS 84 H 19	ALTURA (m.s.n.m.): : 3.747	HORA: 5:00 PM
CARTA IGM : B-25		EXPOSICIÓN: : PONIENTE	PENDIENTE (%): 17%
LUGAR: : SALAR DE ASCOTAN			
1. FORMA DEL TERRENO : OVALADA		DRENAJE: : Pobre	PRESENCIA M.O (%):
2. POSICIÓN FISIAGRÁFICA : Plano		SUPERFICIE: : 250x30 M	En vías de Eutroficación
3. FORMA DEL TERRENO CIRCUNDANTE : Plano		VEGETACIÓN: : Típica de Bofedal	SALES Y/O ALCALIS: Abundantes
4. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA : Plano Deposicional			
5. TOPOGRAFÍA : PLANO (SALAR)			
6. MICROTOPOGRAFÍA : Abundante			
PROCESOS DE EUTROFICACIÓN : Abundante		OCURRENCIA DE AGUA: : SI	
PIEDRAS Y/O ROCAS DE SUPERFICIE % : No aparente, no se observa		NIVEL FREÁTICO (m): : A los 35 cm.	
CLASE Y TIPO EROSIÓN : No aparente, no se observa		ESPEJO DE AGUA: : SI	PROFUNDIDAD MAX.(cm): 50 CM
NOMBRE DEL SUELO :		CONSISTENCIA : Muy Plástico y adhesivo	
PROFUNDIDAD (cm) : 0-35 cm		ACTIVIDAD BIOLÓGICA : No aparente	
COLOR (húmedo-seco) : 10 YR 6/2		RAÍCES : Finas y Medias Comunes	
MOTEADOS : Abundantes		POROS : Finos y Medios comunes	
TEXTURA : Arcilloso		LÍMITE : Claro lineal	
ESTRUCTURA : Bloques subangulares Medios y finos			
OBSERVACIÓN :			
CARACTERÍSTICAS ANTRÓPICAS:			
EN EL LUGAR HAY TRES POZOS DE MUESTREO Y ESTACION METEOROLOGICA ASCOTAN			
OBSERVACIONES Y OPINIÓN DEL LUGAR:			FOTOGRAFÍAS:
CERCANA A ESTACION FLUVIOMETRICA. COORDENADAS TOMADAS AGUAS ARRIBA DE VEGA SELECCIONADA POR ESTAR SIN AGUA			2267, 2268, 2269
FOTOS DEL LUGAR:			
			

Figura 29. Ficha descriptiva de características espaciales y de suelo

FICHA PROYECTO DE HUMEDALES REGIÓN DE ANTOFAGASTA - VEGETACIÓN

FICHA TERRENO									
Tipo de humedal	Vega salina				Encargado	Victor Alfaro			
Visitado por	Luis Faúndez / Víctor Alfaro				Coordenadas Este	581228			
Fecha	30-abr-10				Coordenadas Norte	7801531			
Nombre del Sector	Borde sureste Ascotan				Altitud	3742 m s.n.m.			
Nº Resolución	40				Número Fotografía	7			
Ocurrencia de Agua	Afloramiento				Intervención antrópica	Alta			
Ubicación	Planicie				Condición actual	Regular			
Características Vegetacionales									
ID. Poly_ Terreno	Formación Vegetal				Especies dominantes			Especies acompañantes	
Poly_1	F ₆				Puccinellia frigida			Zameioscirpus atacamensis	
% Suelo	% Piedras	% Agua	% Sales	20	% Rastrojo	% Mantillo	% Fecas		
ID. Poly_ Terreno	Formación Vegetal				Especies dominantes			Especies acompañantes	
Poly_2	F ₄				Distichlis humilis				
% Suelo	% Piedras	10	% Agua	% Sales	80	% Rastrojo	% Mantillo	% Fecas	
Observaciones:									
El componente hídrico tiene un porcentaje de cubrimiento cercano al 60% compuesto por Zannichella angina y Ruppia maritima									

Tabla 1. Tipos biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT.

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

Tabla 2. Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT.

Leñoso Bajo (LB)			Herbáceo (H)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
LB	< 5 cm	Extremadamente Baja	H	< 5 cm	Extremadamente Baja
LB	5 – 25 cm	Muy Baja	H	5 – 25 cm	Muy Baja
LB	25 – 50 cm	Baja	H	25 – 50 cm	Baja
LB	50 – 100 cm	Media	H	50 – 100 cm	Media
LB	100 – 200 cm	Alta	H	100 – 200 cm	Alta
LB	> 200 cm	Muy Alta	H	> 200 cm	Muy Alta

FOTOS DE VEGETACIÓN:



Figura 30. Ficha de las características de la vegetación

FICHA PROYECTO DE HUMEDALES REGIÓN DE ANTOFAGASTA - FAUNA							
NOMBRE VEGA/BOFEDAL		SUR DE		RES.DGA N°: 40	VISITADO POR: Juan Carlos Torres		
Nombre científico	Nombre común	Hábitat	Categoría spp.	Nombre científico	Nombre común	Hábitat	Categoría spp.
<i>Orestias ascotanensis</i>	Karachi de Ascotán	2	A	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona nuca rojiza		
<i>Telmatobius cf. halli</i>	Rana de Ascotán	2	A	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo			<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina l. negro		
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno	2	A	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigüe verdoso		
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	Parina grande	2	A	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo		
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	Parina chica	2	A	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo		
<i>Chloephaga melanoptera</i>	Guayata	1	A	<i>Phrygilus atriceps</i>	Cometocino del norte		
<i>Lophonetta specularioides</i>	Juarjual	2	T	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Culpeo	1	A
<i>Anas flavirostris</i>	Jergón chico	2	T	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	1	A
<i>Anas puna</i>	Pato puna	2	T	<i>Ctenomys fulvus</i>	Chululo	1	A
<i>Charadrius alticola</i>	Chorio puna			<i>Abrothrix andinus</i>	Laucha andina		
<i>Attagis gayi</i>	Perdicita	1	A				
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojón						
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	1	T				
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande						
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico						
<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor						
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	2	A				
<i>Recurvirostra andina</i>	Caití						
<i>Fulica ardesiaca</i>	Tagua andina						
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico						
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete ala blanca						
<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete canela andino						
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile						

OBSERVACIÓN:

Código Hábitat:

1= Vegas y bofedales

2= Agua

Categoría Spp.:

A= Sp. Amenazada

T= Sp. Típica

O= Otras spp.



FOTO 1 : Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*)



FOTO 2 : Vicuña (*Vicugna vicugna*)

Figura 31. Ficha de las características de la fauna

5.3.7 Levantamiento de información de variable Pueblos Originarios

El levantamiento de información de la Variable Pueblos Originarios tuvo los siguientes objetivos:

- Establecer un acercamiento con los líderes de las comunidades indígenas a fin de informarles sobre el proyecto, sus avances, actividades a realizar durante las campañas de terreno y dar cuenta de los beneficios de los resultados.
- Recabar antecedentes sobre sus necesidades de información, facilidades de acceso a las TICs, definir un perfil de este segmento de usuarios, a fin de considerar en la Arquitectura y diseño de las colecciones de humedales a incorporar en el servicio de consulta de la Biblioteca Digital y en el SITHA.
- Establecer contactos y recopilar antecedentes socio-culturales de las comunidades para incorporarlos en esta variable en el SITHA, además de incorporar los antecedentes como ficha informativa en el servicio de información de la Biblioteca digital de humedales.

Los profesionales encargados de esta variable fueron:

- Sr. José Luis Gomez, Ingeniero Civil, Director del Proyecto
- Sr. Pedro Lira, Geógrafo
- Sra. Verónica Poblete, Bibliotecaria documentalista.

Distribución

En el área de estudio se encuentran dos “Áreas de Desarrollo Indígena” (ADI) distribuidas de norte a sur: Alto El Loa y Atacama La Grande. En ellas se insertan varias comunidades. En la tabla 12 y figura 32 se visualiza el área de estudio, las ADIs pertenecientes al área, las comunidades indígenas insertas en ellas y la distribución de las vegas y bofedales de la Resolución de la DGA.

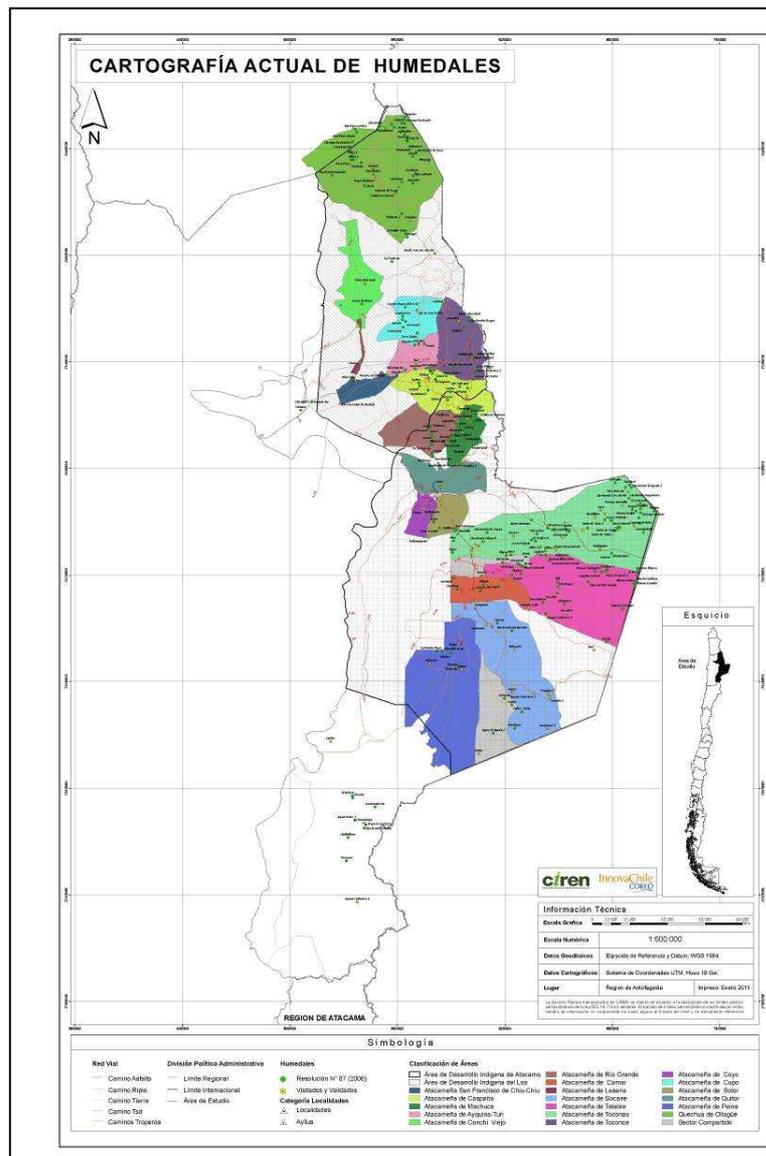


Figura 32. ADIs y Comunidades indígenas en el área de estudio.

Tabla 12.- Número de Humedales distribuidos por Comunidades Indígenas y subcuencas.

Nombre de Comunidad	Área de Desarrollo Indígena (ADI)	Comunas	Altura (m.s.n.m)	Código Subcuenca Hidrográfica (DGA)	N° Humedales por sub-cuenca	Total Humedales por comunidad	Superficie (ha.)
Atacameña de Caspana	Alto El Loa	Calama, San Pedro de Atacama	3300	Río Salado (2105)	15	16	100,782.8
				Río San Pedro (2510)	1		
Atacameña de Conchi Viejo	Alto El Loa	Calama / Ollague		Río Loa entre Quebrada de Hachas y Río San Pedro (2102)	2	2	80,441.4
Atacameña de Lasana	Alto El Loa	Calama	2614	Río Loa entre Río San Pedro y Río Salado (2104)	1	1	6,754.4
Atacameña de Ayquina-Turi	Alto El Loa	Calama	3100	Río Salado (2105)	5	5	50,822.4
Atacameña de Cupo	Alto El Loa	Calama /	3650	Río Salado (2105)	3	7	82,282.5
				Río San Pedro (2103)	2		
				Río Loa entre Río San Pedro y Río Salado (2104)	2		
Atacameña de Toconce	Alto El Loa	Calama /		Río Salado (2105)	8	13	104,580.8
				Río San Pedro (2103)	5		
Atacameña "San Francisco de Chiu-Chiu"	Alto El Loa	Calama	2450	Río Loa entre Río San Pedro y Río Salado (2104)	1	2	38,807.4
				Río Salado (2105)	1		
Atacameña San Pedro de Atacama	Alto El Loa	San Pedro de Atacama	2450	Río San Pedro (2510)	0	0	
				Salar de Atacama (2500)	0		
Atacameña de Taira	Alto El Loa	Calama	3000	Río Loa entre Quebrada de Hachas y Río San Pedro (02102)	0	0	
Atacameña de Machuca	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	4015	Río San Pedro (2510)	15	19	44,220.2
				Salar de Atacama (2500)	4		
Atacameña de Río Grande	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Río San Pedro (2510) / Río Salado	13	13	84,874.7
				Río Salado (2105)	0		
Atacameña de Quito	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	2450	Salar de Atacama (2500)	3	3	72,357.6
Atacameña de Coyo	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Salar de Atacama (2500)	2	2	27,916.0
				Llano de la Paciencia (2520)	0		
Atacameña de Solor	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Salar de Atacama (2500)	5	5	39,586.5
Atacameña de Socaire	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	3800	Salar y Vega de Incaguasi (2330)	1	12	322,653.1
				Lagunas Miscanti y Meñiques (2440)			
				Laguna Tuyajto Chico y Salar de Laco (2450)	1		
				Laguna Tuyajto (2460)	2		
				Salar de Talar y Purisunchi (2470)	4		
Atacameña de Camar	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	2755	Salar de Atacama (2500)	4	5	61,000.8
				Salar de Atacama (2500)	5		

Nombre de Comunidad	Area de Desarrollo Indígena (ADI)	Comunas	Altura (m.s.n.m)	Codigo Subcuenca Hidrografica (DGA)	N° Humedales por sub-cuenca	Total Humedales por comunidad	Superficie (ha.)
Atacameña de Talabre	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	3450	Laguna Gucchalajite, Salar de Jama, Laguna Mucar, Laguna de Pampa Ciénaga y Pampa del Lari (2320)	6	30	299,781.5
				Laguna Parico, Laguna Helada y Salar de Pujsa (2400)	5		
				Salar de Conquinro y Aguas Calientes (2410)	5		
				Laguna Lejia (2430)	1		
				Salar de Atacama (2500)	6		
				Salar de Aguas Calientes y Alto del Lari (2420)	7		
Atacameña de Peine	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	2420	Salar de Atacama (2500)	8	8	355,304.5
				Pampa de Socoma(2660)	0		
Atacameña de Toconao	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	2485	Río Zapaleri (2310)	29	54	398,500.3
				Laguna Gucchalajite, Salar de Jama, Laguna Mucar, Laguna de Pampa Ciénaga y Pampa del Lari (2320)	1		
				Laguna Parico, Laguna Helada, y Salar de Pujsa (2400)	10		
				(2410)	7		
Atacameña de Sequitor	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Salar de Atacama (2500)	7	0	0
				Río San Pedro (2510)	0		
Atacameña de Larache	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Río San Pedro (2510)	0	0	0
				Salar de Atacama (2500)	0		
Atacameña de Catarpe	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Río San Pedro (2510)	0	0	0
				Salar de Atacama (2500)	0		
Indígena del Ayllu de Cucuter	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama		Salar de Atacama (2500)	0	0	
Atacameña de Solcor	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	2450	Río San Pedro (2510)	0	0	0
				Salar de Atacama (2500)	0		
Quechua de Ollagüe	Alto El Loa	Ollagüe / Calama	3700	Salar de Ollagüe (2000)	16	38	312,088.9
				Salar de Carcote (2010)	6		
				Salar de Ascotán (2020)	3		
				Río Loa bajo junta Estero Chela (2100)	13		
Atacameña de Yaye	Atacama La Grande	San pedro de Atacama					
Total Humedales en comunidades						235	

Humedales en sectores compartidos por las comunidades					
Sector Compartido Socaire-Peine	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	Afluentes Salar de Pular (2340)	2	4
			Salar de Talar y Purisunchi (2470)	2	
Sector compartido Talabre-Toconao-Camar	Atacama La Grande	San Pedro de Atacama	Salar de Atacama (2500)	6	6
Total humedales sectores compartidos					10
Humedales en subsubcuencas sin comunidades					
Sector no ocupado Ollagüe - Conchi Viejo		Ollagüe , Calama	Salar de Ascotán (2020)	2	
			Río Loa entre Quebrada de Hachas y Río San Pedro (2102)	1	
Sin Comunidad		San Pedro de Atacama	Salar de Atacama (2500)	1	
Sin Comunidad		Calama/ María Elena	Río Loa entre Río Salado y Río San salvador (2110)	3	
Sin Comunidad		San Pedro de Atacama	Río San pedro (2510)	3	
Sin Comunidad		Antofagasta	Salar de Punta Negra (2650)	10	
Sin Comunidad		Antofagasta	Salar de Aguas Caliente y laguna de la Azufrera(2670)	1	
Sin Comunidad		San Pedro de Atacama	Laguna Gucchalajte, Salar de Jama, Laguna Mucar, Laguna de Pampa Ciénaga y Pampa del Lari (2320)	1	
Total humedales en subsubcuencas sin comunidades indígenas					22

Actividades Productivas

En la tabla 13 se muestran las principales actividades productivas a las cuales se dedican las Comunidades Indígenas del área de estudio.

En términos generales, la mayoría de estas Comunidades se dedican a la actividad agrícola y/o pastoril como es cultivo de hortalizas y flores en algunas comunidades, crianza de caprinos, auquénidos y ovinos. Otro porcentaje se dedica a las actividades relacionadas con el turismo y etno turismo incluyendo administración en conjunto con CONAF de algunos sitios de interés turístico. Cabe señalar que el POZO 3 que corresponde a un: Oasis de 37,9 ha fue comprada por la Comisión Nacional Indígena-CONADI que fue cedido a 9 comunidades indígenas pertenecientes a la ADI Atacama la Grande.

Tabla 13. Principales Actividades Productivas Pueblos Originarios

Nombre de Comunidad	Actividades productivas			Altura (m.s.n.m)	Sup. (ha)
	Actividad productiva 1	Actividad productiva 2	Actividad productiva 3		
Atacameña de Caspana	Agricultura (Hortalizas y flores)	Integrante sociedad Tatio Mallku, administración de los geysers del Tatio		3,300	100 782.8
Atacameña de Conchi Viejo	Actividad pastoril				80,441.4
Atacameña de Lasana	Agricultura	Ganadería	Turismo etnico, administración pucara de Lasana y tambo	2,614	6,754.4
Atacameña de Ayquina-Turi	Agricultura	Ganadería (Actividad pastoril)		3,100	50,822.4
Atacameña de Cupo	Agricultura	Ganadería, Crianza de caprinos, auquénidos y ovinos (Actividad pastoril)		3,650	82282.5
Atacameña de Toconce	Agricultura	Actividad pastoril	Turismo-lugar de visitación,Socio sociedad Tatio mallku, administración de los geysers del Tatio		104,580.8
Atacameña "San Francisco de Chiu-Chiu"	Agricultura	Ganadería	Turismo lugar de visitación, laguna Inca Coya, museo /	2,450	38807.4
Atacameña San Pedro de Atacama		Administración pozo 3	Turístico, Agro turístico, científico (Proyecto Alma, Conycit)	2,450	
			Contrato de Asociatividad para la administración del valle de la Luna, con Conaf		
Atacameña de Taira	Agricultura	Ganadería	Turismo- lugar de visitación arte rupestre	3,000	
Atacameña de Machuca	Agricultura	Actividad pastoril	Agroturismo	4,015	44,220.2
Atacameña de Río Grande	Agricultura	Ganadería - actividad pastoril			84,874.7
Atacameña de Quito	Agricultura(maíz, alfalfa)	fruticultura(peras)	Contrato Asociativo para la administración: Pucara de Quito; Valle de la Luna con CONAF; Administración pozo 3	2,450	72,357.6
Atacameña de Coyo	Agricultura(maíz, alfalfa)	fruticultura(peras)	Contrato de concesión para la administración del sitio aldea de Tulo con conaf; Contrato de Asociativo para la administración del valle de la Luna, con conaf; Administración pozo 3		27,916.0
Atacameña de Solor	Agricultura(maíz, alfalfa, trigo)	Turismo: administración Pozo 3	Administra la laguna Cejar; Contrato de Asociatividad para la administración del valle de la Luna con Conaf;		39,586.5
Atacameña de Socaire	Agricultura(maíz, alfalfa, habas, papas)	Agroturismo y lugar de visitación	Contrato de asociatividad con conaf para la administración de la lagunas Miscanti y Meñiques	3,800	322,653.1
Atacameña de Camar	Agricultura (Verduras)	Actividad pastoril	Turismo- lugar de visitación arte rupestre	2,755	61,000.8

Nombre de Comunidad	Actividades productivas			Altura (m.s.n.m)	Sup. (ha)
	Actividad productiva 1	Actividad productiva 2	Actividad productiva 3		
Atacameña de Talabre	Agricultura (Verduras)	Actividad pastoril		3,450	299,781.5
Atacameña de Peine	Agricultura	Ganadería, Actividad pastoril	Turismo, posee albergue	2,420	355,304.5
Atacameña de Toconao	Fruticultura en quebrada de Jere	Ganadería, Actividad pastoril	Turismo	2,485	398,500.3
			Explotación de cantera de piedra Liparita		
			Contrato de Asociatividad con Conaf para la administración de la laguna Chaxa, sector Soncor		
Atacameña de Sequitor	Agricultura	Turismo- lugar de visitación; Administración pozo 3	Contrato de Asociatividad para la administración del valle de la Luna con Conaf		
Atacameña de Larache	Agricultura	Turismo- lugar de visitación; Administración pozo 3	Contrato de Asociatividad para la administración del valle de la Luna con Conaf		
Atacameña de Catarpe	Agricultura	Administración pozo 3			
Indígena del Ayllu de Cucuter					
	Agricultura	Administración pozo 3			
Atacameña de Solcor	Agricultura	Administración pozo 3	Servicios	2,450	
Quechua de Ollagüe	Actividad pastoril		Servicios: Hospedaje y alimentación	3,700	312,088.9
Sector Compartido Socaire-Peine	Actividad pastoril				
Sector no ocupado Ollagüe - Conchi Viejo	Actividad pastoril				

5.4 Estudio de las variaciones estacionales y multitemporales de los humedales

Para el análisis multitemporal se utilizaron las imágenes ASTER de dos periodos como fueron descritas anteriormente, el primero del periodo más actual correspondiente a los años 2008-2009 y el periodo anterior con el cual se analizaron los cambios, fueron del periodo 2000-2003.

En términos metodológicos, el primer paso fue dividir los mosaicos de ambos periodos en subescenas que representaran mejor un conjunto de humedales de la resolución, de esta forma, el área quedó distribuida en 27 subescenas donde se localizan los 264 humedales incluidos en el area de estudio.

Para realizar el análisis entre ambas imágenes, se revisó primeramente el calce espacial entre ellas, la distribución del histograma para cada banda y comparación visual de los tonos para definir una homogenización de las imágenes, que se hace necesaria debido a las diferentes condiciones de toma y fecha de estas.

La homogenización de las imágenes se realizó tomando muestras aleatorias de tonos claros como oscuros las cuales servirán para obtener el sesgo y la ganancia que corregirán y disminuirán las diferencias radiométricas entre estas y poder efectuar análisis comparativos, tomando como referencia la imagen correspondiente al periodo 2010.

Primero se realizó un análisis de “Detección de Cambios” con el algoritmo del software Erdas, el cual crea una imagen de diferencia para cada una de las bandas de la imagen en el periodo de análisis, además de crear una imagen destacando en distintos colores los cambios ocurridos en términos porcentuales de disminución o aumento. Los resultados obtenidos no pudieron ser interpretados en términos de cambios ocurridos en torno a las vegas y bofedales por representar, en términos porcentuales respecto del total de la subescena probablemente a que los cambios ocurridos por lo cual se optó por realizar un análisis de cambio entre índices vegetacionales Normalize Vegetation Index NDVI.

Para el cálculo del índice NDVI se utiliza la fórmula tradicional que contiene el software Erdas en donde utiliza la banda del infrarrojo y del rojo, y se calcula para cada imagen y tomando la imagen con la corrección radiométrica para el periodo del 2000 respecto del 2010, como se muestran en la figuras 33 y 34, respectivamente.

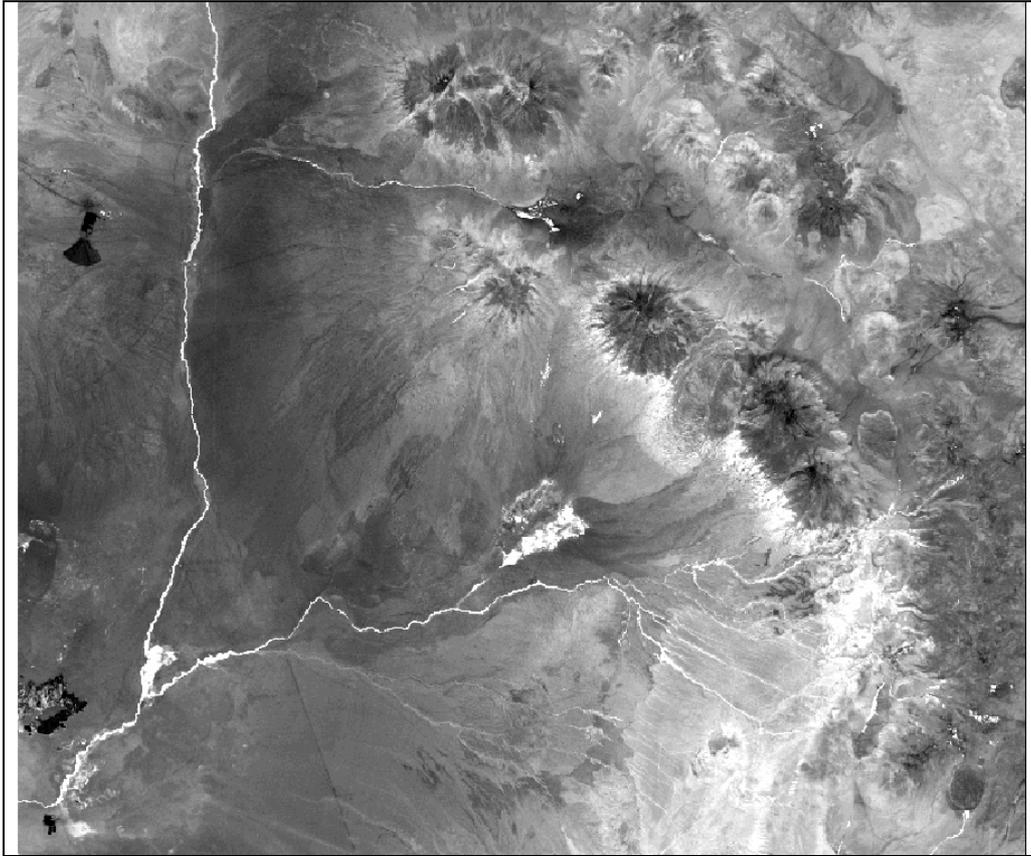


Figura 33. NDVI aster 2010

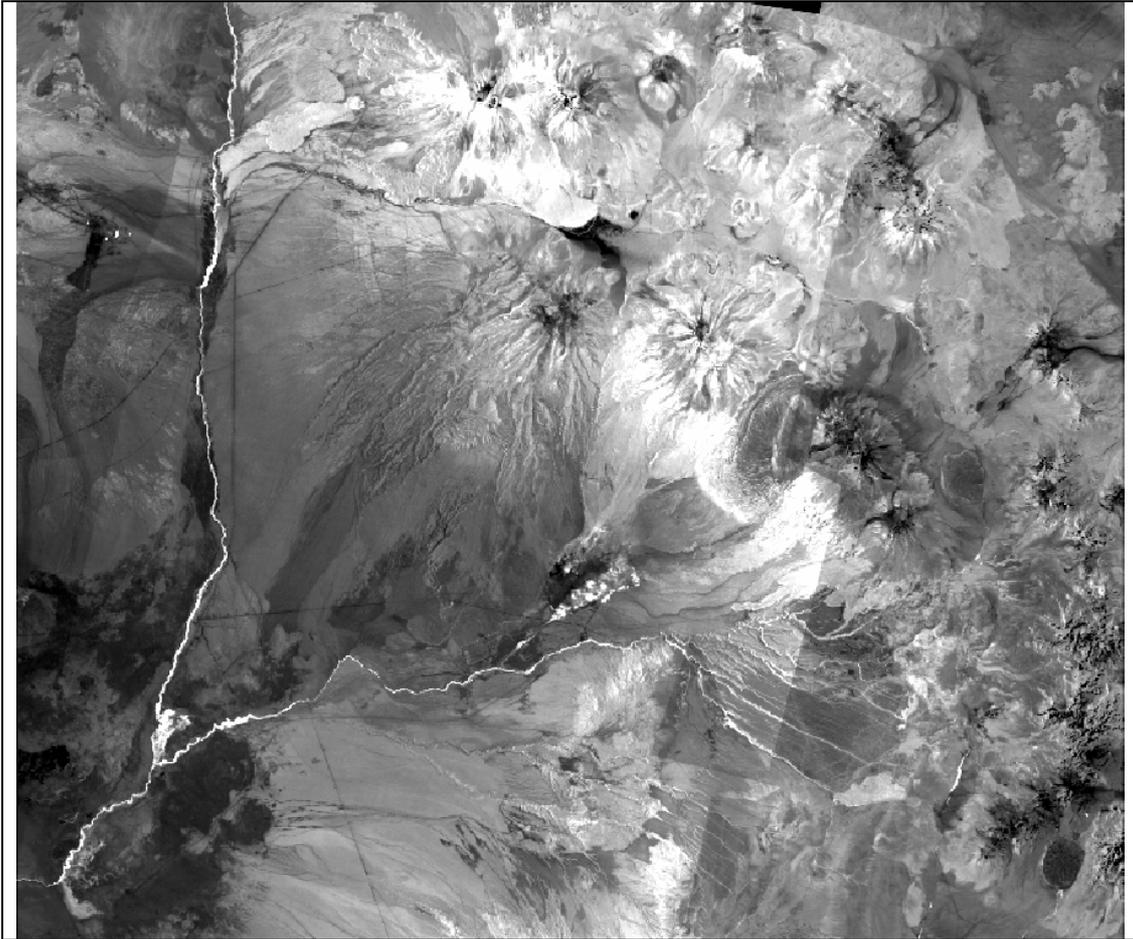


Figura 34. NDVI aster 2000

Posteriormente se aplica el análisis de diferencia de índices vegetacionales de cambio NDVIC, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{NDVIC} = \left(\frac{\text{NDVI}(\text{año } n+1) - \text{NDVI}(\text{año } n)}{\text{NDVI}(\text{año } n+1) + \text{NDVI}(\text{año } n)} + 1 \right) * 100$$

Donde:

n= año anterior

n+1= año actual

Con este análisis se determina los aumentos o disminución de la cantidad de vegetación que se presenta entre el periodo de análisis, como se muestra en la figura 35.

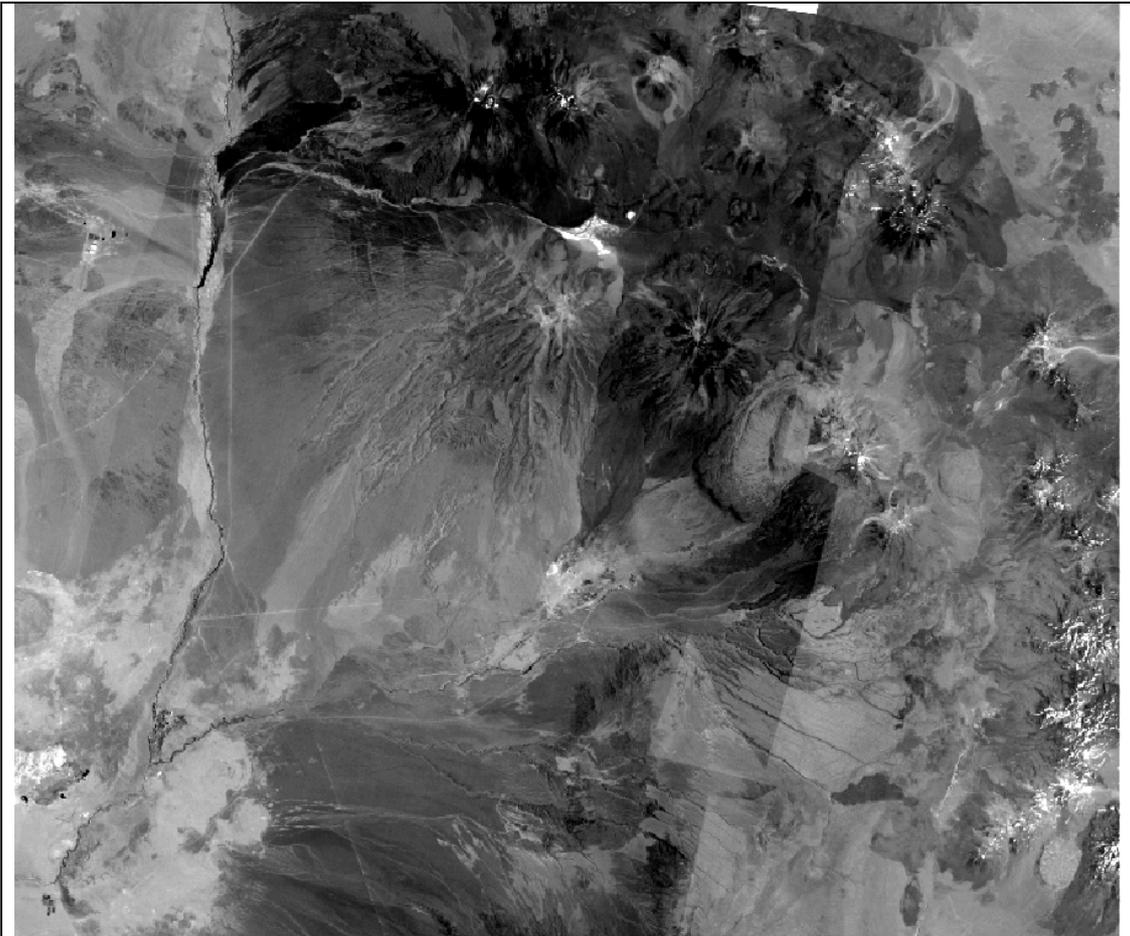


Figura 35. Imagen de cambio

La imagen de cambios resultante entrega valores entre 0 y 200, donde los valores alrededor de 100 determinan los sectores sin cambios, los menores a 80 menor presencia en la temporada 2010 y los valores mayores a 110 corresponden a los mayores cambios respecto de la imagen del 2000.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 36 un sector que está cerca de Chiu Chiu, que en diferentes colores muestra algunos de los resultados de cambio o pérdida de vigor vegetacional; en color naranja los sectores que se mantienen o sin cambio en el periodo; en color azul sectores que no existían en el año 2000 y los que han sufrido pérdida de vigor vegetacional en color verde.

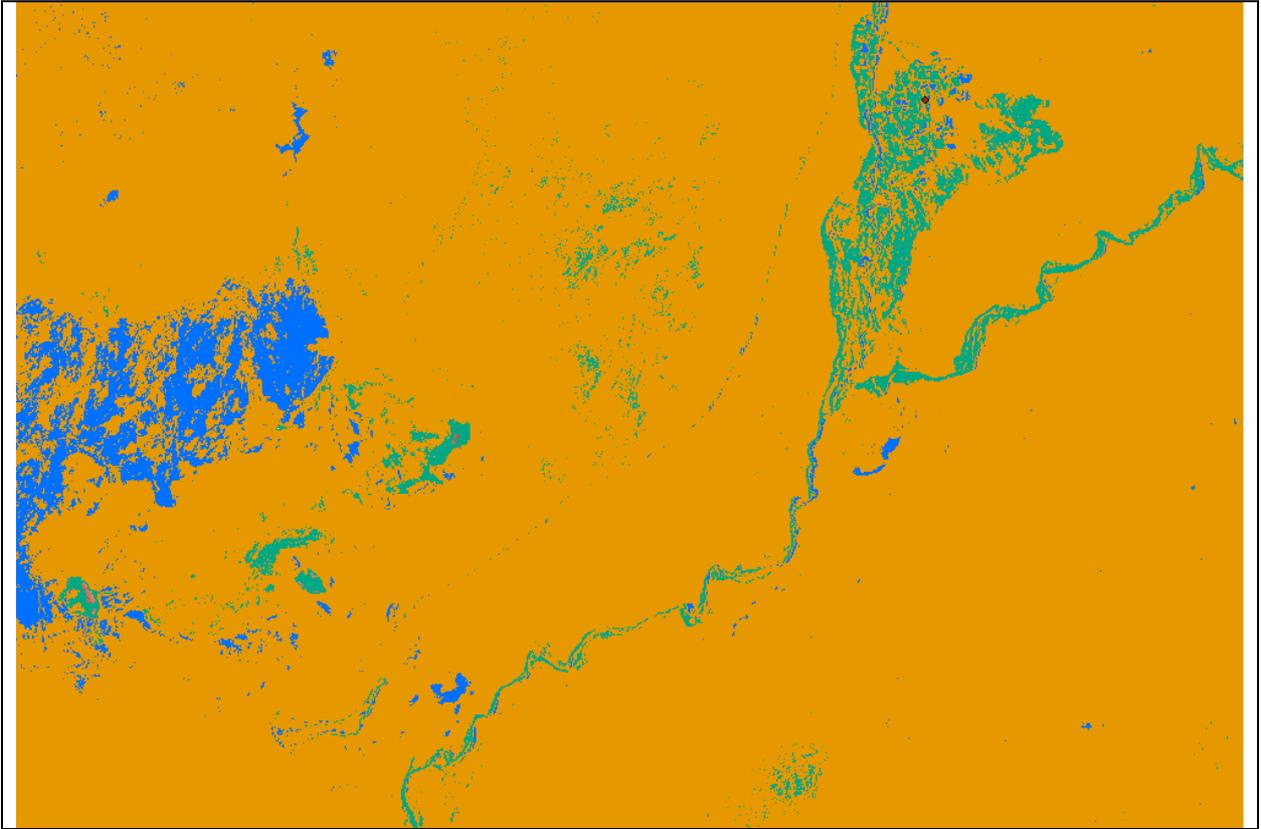


Figura 36: Agrupación de valores de la imagen de cambio

5.5. Colección de Humedales- Biblioteca Digital

La información recopilada a nivel central, vía elaboración de bibliografías obtenidas por Internet, correspondió en general a: Revisión de páginas Web, catálogos de Bibliotecas, capturar aquellos documentos en texto completo y respaldar en repositorio de trabajo en el caso de los que están publicados en la Web. Entre estos se destacan los siguientes:

- CONAMA: Recopilación vía internet de Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental (DIA - EIA) publicados en sitio SEIA de CONAMA, de aproximadamente 890 declaraciones y estudios de impacto, referidos a la II Región de Antofagasta. Ante la imposibilidad de aplicar un filtro por comuna a la base de datos pública, se debió analizar cada uno de estos para efectuar una preselección y dejar para análisis en más profundidad solo los referidos específicamente al área de estudio y que incluyeran estudios de Línea base.
- CIREN - Centro de Documentación: mediante una búsqueda exhaustiva en las diferentes fuentes de información disponibles físicamente en CIREN y en internet, en catálogos de bibliotecas e instituciones relacionadas con el tema. Se elaboraron bibliografías sobre las diversas temáticas de interés para el proyecto, las cuales fueron analizadas por especialistas temáticos del proyecto y almacenadas en repositorio de respaldo, para su ingreso a la base de datos de metadata.
- DGA - Centro de Información de Recursos Hídricos. Se hizo una completa revisión de la información que disponen sobre el tema, la que posteriormente mediante el convenio de colaboración y aportes comprometidos en el proyecto fueron traspasados a CIREN en diferentes formatos (bases de datos, archivos shape, informes en formatos impresos y digitales), para su proceso de edición y conversión a digital e incorporación al SIG o Biblioteca digital de Humedales.
- Recopilación de fotografías: Se efectuó una recopilación de registros fotográficos relacionados con todas las actividades en terreno, reuniones, y paisajes que contribuyen a caracterizar las comunidades, las que fueron integradas en una sub-colección en la Biblioteca Digital de Humedales.

La información recopilada directamente en la II Región correspondió a antecedentes provenientes de:

- CONAF: Información georeferenciada en formato shape sobre salares, bosque nativo, áreas protegidas, suelos, agroclima, hidrografía, tipo de vegetación en la zona.
- SAG: Información georeferenciada en formato shape de salares, ubicación de zonas protegidas, vegetación en San Pedro de Atacama, sitios prioritarios de conservación, puntos de extracción de aguas de empresas, entre otros.

- CONAMA:
 - Estudio RIDES, sobre Biodiversidad en la evaluación integrada del Salar de Atacama.
 - Estudio FNDR sobre biodiversidad en sectores de Calama, Lejía, Licancabur, Quillagua y Tatio.
 - Estudios de impacto ambiental presentados por diferentes empresas mineras y Empresa Geotérmica
- Otros: estudios sobre manejo de bofedales, salar del Huasco, vegetación del río Loa.
- Universidad Católica del Norte: Estudio realizado en conjunto con la DGA sobre Geoquímica de las cuencas cerradas de las I, II y III Regiones. Tesis de caracterización geoquímica.
- DGA: Revisión y selección de resoluciones referidas al área geográfica del estudio.
- CONADI: Antecedentes sobre localización espacial de las comunidades (base de datos y archivos en formato shape) y antecedentes socio culturales de cada comunidad.

La Biblioteca digital de Humedales es un complemento al producto final relevante del proyecto, que es el Sistema de Información Territorial de Humedales SITHA. Esta implementación, tiene las siguientes ventajas:

- Incrementarse en el tiempo, al poder incorporar nuevos objetos de información en múltiples formatos en forma permanente.
- Actuar de medio de difusión permanente del proyecto y por tanto, de los humedales altoandinos de la región.
- Establecer un nexo con el Sistema SITHA.

Características de la Biblioteca digital de Humedales

En el desarrollo conceptual del Sistema Biblioteca digital se consideraron todos los aspectos relacionados con las necesidades de información de los usuarios. Se crearon índices, navegadores y metáforas de búsqueda que atendieran a las necesidades de los diferentes perfiles de usuarios definidos y a sus niveles de alfabetización digital que poseen. Otros aspectos considerados fueron:

- La Arquitectura de Información de la Colección digital de Humedales Altoandinos, consideró los requerimientos y niveles de alfabetización digital de los usuarios reales y potenciales del sistema; quedando constituida por las siguientes sub-colecciones: Textos, Videos, archivos de audio y fotografías.
- La ejecución de los talleres realizados en Santiago y Antofagasta para definir los requerimientos del SITHA, sirvió para recibir sugerencias y detectar nuevas necesidades de información que se debían incluir en la colección de humedales de la Biblioteca Digital. Como ejemplo esta el caso de la inclusión

de todas las Resoluciones de Calificación ambiental y los Informes consolidados de calificación ambiental, que los propios profesionales de Conama solicitaron ser incorporados, así como también los antecedentes de los nuevos sitios Ramsar declarados durante el año 2010, entre otros.

- El Diseño y Arquitectura de información consideró e incluyó los elementos necesarios que permitiera a los usuarios finales navegar desde la Biblioteca Digital al SITHA y viceversa. Por lo tanto, en el desarrollo del SITHA, se incorporaron algunas soluciones informáticas, básicamente mediante links, que permiten actualmente una navegación entre ambos sistemas. Concretamente esto se traduce en lo siguiente:
 - El usuario de la Biblioteca digital cuenta con indicaciones y guías para complementar la información de carácter documental con cartografía georeferenciada disponible en el sitha, mediante link disponibles en la página de inicio de la colección de humedales, así como al efectuar consultas por sub-cuencas hidrográficas, en un mapa interactivo disponible.
 - En la interfaz web del sitha se incorporó un banner que indica y permite el link a la biblioteca digital para complementar la información cartográfica con antecedentes documentales.
 - En la variable o Cobertura denominada Evaluación ambiental de proyectos del SITHA, al seleccionar y consultar la espacialización de los estudios SEIA, si el usuario interroga la base de datos, se encuentra en el reporte que el sistema genera, con un link que lo lleva y permite consultar los estudios de línea base, ICE, RCA, disponibles en la Colección digital de Humedales.
 - En la interfaz web del Sitha en la página que describe el proyecto, en el punto documentación técnica del proyecto, el usuario al seleccionar alguno de los informes o fichas, se va a la colección digital de humedales.

La información recopilada, seleccionada y publicada en la colección digital de humedales a Octubre del 2010, se encuentra accesible para consulta en el Sistema Biblioteca Digital de CIREN, como una nueva colección digital, denominada Humedales disponible en la siguiente dirección: <http://bibliotecadigital.ciren.cl>.

En las figuras 37, 38, 39 y 40 se muestran “pantallazos” de la colección digital, metáforas de búsqueda y visualización de resultados.

QUIENES SOMOS | NUESTRA INFORMACIÓN | BASE CARTOGRÁFICA | PROYECTOS | PRODUCTOS | SERVICIOS | BOLETÍN | NOTICIAS

HOME INGLÉS ESPAÑOL TAMAÑO IMPRIMIR CONTACTO

InnovaChile
CORFO

ciren
Centro de Información de Recursos Naturales

Biblioteca Digital:
Colección de Humedales II Región de Antofagasta

Gobierno de Chile
MOP
Dirección General de Aguas
Ministerio de Planificación
CONADI

CIREN-IREN - RECURSOS HÍDRICOS DGA - CIREN DIFUSIÓN - FOTOMOSAICOS HISTÓRICOS - HUMEDALES

Búsqueda

Buscar: que contengan las palabras

Colección Humedales

Cómo encontrar información

Existen las siguientes formas de encontrar información:

Búsquedas generales en todas las colecciones disponibles en <http://bibliotecadigital.ciren.cl>

Opciones de búsqueda :

Búsqueda interactiva mediante el mapa y aplicación de búsqueda por comunidades indígenas.

Búsquedas en la colección mediante las siguientes categorías :

- Textos
- Fotografías
- Videos

Búsqueda por comunidades indígenas

QUECHUA DE OLLAGUE
 ATACAMEÑA DE CONCHI VIEJO
 ATACAMEÑA DE CUPO
 ATACAMEÑA DE TOCONCE
 ATACAMEÑA DE LASANA
 SAN FRANCISCO DE CHIU-CHIU
 ATACAMEÑA DE AYQUINA-TURI
 ATACAMEÑA DE CASPANA
 ATACAMEÑA DE TOCONAO
 ATACAMEÑA DE TALABRE
 ATACAMEÑA DE SOCAIRE
 ATACAMEÑA DE CAMAR
 ATACAMEÑA DE MACHUCA
 ATACAMEÑA DE QUITOR

ATACAMEÑA DE MACHUCA

Comuna
San Pedro de Atacama

ADI
Atacama La Grande

Actividad productiva
Agricultura, Actividad pastoril, Agroturismo

Sub-subcuenca

Figura 37. Búsqueda por Comunidad Indígena

Búsqueda de humedales por subcuenca hidrográfica

Permite la búsqueda de documentos asociados a los humedales pertenecientes a una determinada subcuenca. Ir a la búsqueda

Figura 38. Búsqueda por Subcuenca Hidrográfica

Búsqueda por tipo de documento	Búsqueda por tipo de Producto		
<ul style="list-style-type: none"> 📄 Textos 📷 Fotografías 🔊 Audio 📺 Videos 📊 Bases de datos 📰 Noticias 🗺 Mapas 	<ul style="list-style-type: none"> 📖 Manuales 📄 Folletos 📄 Proyectos 📄 Estrategias 📄 Leyes 📄 Fotografías 📺 Videos 🔊 Audio 📄 Resoluciones 📄 Artículos de Revista 	<ul style="list-style-type: none"> 📄 Política 📄 Planes 📄 Programas 📄 Decretos supremos 📄 Decretos con fuerza de ley 📄 Ordenanzas 📄 Expedientes 📄 Tratados Internacionales 📄 Convención Ramsar 	<ul style="list-style-type: none"> 📄 Evaluaciones Ambientales 📄 DIA (Declaraciones de impacto ambiental) 📄 EIA (Estudios de impacto ambiental) 📄 Resoluciones de calificación ambiental 📄 Fichas técnicas 📄 Noticias 🗺 Mapas 📄 Informes

Figura 39. Búsqueda por tipo de documento y por tipo de producto

QUIENES SOMOS | NUESTRA INFORMACIÓN | BASE CARTOGRÁFICA | PROYECTOS | PRODUCTOS | SERVICIOS | BOLETÍN | NOTICIAS




Centro de Información de Recursos Naturales

HOME INGLÉS ESPAÑOL TAMAÑO IMPRIMIR CONTACTO



Biblioteca Digital:
Colección de Humedales II Región de Antofagasta

CIREN-IREN - RECURSOS HÍDRICOS DGA - CIREN DIFUSIÓN - FOTOMOSAICOS HISTÓRICOS - HUMEDALES

Búsqueda

Usted se encuentra en: **Colección Humedales**

Buscar: que contengan las palabras

Palabras contadas: salares: 8
8 documentos corresponden a la consulta.



Pasarela peatonal conexión villas salares y volcanes

Estudio hidrológico

Autor institucional: CODELCO Chile. División Codelco Norte

Temas: Hidrología Geomorfología Pluviometría

División administrativa: Región II de Antofagasta El Loa Provincia Calama Comuna

PDF | 5 páginas | Descargar 0.08 MB

[Más información](#) | Colección: Textos humedales



Pasarela peatonal conexión villas salares y volcanes

Análisis y recopilación de antecedentes

Autor institucional: CODELCO Chile. División Codelco Norte

jpeg | páginas | Descargar 0.00 MB

[Más información](#) | Colección: Textos humedales

Figura 40. Visualización de resultado de la búsqueda

5.6 Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).

El Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA) de la región de Antofagasta, incluye procedimientos para la incorporación sistemática de información. Incluye una interfase de consulta y una salida de informes y salidas cartográficas de las variables que caracterizan los humedales, junto con manual de uso del sistema y Registro de Propiedad intelectual.

5.6.1 Diseño conceptual del SITHA.

El Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA) corresponde a una interfaz Web que permite el acceso al visualizador de mapas o sistema de información georeferenciada. Está compuesto por varias capas de información, base y temática, las cuales a través de sus distintas interrelaciones dan origen al SITHA. Estas capas de información provienen de dos fuentes: directas e indirectas como se ha mencionado en puntos anteriores.

Las variables o temas considerados en la interfaz web son las siguientes:

- a) Variables de Cartografía Base (información espacial de localización y superficies con humedales, topográficas y de caracterización general de los humedales).
- b) Variables de Clima. La información de esta variable está basada en los estudios e información recopilados que incluye las variables de clima y agroclima generales del área de estudio.
- c) Variables de Flora y Vegetación. Se levantó las formaciones vegetacionales predominantes, la cobertura vegetal y la composición de especies de flora presente, además, la presencia de especies endémicas, en extinción y otras en diversa situación de conservación.
- d) Variable de Fauna. Se levantó información de aves, reptiles y fauna, describiendo las especies más importantes en términos de abundancia, diversidad y frecuencia de avistamiento en humedales muestrales. Se determinó el porcentaje de fauna según categorización de las especies de fauna existentes en el área del proyecto en: especies endémicas, en extinción, vulnerables y otras en diversa situación de conservación.
- e) Variables de Recursos Hídricos. La información de esta variable hídrica proviene básicamente de la información aportada por la DGA.
- f) Variable de Suelos. Esta información considera las características agrológicas de ellos, mediante observaciones de textura, estructura, color, drenaje, presencia de pedregosidad y salinidad, entre otros.
- g) Variables de Geología y Geomorfología. La información de esta variable está basada en los estudios recopilados que incluye las características geológicas y geomorfológicas generales del área de estudio, con especial énfasis en los sectores de vegas y bofedales.

- h) Variables de Áreas Protegidas A nivel comunal se identificaron en el área de estudio, la superficie en calidad de conservación (SNASPE)
- i) Variables de Pueblos Originarios. En el área de estudio se ha identificado cartográficamente las propiedades de las comunidades indígenas y las áreas de desarrollo indígena de los pueblos originarios.
- j) Variables de Actividades Productivas y de Uso Actual. Centros poblados y principales rubros productivos, relacionándolos con datos socioeconómicos.
- k) Variables de Evaluación Ambiental de Proyectos
- l) Mapas Resultados: Corresponde a cartografía resultante del estudio.

5.6.2 Diseño e Implementación de la Interfaz de Consulta

El Diseño grafico del Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA), contempló una creación conceptual flexible, fácil de usar por diferentes tipologías de usuarios (nativos digitales e inmigrantes digitales) y con un diseño centrado en el usuario.

Las consideraciones generales para este diseño fueron las siguientes:

- a. El diseño incorpora la imagen corporativa de CIREN, además de los logos oficiales de los organismos de gobierno asociados al proyecto.
- b. Incluir un buscador
- c. Metáforas de búsqueda y consulta
- d. Facilitar el acceso para complementar la cartografía georreferenciada con la información documental disponible en la colección digital de humedales, para lo cual se dispuso en todas las páginas un banner que lleva a la colección humedales.
- e. Opción de interacción con los usuarios mediante la suscripción RSS, incorporar aportes y sugerencias, agregar términos al glosario, formularios de contacto.
- f. Acceso a la documentación del proyecto, galería de fotos.
- g. Acceso a guías de usuarios e incorporación de un tutorial que enseña a navegar por el sub-sitio.

Esta interfaz web contempló en su diseño, su integración como un subsitio residente en el sitio corporativo de CIREN de libre acceso (www.ciren.cl) quedando con la siguiente URL: <http://sitha.ciren.cl>

En la figura 41 se presenta la página de inicio del sitio Web del sistema SITHA.

El Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos SITHA, fue construido sobre la plataforma de Sistema de Gestión de Contenido CMS Joomla. Dentro de las particularidades del sistema construido está el permitir visualizar variables contenidas en SITHA, además de permitir disponer de un glosario de términos.

Para la visualización de la definición de variables y términos del glosario se construyeron dos componentes que permiten la administración de estos temas. El componente Symdef corresponde a la visualización de variables que permite ver el símbolo asociado y la definición aplicable a esta imagen. El componente eglossary está asociado a la administración del glosario del SITHA.

Por otro lado, se ha desarrollado un módulo que permite visualizar dos imágenes de mapa. La primera imagen corresponde a un enlace a la descripción de variables y la segunda imagen corresponde a un enlace al visualizador de mapas.

Se debe considerar que las aplicaciones fueron diseñadas pensando en el escenario actual (II Región) lo que implica que no tiene escalabilidad, por lo tanto, en caso de agregar nuevas regiones, se debe solicitar un nuevo desarrollo que permita la realización de esta función.

En la figura 42 se muestra la página de la Interfaz web, denominada Variables contenidas en el SITHA , en la cual se describe también las variables o temas contenidos en el visualizador de mapas (al igual que en la pestaña “Temas”). A esta página se accede mediante el mapa de Chile y región (a la izquierda de la página principal y disponible en el siguiente link:

http://sitha.ciren.cl/index.php?option=com_symdef&view=show&Itemid=9



Figura 41. Página de inicio del sitio web del SITHA

Fauna

Corresponde a información de las especies más importantes de fauna, en términos de su abundancia, diversidad y frecuencia de avistamiento en humedales muestras e información de la distribución espacial para el resto de los humedales del área de estudio. Se incluye mapa de categorización de las especies de fauna existentes en el área del proyecto en: especies endémicas, en extinción, vulnerables y otras en diversa situación de conservación.

Figura 42. Página de variables del sistema y descarga de archivos.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios de poder bajar en forma fácil y expedita, en formato shape, las distintas capas de información que forman parte de las variables definidas, se dispuso un acceso especial en la página de la figura 42:

Descarga de archivos relacionados



Al pinchar sobre la flecha se abre una ventana (figura 43) que despliega una tabla que indica:

- Nombre del archivo
- Descripción
- Tamaño (Kb)
- Fecha
- Opción de abrir o guardar el archivo



Figura 43. Pagina de descarga de archivos

El sistema tiene un sistema de administración de roles de usuario con diferentes opciones de ejecución para su actualización permanente asociado a privilegios otorgados y página de contacto (figura 44).



Figura 44. Página de contacto del SITHA

5.7 Coberturas Temáticas y su visualización

El SITHA mediante un visualizador ofrece el servicio de consulta interactivo de coberturas temáticas y de localización geográfica con diferentes niveles de información, donde el usuario puede consultar de acuerdo a las diferentes temáticas de su interés.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, las capas temáticas recopiladas y/o creadas como resultado del proyecto, se distribuyeron en las 12 temáticas o variables metodológicas establecidas. A continuación se efectuó una depuración de la información contenida en las bases de datos y coberturas de información gráfica recopiladas tales como información repetida en algunos campos, duplicidad de información y otras. Se completó la descripción del contenido de cada campo en cada una de las bases de datos recibidas. Previamente, a la distribución por variables metodológicas se efectuó la validación topológica del total de las coberturas, utilizando reglas para corregir coberturas de líneas y polígonos (las coberturas de puntos no requieren esta corrección). Enseguida, se procedió a realizar una descripción de todos los campos que contenían las bases de datos, sumando algunas características de las coberturas. A continuación se realizó la programación de coberturas para el visualizador (SITHA), la cual contempló programar mediante archivo de texto, las características de despliegue de las coberturas en el visualizador, como sus escalas de despliegues, precisiones, metadatos, simbologías de representación, leyendas, entre otros aspectos cartográficos.

En las figura 45 y 46 se muestra una pantalla del visualizador de mapas y un acercamiento incluyendo la ventana de despliegue de datos.

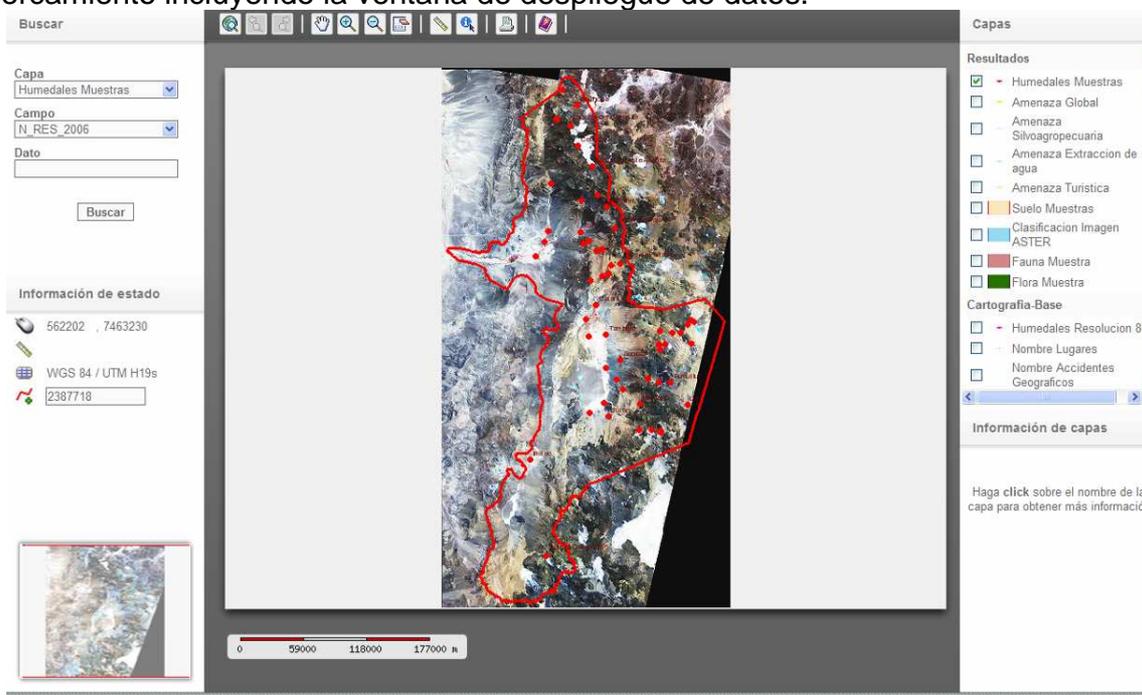


Figura 45. Visualizador de Mapas

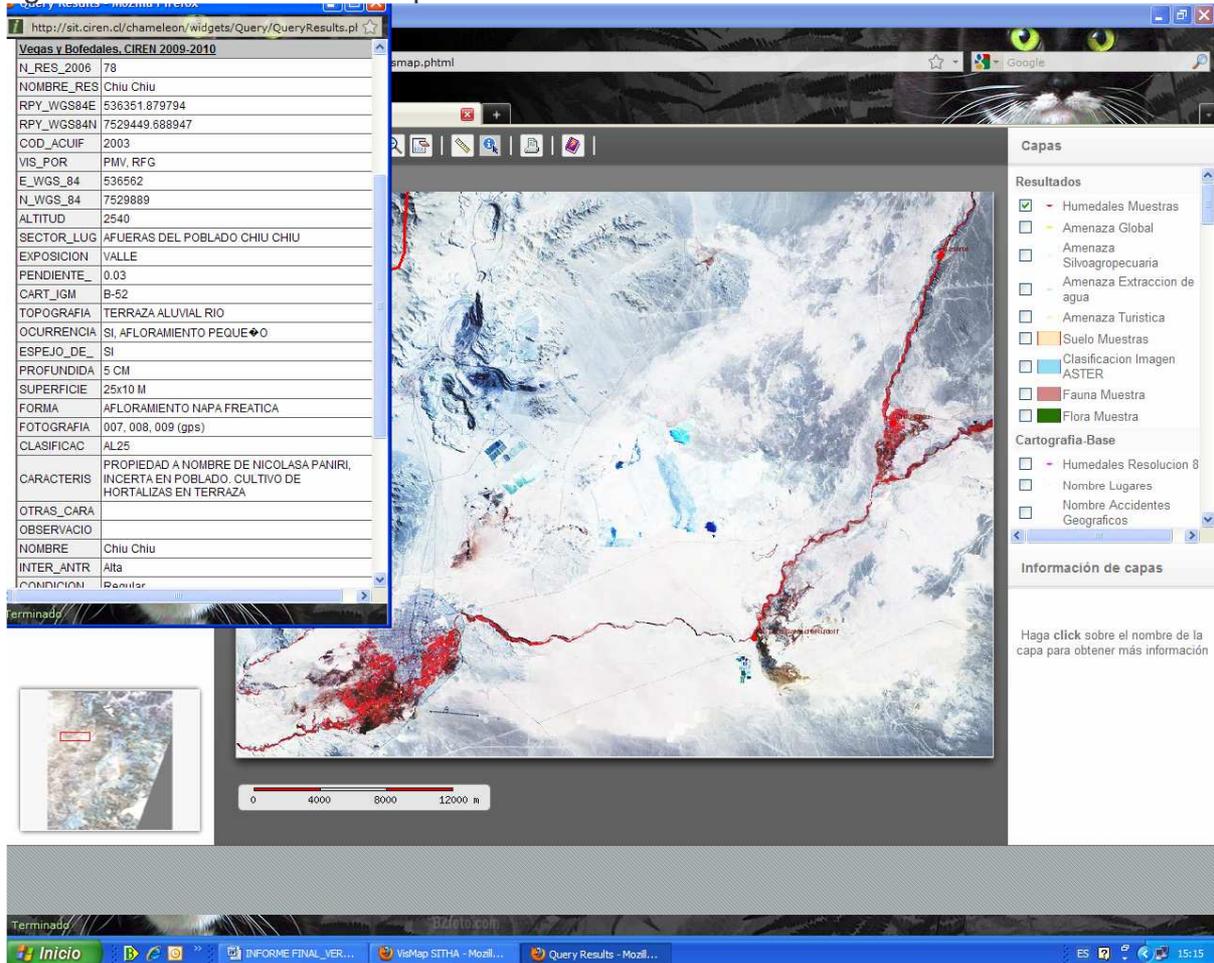


Figura 46. Acercamiento en el visualizador de mapas y despliegue de tabla de datos.

6. Establecimiento de las relaciones entre los humedales y las actividades mineras y productivas del área de estudio.

6.1 Actividades mineras y productivas del área de estudio.

Se identificaron y localizaron las principales actividades productivas que se realizan en el área de estudio, obteniéndose coberturas espacializadas de esas actividades. Dichas actividades fueron producto, tanto del trabajo en terreno como de recopilación de distintas fuentes de información. Se realizó un análisis territorial de ellas y se correlacionaron con las condiciones en que se encuentran actualmente los ecosistemas de vegas y bofedales existentes en área de estudio.

El análisis se realizó considerando las vegas y bofedales de la muestra seleccionada para el levantamiento de información de variables de esos humedales. De esta manera, se trabajó con información actualizada y vigente del período 2009-2010, especialmente la que se refiere a las condiciones espaciales en que se encuentran actualmente los humedales y a la caracterización por variables de flora, vegetación, fauna y suelos, entre las más importantes.

Cabe señalar que por las características de las cuencas y de la vegetación de los sectores altoandinos, se realizó también un análisis por subsubcuencas de acuerdo a la clasificación de la DGA.

Las actividades productivas relevantes, que fueron relacionadas a las cuencas, vegas y bofedales, de forma de identificar y valorar las presiones y/o amenazas actuales que se manifiestan sobre ellas, corresponden a las siguientes:

- **Actividades mineras:** La Minería es la actividad productiva que está relacionada con la extracción de recursos mineros como el hierro, cobre y otros minerales metálicos y no metálicos.

Dentro de la minería metálica se destaca la producción de cobre, hierro, molibdeno, manganeso, plomo, zinc, oro y plata. De estos productos, los de mayor interés son el cobre y molibdeno, siendo este último un subproducto de la producción de cobre. Como resultado de esta abundancia, la minería ha sido desde siempre la principal actividad productiva de esta región.

De igual forma, dentro de la minería no metálica se destaca la producción de litio, borax y otros productos. La minería no metálica comprende las actividades de extracción de recursos minerales que, luego de un adecuado tratamiento, se transforman en productos aplicables en diversos usos industriales y agrícolas, gracias a sus propiedades físicas y/o químicas. De allí que el interés público y privado por su desarrollo se orienta tanto a su fase productiva como en el uso final de sus productos.

En la figura 47 se presenta un esquema de las principales Empresas Mineras y sus productos en el área de estudio.



Figura 47. Esquema de las Empresas Mineras y sus productos.

Uno de los patrones comunes en las actividades mineras es la utilización del recurso agua para muchos de sus procesos, principalmente agua subterránea o vertientes, por lo cual se elaboró la cartografía de extracción de agua, tanto subterránea con derechos otorgados por la DGA desde 1990 a la fecha, la cual fue complementada con información del Inventario de pozos de fecha anterior a 1990 e información de derechos de aguas superficiales otorgados principalmente a las Comunidades Indígenas y organizaciones de usuarios de regantes y/o agricultores (figura 48).

En el cuadro 8 se presenta un resumen de los derechos otorgados de aguas subterráneas por acuífero protegido de acuerdo a Resolución de la DGA del año 2005 distribuidos por uso. Cabe señalar que de un total de 10.608,56 l/s otorgados en el periodo 1990 – 2006, 3.511,1 fueron otorgados en dichos acuíferos, correspondiendo a más de 97% de estos derechos al sector minero.

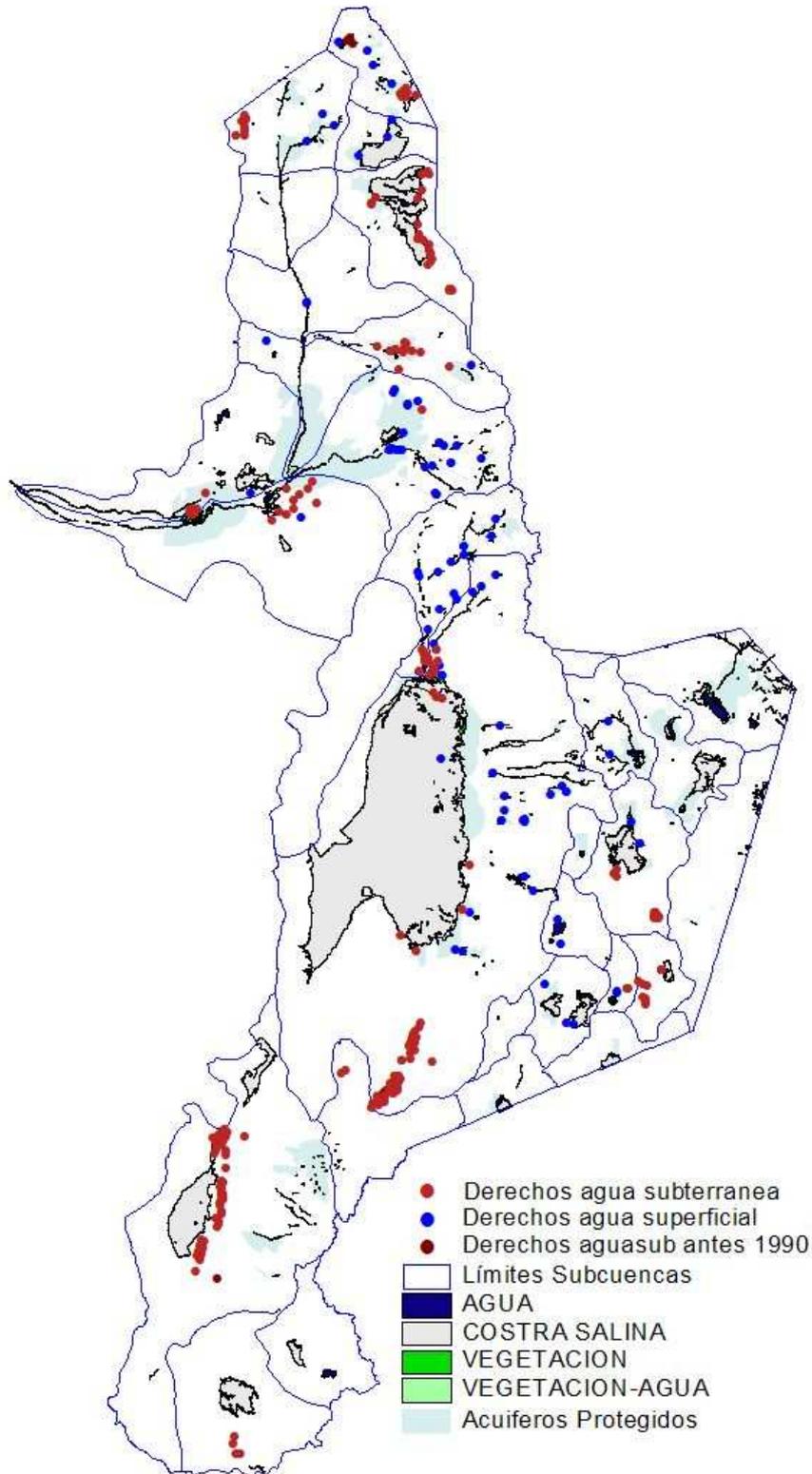


Figura 48. Localización de Puntos de Extracción de Agua.

Cuadro 8. Captaciones de Aguas subterráneas en acuíferos protegidos, según uso.

ACUIFERO	Uso Minero		Uso Sanitarias		Uso Turismo			
	Captaciones	(l/s)	Captaciones	(l/s)	Captaciones	(l/s)	Captaciones	(l/s)
2002	3	450.0			2	3.6	5	453.60
2003	1	31.0	2	80.0			3	111.00
2045	7	550.0					7	550.00
2050	3	6.0					3	6.00
2052	11	1,638.0					11	1,638.00
2053	1	7.0					1	7.00
2054	1	58					1	58
2058	7	312.2			1	16.5	8	328.7
2091	3	18.8					3	18.8
2106	3	340					3	340
Total	40	3,411.0	2	80.0	3	20.1	45	3,511.10

- **Actividades forestales:** La actividad forestal es la actividad productiva que se relaciona con la producción de madera para diversos usos, y frutos o semillas que sirven de alimento para el ganado. En el área de estudio se destaca la plantación de tamarugos, realizada por CORFO (1965), en el área de Tambillo, comuna de San Pedro de Atacama.
 - **Actividades agrícolas:** La agricultura es la actividad productiva que está relacionada al cultivo y extracción de recursos agrícolas, como lo son: frutas, hortalizas y otros. Sin embargo, las áreas de cultivo son bastantes localizadas en el área.
 - **Actividades ganaderas:** La ganadería es la actividad productiva que se relaciona con la producción de animales, para la obtención de alimentos y otros productos.
- Cabe señalar que estas tres últimas actividades productivas, se conocen como actividades productivas silvoagropecuarias.
- **Actividades turísticas:** El turismo es el conjunto de actividades que realizan los individuos durante sus viajes y estancias en lugares diferentes a los de su entorno habitual por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año. La actividad turística generalmente se realiza con fines de recreación, aunque también existe el turismo por negocios y otros motivos.

Las coberturas de información generadas y/o recopiladas fueron ingresadas al sistema SITHA construido bajo la variable correspondiente, las cuales pueden ser descargadas en formato shape de Arcview, desde el mismo sistema.

Se analizaron las variables antrópicas relacionadas con el uso del suelo y la propiedad de las tierras, y de elementos de paisaje del área de estudio y se obtuvo información sistematizada y documental de estas variables, con la finalidad de relacionar dichas variables con las actividades productivas y los ecosistemas asociados a las vegas y bofedales del área de estudio.

La caracterización paisajística de las áreas de influencia de las vegas y bofedales del área de estudio, permite incorporar en la evaluación aquellas variables no conmensurables que se encuentren presentes como parte importante del entorno. Estas características fueron sistematizadas en las fichas que fueron elaboradas para cada humedal muestra visitado y que se explicó en la actividad 2.

Las actividades productivas señaladas anteriormente fueron escogidas para realizar el análisis, de tal forma de identificar y obtener valores de las presiones o amenazas a las vegas y bofedales, debido a que se consideraron los más incidentes sobre los humedales del área de estudio.

Del texto anterior, se desprende que el proyecto no pretende identificar impactos sobre las vegas y bofedales de estudio. No obstante lo anterior, se establecieron las presiones y amenazas actuales, lo que es de gran interés tanto para las instituciones ejecutoras del Proyecto como para todas las instituciones y organismos regionales que han apoyado esta iniciativa.

La metodología aplicada para lograr estos resultados consistió primero en establecer las condiciones en que se encuentran actualmente las vegas y bofedales, como una primera línea de análisis, y determinar las amenazas globales que ejercen las actividades productivas mineras, silvoagropecuarias y turísticas que se realizan actualmente en el área de estudio, como una segunda línea de análisis.

6.2 Análisis de la Condición de Humedales Muestra

La obtención de las condiciones en que se encuentran actualmente las vegas y bofedales se realizó sólo para los humedales que fueron visitados en terreno para los cuales se tuvo una visión real de lo que acontecía con ellos. La ficha levantada en terreno fue diseñada para considerar los aspectos de condición tales como el estado de la vegetación, estado del cuerpo de agua, humedad del lugar, presencia de actividad antrópica entre otras.

En el cuadro 9 se presenta el listado de los humedales muestras por condición

Cuadro 9. Condición humedales muestra

Nombre	Condicion	Nombre	Condicion	Nombre	Condicion
Acamarachi Chica	Bueno	Aguas Calientes 4	Regular	Aguas Calientes 3	Malo
Aguas Calientes 5	Bueno	Caspana	Regular	Borde Sureste Ascotan	Malo
Aguas Calientes 6	Bueno	Chita 1	Regular	Inacaliri	Malo
Alitar 2	Bueno	Chiu Chiu	Regular	Machuca	Malo
Amincha	Bueno	Lasana	Regular	Ojo de San Pedro	Malo
Calar	Bueno	Ojos de Putana	Regular		
Cebollar	Bueno	Oyape	Regular		
Colana	Bueno	Palao	Regular		
Huailitas	Bueno	Quelana	Regular		
Imilac	Bueno	Salar de Tara 1	Regular		
Laguna del Leon	Bueno	Soncor	Regular		
Laguna Leja	Bueno	Sucultur	Regular		
Linzor 2 (Bajo)	Bueno	Tambillo	Regular		
Penaliri	Bueno	Tara	Regular		
Pujsa Norponiente	Bueno	Turi	Regular		
Putana	Bueno				
Quenuales	Bueno				
Quepiaco	Bueno				
Quilapana	Bueno				
Quiusuna	Bueno				
Rio Loa Salar de Rudolf	Bueno				
Salar de Alconcha	Bueno				
T Chita	Bueno				
Taira (Rio Loa)	Bueno				
Tebinquinche	Bueno				
Tilopozo	Bueno				
Tulan	Bueno				
Tuyajto 1	Bueno				
Tuyajto 2	Bueno				
Vega Chaihuiri	Bueno				

En la figura 17 se presenta espacializado este resultado, el cual se presenta con áreas que están siendo protegidas de alguna forma como son los sitios Ramsar, SNASPES, Sitios arqueológicos entre otros. El hecho de que humedales en regular condición estén ubicados en áreas protegidas se puede asumir que el cambio a una situación más deteriorada puede ser mitigada por estar dentro de estas áreas protegidas o acuíferos protegidos.

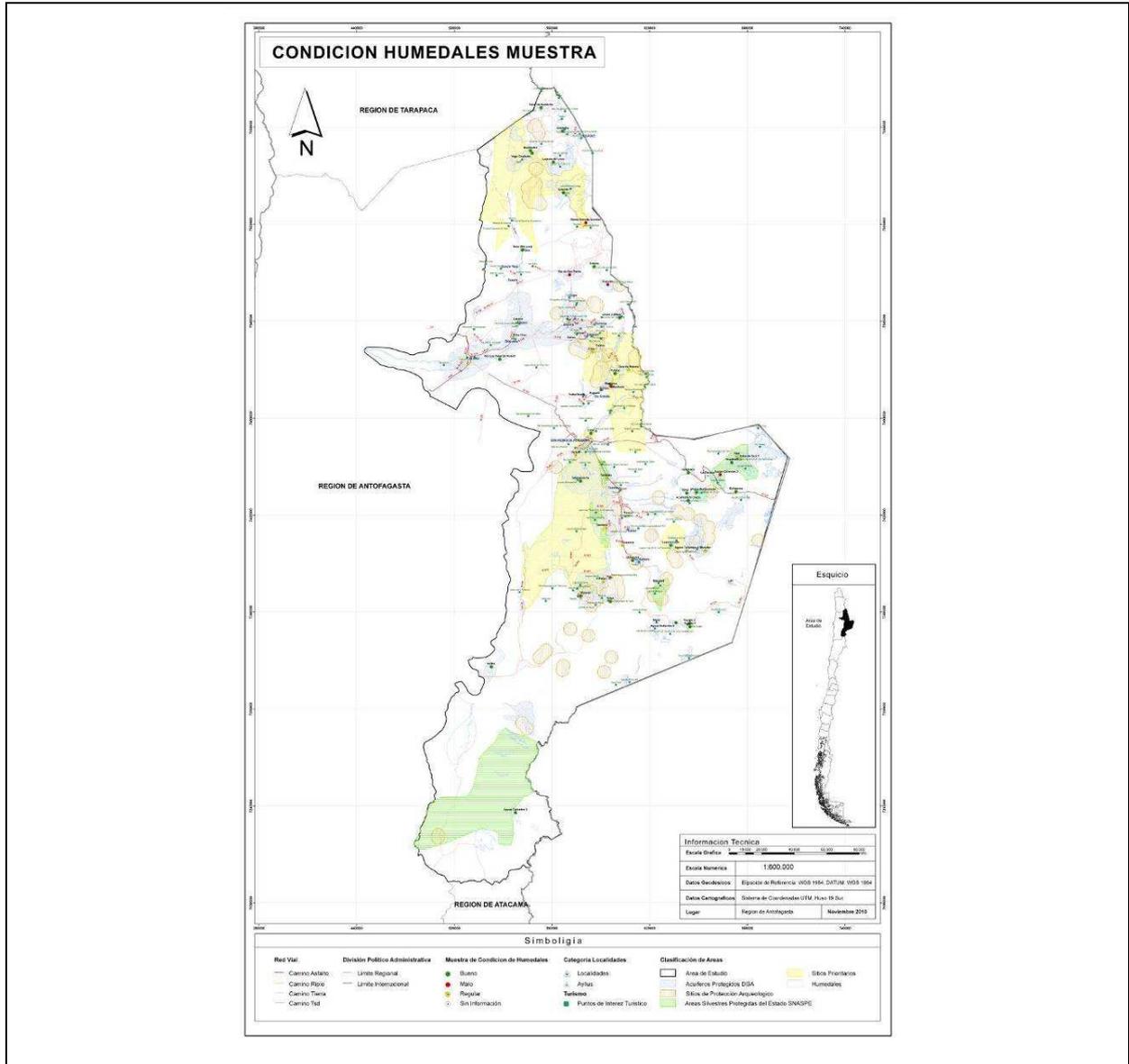


Figura 17. Condición humedales muestra

6.3 Amenaza Global de Humedales

Paralelamente, se aplicó la siguiente metodología de análisis para determinar la amenaza global de las actividades productivas sobre las vegas y bofedales.

Los criterios considerados para determinar las amenazas son coincidentes con los distintos tipos de amenazas producidas por actividades productivas. Los valores o pesos asignados a cada uno de estos criterios dependen si las amenazas son intensas

o de alto grado, a la cual se le asignó un valor 10, o son leves, a la cual se le asignó un valor 4, y a las amenazas de grado intermedio se les asignó un valor 8. En caso que no existe una amenaza, se le asignó un valor cero. De esta manera a cada vega o bofedal del área de estudio se le asignó un valor para cada una de las amenazas consideradas como criterios de análisis. Enseguida, se ponderó las amenazas consideradas para cada actividad productiva y la amenaza global.

En términos de la calidad de información que se contaba para el análisis las coberturas consideradas fueron las siguientes:

- a) Amenaza Silvoagropecuaria (A_SAP). Se consideró sólo la de pastoreo debido a que las otras actividades no eran relevantes en toda el área. Se asignó una ponderación de 0,1
- b) Amenaza por Turismo (A_Tur). Se consideró un buffer de 5, 10 y 15 kilómetros respecto de la distancia desde el sitio de interés turístico al humedal más cercano, siendo la amenaza directamente proporcional a la distancia, esto es: 10 a distancia de menores a 5 km, 8 a distancia entre 5 y 10 km y 4 a los humedales que se encuentran a una distancia mayor a 15 km respecto del sitio turístico. Se asignó una ponderación de 0,2.
- c) Amenaza por actividad Minera (A_Min). Para esta amenaza finalmente, por calidad de información, se utilizó la amenaza por extracción de agua subterránea, asignando un mayor valor (amenaza alta) a aquellos humedales alimentados por acuíferos que poseen un número alto de captaciones considerando además el volumen extraído en lts/seg (Cuadro 10).

Cuadro 10. Amenaza Minera por extracción de Agua

COD_ACUIF	N_Capta	Qls	AMENAZA
2002	5	453.6	10
2003	3	111.0	8
2045	7	550.0	10
2050	3	6.0	4
2052	11	1,638.0	10
2053	1	7.0	4
2054	1	58.0	8
2058	8	328.7	8
2091	3	18.8	4
2106	3	340.0	10
total	45	3,511.1	

Finalmente estos resultados fueron asignados a los acuíferos que alimentan vegas y bofedales (protegidos resolución 87), asignando el valor de uno para aquellos acuíferos donde no existen pozos de extracción para los años analizados o los derechos de aguas no han sido otorgados por la DGA. Se asignó una ponderación de 0,7.

- Amenaza Global (AmG)

Aplicando la metodología antes señalada se puede establecer cuales humedales están más amenazados por actividades silvoagropecuarias, turísticas y mineras, y finalmente, ponderando los valores de esas tres amenazas se obtiene un valor de la Amenaza Global que existe sobre cada vega o bofedral del área de estudio.

De acuerdo a lo anterior, la Amenaza Global se puede expresar de la siguiente forma:

$AmG = 0.1A_{SAP} + 0.2 A_{Tur} + 0.7 A_{Min}$
--

De esta manera, de los 264 humedales que se encuentran en el área de estudio, la mayoría de ellos (136) se encuentran en la clase de Amenaza Media como se resume en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Amenaza Global de los Humedales del área de estudio

AMENAZA	Nº HUMEDALES
ALTA	18
MEDIA	136
BAJA	95
MUY ALTA	15
TOTAL	264

En la figura 18 se muestra el mapa de amenaza global del área de estudio.

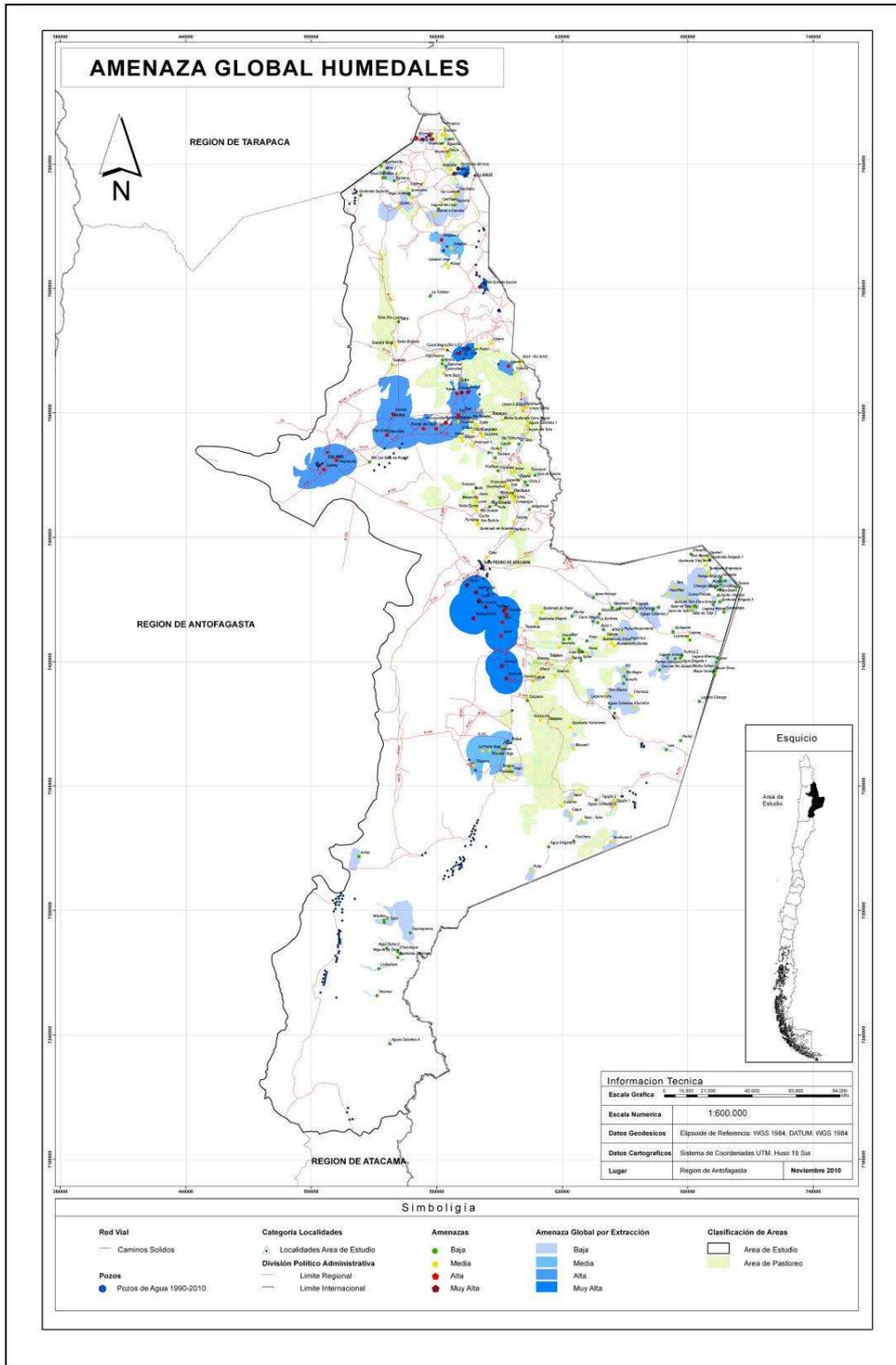


Figura 18. Amenaza Global de Humedales

Entre los humedales que se encuentran en la categoría de Muy Alta Amenaza se encuentran los siguientes:

18	Quebrada del Inca
21	Chaco
40	Borde Sureste Ascotan
56	Paniri
57	Paicato
142	Oyape
149	Baltinache
155	Cejas
159	Yona Grande
165	Los Pantanos
170	Tujilirea
175	Tambillo
177	Tebinquinche
213	Carvajal
222	Quelana

Estos resultados tienen cierta concordancia con la condición del humedal.

El proyecto a su término cuenta con un Sistema de Información SITHA, al cual se le agregó una Colección Digital de Información de última generación que permitirá el libre acceso, vía Web, a una importante cantidad de publicaciones recopiladas relacionadas con los humedales y asimismo, los resultados de las diversas campañas de terreno que se están llevando a cabo.

Cabe destacar que los usuarios pueden hacer sus consultas en el Sitio Web del sistema SITHA y simultáneamente en la Colección Digital de humedales de la Biblioteca Digital del CIREN, para lo cual se implementaron los enlaces y efectuaron las programaciones necesarias para la interacción entre ambos sistemas. – Sistema de Información geográfico y Sistema de Información Documental.