

El Humedal Tambo-Puquíos en la alta montaña de Elqui

- 7.1. Introducción
- 7.2. Ubicación y estructura del paisaje
- 7.3. Ecolima e hidrología
- 7.4. Geología y suelos
- 7.5. Flora y vegetación
- 7.6. Fauna
- 7.8. Agradecimientos
- 7.9. Referencias
- 7.10 Anexos



7. EL HUMEDAL TAMBO-PUQUÍOS EN LA ALTA MONTAÑA DEL VALLE DEL ELQUI*

The Tambo-Puquíos wetland in the highland of the Elqui Valley

JORGE CEPEDA P¹, FRANCISCO SQUEO P^{1,2,5}, ARTURO CORTÉS M^{1,2}
JORGE OYARZÚN M³ & HUMBERTO ZAVALA Z⁴

Abstract. *The geological and geomorphological heterogeneity of the highlands of the Chilean IV Region create a mosaic of environmental conditions in which habitats with highly contrasting vegetation develop. Where water accumulates or comes to surface, small wetlands, wet pastures, “veranadas” or “vegas”, as they are named in local terms, originate. Floral and faunal richness are usually high in these habitats. The geological, hydrological, climatic and biotic features of Tambo-Puquíos wetland are described in this chapter.*

The Tambo-Puquíos wetland is located in the High Mountain of the Elqui River Valley, at 4,000 masl. Its floral diversity is represented by 49 vascular species, both terrestrial and semi-aquatic. Four of them are endemic; seven, vulnerable. The species are in 38 genera and 17 families: Compositae (8 species), Gramineae (7), Portulacaceae (5), Papilionaceae (4), Cyperaceae (4), and Violaceae (4) are the most diverse families. Eighteen species are exclusive of the steppe matrix (zonal vegetation), and 20 are exclusive of the wet pastures (azonal vegetation). The predominant life form corresponds to perennial herbs in areas of azonal vegetation sectors (5.8% to 19.8%), it reaches near to 69% in the azonal sectors. Species

*Este capítulo está publicado en Cepeda J (ed). Geoecología de los Andes Desérticos: La Alta Montaña del Valle del Elqui: 243-283. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

¹Departamento de Biología. Universidad de La Serena. Casilla 599. La Serena. Chile. jcepeda@userena.cl

²Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). La Serena. Chile.

³Departamento de Minas. Universidad de La Serena. Casilla 599. La Serena. Chile.

⁴Departamento de Obras Civiles. Universidad de La Serena. Casilla 599. La Serena. Chile.

⁵Institute of Ecology and Biodiversity (IEB). Universidad de Chile. Santiago, Chile.

with the highest plant coverage are Adesmia echinus, A. subterranean, and Stipa atacamensis in the zonal sector; Calandrinia compacta, Carex maritima, Pucinellia oresigena, Deschampsia caespitose, and Deyeuxia velutina in the azonal sector.

Neither fish nor amphibians are recorded in the wetland. Reptiles are represented by two species of Liolaemus lizards. In conservation terms, one is categorized as “rare”; the other, as vulnerable. The mastofauna is represented by five species of mammals, among them are the guanaco (Lama guanicoe), the hare (Lepus capensis), the red fox (Pseudalopex culpaeus), the Andean leaf-eared mouse (Phyllotis xanthopygus vaccarum), and the Andean field mouse (Abrothrix andinus), along with two more species of which there are indirect records (the mountain vizcacha and puma). In conservation terms, among the seven species of mammal, three are considered “in danger”. The avifauna is the most diverse and abundant group of vertebrates present in the area. There is a record of 54 species, most of them are summer visitors. The steppe matrix congregates a high number of insectivorous birds. The Baird’s sandpiper (Calidris bairdii), the crested duck (Lophonetta specularoides), the diademed sandpiper (Phegornis mitchelli), the Andean goose (Chloephaga melanoptera), and the Andean gull (Larus serranus) are found associated to aquatic and semiaquatic habitats. In conservation terms, the last two are categorized as “rare species”.

The diversity and abundance of aquatic invertebrates is low. Where water quality is better (e.g., small tributary creeks), juvenile forms of the insects Trichoptera and Ephemeroptera are found; flatworms Turbellaria are also present. The stagnant waters house juveniles of Diptera, juveniles and adults of insect notonectids (Hemiptera), and several species of microcrustaceans. The terrestrial invertebrates associated to the wet pastures are mainly composed by edaphic nematodes and hexapods. Collembolans predominate among the edaphic forms of hexapods, and dipterans do so in the flying forms. Among the insects, Diptera is the most abundant and diverse taxon found in the area.

Key words: Andean deserts, Andean biota, mountain ecosystems, high-Andean wetlands.

Resumen. La elevada heterogeneidad geológica y geomorfológica de la alta cordillera de la IV Región de Chile genera un mosaico de condiciones ambientales que originan hábitats con vegetación fuertemente contrastante entre ellos. En aquellos sitios donde ocurre afloramiento o acumulación de agua, se originan pequeños humedales, prados húmedos, “veranadas” o “vegas”, como son llamados en lenguaje local. La riqueza vegetal y animal de estos hábitats es usualmente alta. En este capítulo se describen las características geológicas, hidrológicas, climáticas y bióticas del humedal Tambo-Puquíos. El humedal Tambo-Puquíos está ubicado en la alta montaña del Valle del Elqui, a 3.800 msnm. Su riqueza florística alcanza a 49 especies de plantas vasculares terrestres y semiacuáticas. Cuatro de ellas son endémicas y siete, vulnerables. Las 49 especies pertenecen a 38 géneros y 17 familias, siendo las más diversas: Compositae (8 especies), Gramineae (7), Portulacaceae (5), Papilionaceae (4), Cyperaceae (4) y Violaceae (4). De las 49 especies, 18 ocupan exclusivamente la matriz esteparia (vegetación zonal) y 20 ocupan exclusivamente los prados húmedos (vegetación azonal). La forma de vida predominante corresponde a hierbas perennes en áreas de vegetación azonal y arbustiva en los sectores zonales. Mientras que la cobertura de la vegetación es baja en los sectores zonales (5,8% a 19,8%), en los sectores azonales alcanza cerca del 69%. Las especies con mayor cobertura son *Adesmia echinus*, *A. subterranea* y *Stipa atacamensis* en el sector zonal, y *Calandrinia compacta*, *Carex maritima*, *Pucinellia oresigena*, *Deschampsia caespitosa* y *Deyeuxia velutina* en el sector azonal. No se registran peces ni anfibios. Los reptiles están representados por dos especies de lagartijas del género *Liolaemus*, una de ellas considerada “rara” y la otra, “vulnerable”. La mastofauna está representada por cinco especies de mamíferos, entre los que se cuenta el guanaco (*Lama guanicoe*), la liebre (*Lepus capensis*), el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), el lauchón orejudo andino (*Phyllotis xanthopygus vaccarum*) y la laucha andina (*Abrothrix andinus*), más dos especies de las que se tienen registros indirectos (vizcacha y puma). De estas siete especies, tres son consideradas “especies en peligro”. La avifauna es el grupo más diverso y abundante de los vertebrados del área. Existe un registro de 54 especies, en su mayoría visitantes estivales. La matriz esteparia reúne un alto número de especies de aves insectívoras. Asociadas a los ambientes acuáticos o semiacuáticos se registran el playero de Baird (*Calidris bairdii*), el pato juarjual (*Lophonetta specularoides*), el chorlito cordillerano (*Phegornis mitchelli*), el piuquén (*Chloephaga melanoptera*) y la gaviota andina (*Larus serranus*). Estas dos últimas son consideradas “especies raras”. La diversidad y abundancia de invertebrados

acuáticos es baja. En los pequeños cuerpos de agua de las quebradas tributarias, donde las aguas son de mejor calidad química, se registran inmaduros de insectos Trichoptera, Ephemeroptera y platelmintos Turbellaria. Los cuerpos de agua interiores alojan microcrustáceos, inmaduros de dípteros e inmaduros y adultos de hemípteros notonéctidos. La fauna de invertebrados terrestres asociada a los prados húmedos está compuesta especialmente por nemátodos edáficos y hexápodos tanto semiacuáticos como edáficos y voladores. Entre los edáficos predominan los colémbolos y entre los voladores, los dípteros, que constituyen el grupo de mayor abundancia y diversidad taxonómica.

Palabras claves: andes desérticos, biota andina, ecosistemas de montaña, humedales altoandinos.

7.1. Introducción

En general, los humedales de montaña constituyen unidades de paisaje (sensu Goigel 1989, Johnson & Gage 1997, Odum & Sarmiento 1998) que se desarrollan en terrenos inundados, con expresión de diferentes formas de biota hidrofítica. Son considerados ecosistemas frágiles cuyo valor biológico reside en las variadas y originales comunidades de especies y endemismos que albergan (Hails 1997, Ramsar 2004). También constituyen importantes recursos ecosistémicos para la fauna silvestre y el ganado trashumante y contribuyen a regular los recursos hídricos, ya sea como filtros de sales o como reservorios, vías de flujo y de regulación del agua (Hails 1997). En el norte-centro de Chile, los humedales altoandinos representan islas biogeográficas inmersas en ambientes de clima árido o semiárido. Estos ecosistemas, altamente dependientes del patrón pluviométrico se forman generalmente en sectores con superficies planas o en centros deprimidos de sitios con mayor pendiente y drenaje pobre, con acumulación de agua por escurrimiento superficial o afloramiento subterráneo (Cepeda et al. 2000). La alta heterogeneidad fisiográfica, hidrológica y geológica de la zona andina favorece la existencia de diversos tipos de humedales (Squeo et al. 1993, 2006, Veit 1993), que se diferencian entre sí por su tamaño, biota y estructura (SAG 2003). Desde el punto de vista paisajístico, constituyen ecotopos que contrastan fuertemente con el paisaje xeromórfico característico de esa altitud. Estos humedales —también llamados en el lenguaje local como “vegas”, “veranadas” o “pastizales de altura”— poseen depósitos orgánicos de diferente profundidad; de manera que las plantas que crecen en ellos obtienen gran parte de sus nutrientes del agua que se carga con éstos al pasar por los sustratos minerales subyacentes o aledaños.

Corrientemente se ha destacado la importancia ecológica de los humedales para la avifauna (Ramsar 2004); sin embargo, estos ambientes albergan una alta diversidad de taxones que han sido poco estudiados (e.g., insectos). Actualmente, los humedales de montaña no sólo se encuentran amenazados por la excesiva carga de animales domésticos y silvestres que les impone la ganadería de trashumancia y la elevada tasa de extracción de agua que demanda el consumo humano, ganadero y minero (SAG 2003), sino también por los probables efectos del cambio climático global (IPCC 2001), en especial el aumento de las temperaturas, que en estas zonas podría provocar un ascenso de la línea de las nieves y el aumento de los caudales en invierno

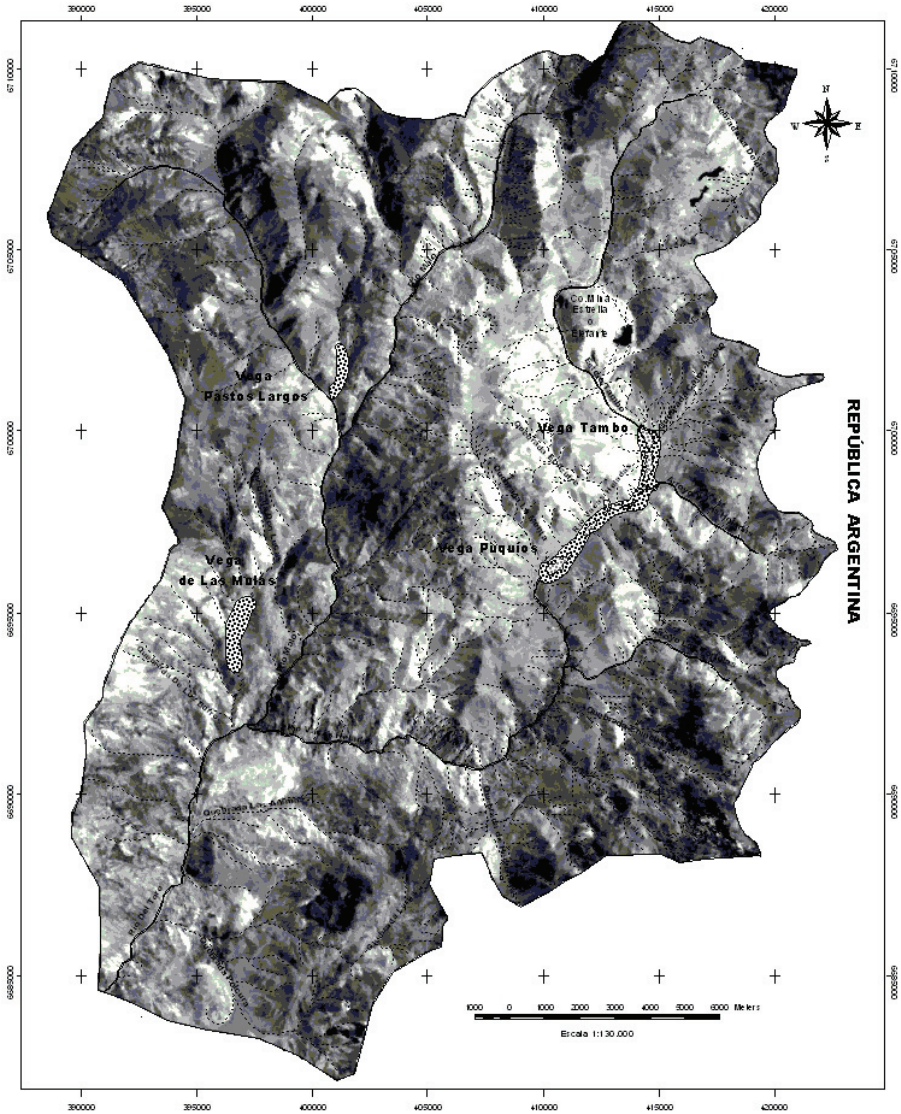


Fig. 7.1. Principales vegas en la cuenca del Río del Toro (3.800-4.000 msnm), Cordillera de Doña Ana (Región de Coquimbo, Chile).

y primavera (CONICYT 1989, Andrade & Peña 1993, Arroyo et al. 1993, Contreras 1993, Peña 1993, Mooney et al. 2001). En este trabajo se describen los principales rasgos —geología, complejidad paisajística, patrón hidrológico, fitocenosis, estructura de la vegetación y diversidad faunística— del humedal Tambo-Puquíos en la Cordillera de Doña Ana de la Alta Montaña del Valle del Río Elqui.

Tabla 7.1. Diferencias fisiográficas entre tres vegas de la cuenca del Río del Toro en los Andes del norte-centro de Chile (IV Región Coquimbo).

Vega	Sup. (Ha)	Estructura	Aportes de agua	Flora dominante
QLM	<1	Suelo parcialmente inundado, sin pozas, con cursos de agua efímeros, en quebradas estrechas, con pendiente ca. 20°	Filtraciones y escurrimiento desde laderas circundantes, de pendientes abruptas (ca. 50°)	<i>A. magallanica</i> (Rosaceae) <i>C. gayana</i> (Cyperaceae) <i>C. biflora</i> (Scrophulariaceae) <i>J. chilensis</i> (Juncaceae) <i>M. luteus</i> (Scrophulariaceae) <i>H. reniformis</i> (Campanulaceae) <i>W. pygmaea</i> (Compositae)
QPL	1-2	Suelo parcialmente inundado, con algunas pozas, con cursos de agua semipermanente, semiplanicie circundada por laderas de pendientes entre 20-25°	Escurrimiento subterráneo y superficial	<i>D. caespitosa</i> (Gramineae) <i>N. caespitosus</i> (Calyceraceae) <i>O. andina</i> (Juncaceae)
QTB	1-2	Compleja, con pozas temporales y efímeras, con curso de agua permanente, planicie fértil de pendiente ~1° circundada por laderas de pendiente entre 20-25°	Escurrimiento subterráneo y superficial	<i>P. oresigena</i> (Gramineae) <i>D. caespitosa</i> (Gramineae) <i>D. velutina</i> (Gramineae) <i>C. maritima</i> (Cyperaceae)

QLM: Quebrada Las Mulas; QPL: Quebrada Pastos Largos; QTB: Quebrada de Tambo (Fig. 7.1).

7.2. Ubicación y estructura del paisaje

Ubicación. El humedal Tambo-Puquíos forma parte del sistema de humedales altoandinos de la cuenca del Río del Toro (Tabla 7.1, Fig. 7.1), en la altamontaña del Valle del Elqui (3.800 msnm), en el sector conocido como Cordillera de Doña Ana. Ocupa la caja del curso del Estero Tambo-Río Vacas Heladas (Arroyo Tambo, Los

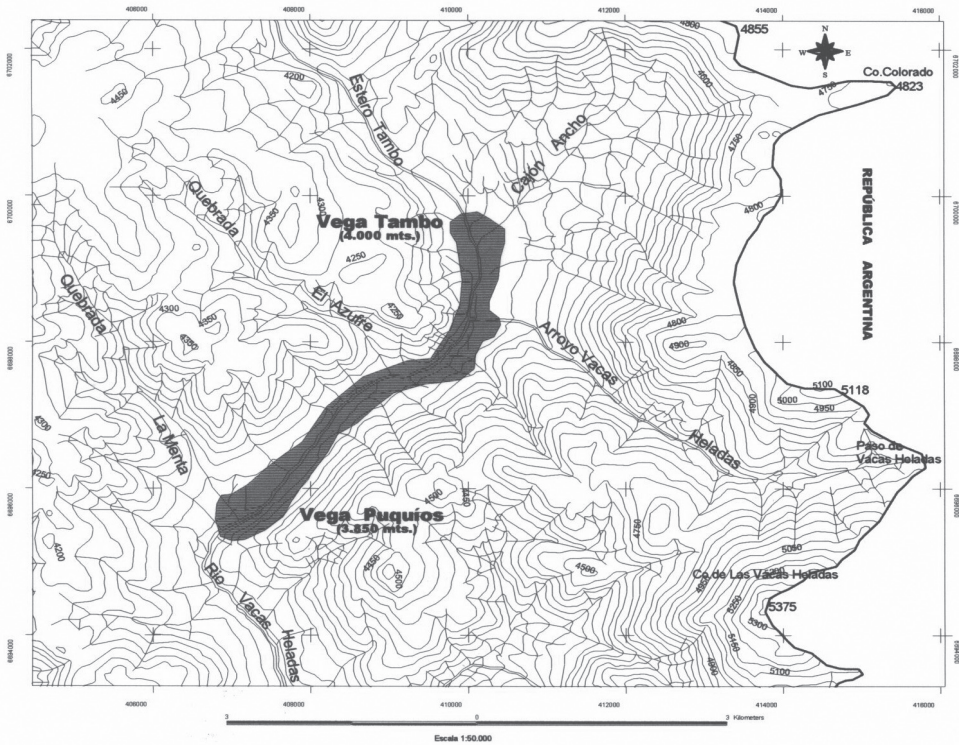


Fig. 7.2. Orografía del área del humedal Tambo-Puquíos, con principales quebradas aportantes (e.g., quebradas La Menta, El Azufre, Vacas Heladas y Cajón Ancho).

Tambos; Arroyo Vacas Aplastadas, en algunos mapas, respectivamente). Se extiende entre el tramo Cajón Ancho-Quebrada La Menta (Quebrada La Noria en algunos mapas). El humedal tiene una longitud de aproximadamente 6 km y una superficie cercana a los 10 km². Está constituido por la Vega Tambo (Vega Los Tambos en algunos mapas) y Vega Puquíos (Vega Aguas Negras en algunos mapas). Las vegas están conectadas en el punto donde confluyen el Estero Tambo y el Arroyo Vacas Heladas. La primera está asociada al Estero Tambo; la segunda, aguas abajo, al Río Vacas Heladas, nombre que recibe el Estero Tambo después de su confluencia con el Arroyo Vacas Heladas (Figs. 7.2 y 7.3).

Estructura del paisaje. La topografía del lugar presenta rasgos propios de la cabecera de un glaciar que avanzó hacia el sur, lo que ayuda a explicar el desarrollo de la depresión rellena que dio origen a las vegas y a su respectivo acuífero. Mientras la presencia de materiales clásticos de origen glacial es manifiesta en quebradas aledañas



Fig. 7.3. Aspecto general del humedal Tambo-Puquíos, tramo vegas Puquíos (3.800-4.000 msnm). Se observa el curso del Río Vacas Heladas y los puquíos o lagunas negras incluidas en la vega.

a las vegas, el curso del Río Vacas Heladas, en el tramo del humedal, está marcado por la erosión fluvial. Paskoff (1993) señala la presencia de sectores cortos en forma de U, como los encontrados en el humedal, y de sectores más largos en forma de V, como aquéllos situados al norte de él. Estos corresponden a la impronta dominante que evidencia la acción de los glaciares (e. g., valles en U) o de la actividad fluvial posterior (e. g., valles en V). El área ocupada por el humedal corresponde a una semiplanicie más ancha en su extremo norte que en su extremo sur (aguas abajo de la Quebrada La Menta, sector que se encuentra encajonado a la cama del río). El paisaje está dominado por un estrechamiento del valle del Estero Tambo-Río Vacas Heladas, por las alturas de los cerros circundantes, las diferencias en cota entre distancias cortas y por las características de las quebradas afluentes. Las mayores altitudes de la línea de cerros del flanco norte corresponden al Cerro Elefante (4.524 msnm), en cuya base se encuentra la subcuenca del Estero Tambo, y al Cerro Canto Norte (4.550 msnm). Los cerros más importantes del flanco sur corresponden al Cerro La Despensa (4.319 msnm, lado oeste) y al Cerro Vacas Heladas (5.375 m, lado este, Fig. 7.2).



Fig. 7.4. Detalles de las pozas someras (puquiós, aguas negras u ojos de agua) presentes en la vega Puquiós (3.800-4.000 msnm).

En general, las vegas del área corresponden a campos húmedos de pastos encerrados por un entorno estepario de *Stipa atacamensis*-*Adesmia subterranea*. Se encuentran, además, subunidades acuáticas representadas por el ritrón Estero Los Tambos-Río Vacas Heladas (Fig. 7.3) y cuerpos estancados de agua llamados localmente “ojos de agua”, “aguas negras” o “puquiós” (Fig. 7.4). Además de la importancia que pueden tener las características orográficas (Hails 1997), la distribución del agua freática y la acumulación de sales cumplen un papel fundamental en la fisonomía y la estructura de la vegetación del humedal Tambo-Puquiós. Ya que la superficie puede estar en gran parte inundada o presentar niveles de humedad menores y variables, se origina un mosaico interno de sitios semipantanosos, prados húmedos, prados semihúmedos, pastos secos y pajonal, con marcadas diferencias en la flora dominante, según se detalla a continuación:

- **Vega húmeda de borde de estero.** Corresponde a parches de prados húmedos asociados directamente al Estero Tambo-Río Vacas Heladas; alcanzan altos valores de cobertura (91%); en ella dominan las especies vegetales *Oxychloe andina* (~49%) y *Deschampsia caespitosa* (29%).
- **Vega salobre.** Estos son parches de prados localizados en fondos de quebradas, relativamente lejos de cursos permanentes de agua. El suelo presenta eflorescencias de sales, principalmente sulfatos. La cubierta vegetal promedio es de 70%, siendo las especies dominantes *Deyeuxia velutina* (~50%), acompañada por *Carex maritima* (~9,4%).

- **Vega lateral.** Son parches de prados asociados a cursos temporales de agua, localizados preferentemente en las pequeñas quebradas de los cerros aledaños. La cobertura vegetal es alta (~75%) y en ella dominan las gramíneas *Deschampsia caespitosa* (50%) y *Deyeuxia velutina* (25%).
- **Vegas asociadas a surgencias laterales.** Estas son parches de prados ubicados en la base de laderas y piso de quebradas. Dependiendo de la disponibilidad de agua, dentro de esta unidad se identifican las siguientes subunidades:
 - a) **Parches húmedos.** Se forman en zonas donde el agua se encuentra muy cerca de la superficie. Alcanzan una cobertura vegetal de 100%, en la que dominan *Oxychloe andina* (70%) y *Deyeuxia velutina* (27%).
 - b) **Parches salobres.** Estos se forman en los bordes más secos de la surgencia. La cobertura vegetal alcanza el 90%, siendo las especies dominantes *Deyeuxia velutina* (76%) y *Carex maritima* (13%). En los puquíos dominan las especies *Myriophyllum quitense* (30%) y *Triglochin palustre* (30%), con acumulaciones y florecimientos de algas verdes durante el verano (Cepeda-Pizarro 2004).

7.3. Ecoclima e hidrología

Ecoclima. La precipitación ocurre principalmente en invierno; su promedio anual es alrededor de 200 mm, con el 97% de ella de carácter nival. En el período 1981-1993, la precipitación total anual varió en un rango de 27,2-739,6 mm, con un promedio anual de 192 mm eq. de agua (ca. CV = 102%). Para lluvia, el rango en el mismo período fue de 0,0-19,4 mm, y el promedio anual, 6,2 mm/año (CV = 112,5%). Los meses más fríos son junio, julio y agosto, con temperaturas promedio inferiores a 0 °C. Generalmente, los meses más cálidos son diciembre, enero y febrero, con promedios de temperatura cercanos a 10 °C. El rango de temperaturas medias mensuales registrado va desde -17,3 °C (mínima, julio) a 24,2 °C (máxima, enero) (Tabla 7.2). El promedio anual de humedad relativa es cercano al 50%; con una baja variabilidad en el curso del año (entre 43-55%). El máximo valor de humedad relativa registrado es 100% y el mínimo, 7% (Tabla 7.2). Los promedios mensuales de velocidad del viento fluctúan entre 3,7 m/s y 5,6 m/s, siendo mayores entre mayo

Tabla 7.2. Promedios mensuales de temperatura y humedad relativa del aire registrados en el período 1981-1993 en la Alta Montaña del Valle del Elqui (Cordillera de Doña Ana, Región de Coquimbo, Chile).

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)		
	Promedio	Máxima	Mínima	Promedio	Máxima	Mínima
Enero	9,8	24,2	-1,20	51,0	100	10,0
Febrero	8,4	23,3	-3,00	53,0	100	8,00
Marzo	7,3	23,0	-6,10	49,0	100	8,00
Abril	4,5	19,0	-10,0	43,0	100	7,00
Mayo	-0,2	15,6	-16,5	48,0	100	7,00
Junio	-0,9	13,4	-14,4	50,0	100	10,0
Julio	-2,3	13,4	-17,3	55,0	100	12,0
Agosto	-0,8	13,6	-16,8	52,0	100	12,0
Septiembre	-0,6	16,0	-15,0	49,0	100	14,0
Octubre	3,1	16,0	-12,0	49,0	100	10,0
Noviembre	6,1	21,8	-7,60	49,0	100	11,0
Diciembre	7,8	23,8	-3,60	51,0	100	17,0

Fuente: Estación nivo-meteorológica-CMEI (3.750 msnm)

y octubre. Durante la mañana el viento sopla desde el noreste (NE); en cambio, en las tardes la dirección predominante es oeste (O) o suroeste (SO). Existe una relación entre la dirección predominante del viento y su velocidad, ya que las mayores velocidades se registran cuando el viento sopla desde el norte o el noreste (dirección predominante en la mañana) y desde el oeste o el suroeste (dirección predominante en la tarde).

Los aportes superficiales provienen de:

- La precipitación, principalmente nival.
- Los aportes de agua provenientes del estero y los cursos aledaños que drenan sobre el humedal vía escurrimiento superficial durante los eventos de crecida.

Los aportes subterráneos provienen de:

- Los flujos subterráneos laterales a la zona de inundación del estero.
- Los flujos subterráneos (o filtraciones) desde el estero hacia el acuífero.

Tabla 7.3. Caudales superficiales medios anuales registrados a diferentes altitudes del tramo Estero Tambo-Río Vacas Heladas.

Estación de aforo (msnm)	Cauce y ubicación	Cuenca aportante (km ²)	Caudal medio anual	
			(l/s)	(mm/año)
3.970	Estero Tambo, aguas arriba Cajón ancho	70,5	83,8	37,5
3.940	Río Vacas Heladas, aguas abajo Qda. Vacas Heladas	84,0	114,5	43,0
3.900	Río Vacas Heladas, aguas arriba pozo vertiente	93,0	63,2	21,4
3.825	Río Vacas Heladas, aguas arriba Qda. La Noria	105	122,1	36,7
3.800	Río Vacas Heladas, aguas abajo Qda. La Noria	111,5	181	51,1
2.520	Río Vacas Heladas, aguas arriba confluencia con Río Malo	206,5	305	46,6

Dependiendo de los niveles energéticos del acuífero y del estero, este flujo subterráneo puede invertirse. De acuerdo a la naturaleza del sistema acuífero, los niveles freáticos de los acuíferos varían lentamente. Esta variación es aún más pequeña durante los meses de invierno cuando, al disminuir la temperatura ambiental, los flujos afluentes o efluentes disminuyen.

7. 4. Geología y suelos

Geología. En general, en la Cordillera de Doña Ana se encuentran afloramientos rocosos con un rango estratigráfico que se extiende desde el Paleozoico al Terciario Superior. Tanto para el Paleozoico como para el Triásico y Jurásico Medio Superior, se evidencian facies sedimentarias de ambientes continentales y marinos. Con posteridad, del Jurásico Superior al Mioceno Medio, los ambientes sedimentarios se hacen exclusivamente continentales. El volcanismo ha estado asociado a estas secuencias desde el Paleozoico Superior al Mioceno Medio. Estructuralmente, la

Cordillera de Doña Ana se caracteriza por exhibir un fallamiento inverso en dirección norte-sur. Éste ha permitido el solevantamiento y exposición de las unidades paleozoicas y mesozoicas. El área se caracteriza por la ausencia de un volcanismo del Terciario Superior y por presentar extensas zonas con alteración hidrotermal.

La roca madre del área de estudio data de mediados del Mioceno y se torna roca volcánica félsica limitada al oeste por la falla Baños del Toro, de rumbo norte-sur. Esta falla representa el límite oeste de la roca terciaria, la que constituye la roca madre de la zona Indio-Tambo. El Cerro Canto Norte es una acumulación masiva de tobas dacíticas. Muchas de las brechas hidrotermales del área se encuentran intensamente silificadas y son resistentes a la erosión. Existe una extensa faja de alteración hidrotermal que alcanza, con interrupciones, más de 200 km en dirección norte-sur, con un ancho variable entre 1 y 10 km. El volumen de azufre, sulfuros y sulfatos es considerable e indica que existió un importante sistema de azufre durante la mineralización hidrotermal (Veit 1993), que se refleja en las características químicas y físicas de las aguas y de los suelos del área.

En particular, en el sector de la Vega Tambo sólo afloran unidades del Terciario, que nombradas desde las más antiguas a las más recientes son:

- Ignimbritas riolíticas y dacíticas definidas como el miembro Tilito de la formación de Doña Ana y asignada al Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. Esta secuencia aflora exclusivamente en los altos topográficos que definen las nacientes del denominado Cajón Ancho, situado inmediatamente al oriente de la Vega Tambo (Fig. 7.2).
- Brechas sedimentarias, areniscas y limolitas mal consolidadas, yeso e ignimbritas riolíticas pertenecientes a la formación Vallecito. Son de origen continental y de edad asignada al Mioceno Superior; se distribuyen en los altos topográficos ubicados al sur de la Vega Tambo (Fig. 7.2). Entre las primeras predominan las tobas y las lavas silíceas, mientras que en las segundas existen tanto sedimentos clásticos como lavas silíceas.

Las formaciones señaladas están afectadas por extensas e intensas zonas de alteración hidrotermal, a las que se asocia la rica mineralización aurífera epitermal que fue

explotada en mina Tambo (ex-CMEI). Por otra parte, existe un importante drenaje ácido natural, producto de la alteración ácido-sulfática, que se expresa en intensas coloraciones rojas y negras (constituidas por óxidos de hierro y manganeso) así como la presencia ubicua de costras blancas de sulfato.

Suelos. Debido a la fuerza gravitacional, los suelos de los taludes de pendientes pronunciadas y abruptas de la matriz esteparia circundante presentan un escaso contenido de materia orgánica, excepto en sus bases donde existen derrubios provocados por la actividad gravimétrica o nival. En los taludes más moderados existen suelos más desarrollados. En estos ambientes la actividad biológica se desarrolla principalmente bajo arbustos y pastos, donde se puede acumular una capa vegetal de varios centímetros de espesor. En las cimas de los cerros, el viento, las bajas temperaturas y la erosión limitan el desarrollo de los suelos. En las pendientes a grandes altitudes, la vegetación es escasa o nula (Squeo et al. 1993). Los suelos de la matriz esteparia circundante al humedal presentan, en general, texturas que van de arenoso a franco arcilloso, con sobre un 55% de partículas menores de 2 mm. En su mayoría tienen porcentajes mayores de limo que de arcilla, lo que indica el bajo grado de evolución de los mismos, consistente con las severas condiciones climáticas que imperan en el sector. Los suelos del humedal se encuentran, en gran parte de su superficie, cubiertos por cojines de vegetación de diferente grosor y compactación. Los cojines más profundos ocurren en las partes centrales más planas y deprimidas. Hacia la periferia de la vega, los suelos no cubiertos frecuentemente muestran eflorescencias de sales, particularmente sulfatos. Los suelos de las vegas contienen abundante material orgánico parcialmente descompuesto, característica esperable en ambientes húmedos y bajos en oxígeno (Fernández et al. 1995).

7.5. Flora y vegetación

Flora. En el área se registra un total de 49 especies de plantas vasculares terrestres y semiacuáticas. De éstas, 18 son exclusivas de la matriz esteparia y 20 habitan exclusivamente el humedal. Las especies restantes se encuentran en ambos ambientes. Las 49 especies pertenecen a 38 géneros y 17 familias, siendo las de mayor diversidad específica: Compositae (8 especies), Gramineae (7), Portulacaceae (5), Papilionaceae (4), Cyperaceae (4), Violaceae (4) (Anexo Tabla 7. 1). Al examinar el tramo Cerro Elefante-Quebrada Vacas Heladas, la diversidad florística por unidad

homogénea de vegetación es entre 0 y 16 especies, mientras que en el tramo Quebrada Vacas Heladas-Arroyo Las Tórtolas, se registran de 2 a 22 especies por unidad de vegetación.

En la matriz esteparia, las especies más abundantes son los subarbustos *Adesmia echinus*, *A. subterranea* y la hierba perenne *Stipa atacamensis*. Las especies dominantes en el humedal son las hierbas perennes *Calandrinia compacta*, *Carex maritima*, *Puccinellia oresigena*, *Deschampsia caespitosa* y *Deyeuxia velutina*. De las especies registradas a la fecha, 7 se encuentran en la categoría de estado de conservación Vulnerable (*Spergularia pissisii*, *Senecio hickenii*, *Viola domeykoana*, *Viola pulchella*, *Carex maritima*, *Scirpus deserticola* y *Catabrosa werdermannii*), 3 en la categoría Insuficientemente Conocida y 33 en la categoría Fuera de Peligro. Gran parte de la flora registrada es nativa (39 especies), y en menor grado endémica de Chile (4). No se registra flora advena en el área. La forma de crecimiento predominante es la hierba perenne, anual y sufrútice (Squeo et al. 1993, 2001). En el Anexo Tabla 7.1 se entrega el detalle taxonómico de la flora del área.

Vegetación. En el tramo Cerro Elefante-Arroyo Las Tórtolas y, según el piso altitudinal de vegetación, se reconocen las unidades zonales descritas por Squeo et al. (1993, 1994). Entre los 3.500 y los 4.200 m de altitud se distribuye el piso andino inferior; en éste, la vegetación característica corresponde a especies con crecimiento en cojín y a subarbustos. Según las características del sustrato, la cobertura vegetal varía entre 5% y 50% (Anexo Tabla 7. 2). En relación a este piso se reconocen las siguientes subunidades:

- Bajo los 3.500 m la vegetación está dominada por *Adesmia aegiceras* y *Stipa chrysophylla*.
- Sobre los 3.500 m, la vegetación está dominada por *Adesmia echinus*, *A. subterranea* y *Stipa atacamensis*.
- Desde los 4.200 m hasta el límite superior de la vegetación vascular (~4.500 m), la cobertura vegetal no supera el 2%, siendo abundantes las hierbas perennes de talla pequeña (piso andino superior).

Considerando tanto la matriz esteparia circundante como los prados húmedos y según sean las condiciones de humedad edáfica, topografía y estabilidad del suelo, se reconocen asociadas al humedal Tambo-Puquíos las siguientes unidades homogéneas de vegetación:

a) Composición de la matriz esteparia bordeando el humedal

En la Fig. 7.5 se muestra la disposición de las principales unidades de vegetación del humedal Tambo-Puquíos. Las unidades de vegetación de la matriz esteparia que bordea el humedal se describe a continuación:

Unidad A (facies Aa y Ab): esta unidad es muy pobre en cubierta vegetal; logra una cobertura inferior al 0,3%, el resto es roca y suelo. *Stipa atacamensis* es la única especie encontrada. La ausencia de vegetación en la facies Aa se atribuye a las condiciones edáficas (laderas rocosas y deslizamientos). La facies Ab corresponde a fondos de quebrada que carecen casi completamente de vegetación.

Unidad 1: la cobertura vegetal alcanza un valor promedio de 7,5%. Las especies características son *Cistanthe humilis*, *Menonvillea cuneata*, *Nototriche holosericea*, *Stipa atacamensis* y *Junellia uniflora*.

Unidad 2: la cobertura vegetal alcanza un valor promedio de 4,0%. Las especies características son *Chaetanthera sphaeroidalis*, *Cisthante humilis*, *Menonvillea cuneata*, *Senecio hickenii* y *Stipa atacamensis*.

Unidad 3: posee una cobertura vegetal cercana al 10,7%. Se caracteriza por el predominio de *Junellia uniflora* y *Azorella cryptantha*. En algunos sitios la cobertura vegetal no supera el 2% (facies 3a).

Unidad 4: esta unidad tiene una cobertura vegetal cercana al 15,2%, en la que predominan las especies *Adesmia echinus* y *Junellia uniflora*. En algunos sectores, la cobertura vegetal no supera el 4% de la superficie. En estos sectores, las especies caracterizantes son *Junellia uniflora*, *Adesmia echinus* y *Stipa atacamensis* (facies 4a).

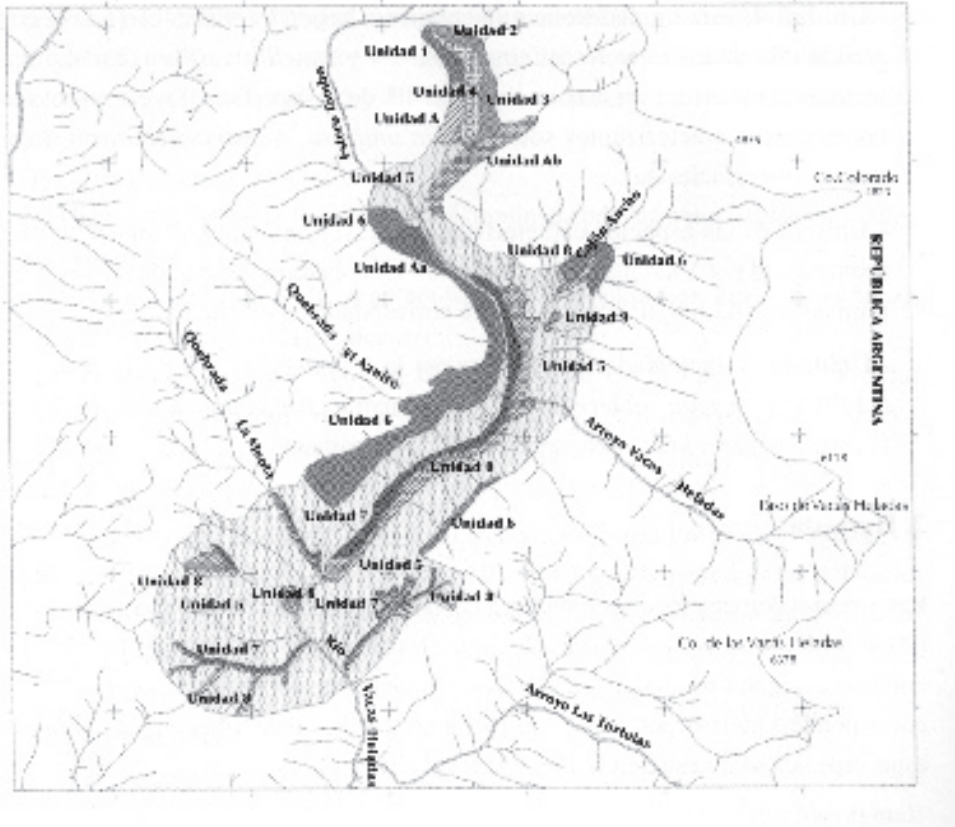


Fig. 7.5. Disposición espacial de las principales unidades de vegetación del humedal Tambo-Puquíos. Unidad A (facies Aa y Ab): muy pobre en cubierta vegetal, logra una cobertura inferior al 0,3%; el resto es roca y suelo desnudo; *Stipa atacamensis* es la única especie encontrada. Unidad 1: piso andino superior (4.220-4.250 msnm); la cobertura vegetal alcanza un promedio de 7,5%. Las especies características son *Cistanthe humilis*, *Menonvillea cuneata*, *Nototriche holocericea*, *S. atacamensis* y *Junellia uniflora*. Unidad 2: piso andino superior; la cobertura vegetal alcanza un promedio de 4,0%. Las especies características son *Chaetanthera sphaeroidalis*, *C. humilis*, *M. cuneata*, *Senecio hickenii* y *S. atacamensis*; Unidad 3: piso andino inferior (por debajo de los 4.220 msnm); posee una cobertura vegetal cercana al 10,7%. Se caracteriza por el predominio de *J. uniflora* y *Azorella cryptantha*. En algunos sitios la cobertura vegetal no supera el 2%. Unidad 4: Piso andino inferior; tiene una cobertura vegetal cercana al 15,2%. Existe predominio de *Adesmia echinus* y *J. uniflora*. Unidad 5: Piso andino inferior. Las especies características son *Adesmia subterranea* (24,5%), acompañada por *S. atacamensis* (6,8%). La cobertura vegetal alcanza un promedio de 43,8%, del cual el 27,3% corresponde a cubierta perenne. Unidad 6: piso andino inferior. Se caracteriza por la dominancia de *S. atacamensis* (11,%) y *A. subterranea* (10,5%), acompañada por *A. echinus* (1,5%). La cobertura vegetal alcanza el valor promedio de 43%. Unidad 7: es una formaciónazonal de pajonal seco. Corresponde a un área pantanosa de pastos altos dominada por *Puccinellia oresigena* (80%). La cubierta vegetal promedio es cercana al 87%. Unidad 8: es una formaciónazonal de pajonal húmedo. Corresponde a un área pantanosa de pastos altos dominada *Deschampsia caespitosa* (50%), *Deyeuxia velutina* (25,5%) y *Carex maritima* (13,5%). La cobertura vegetal tiene un valor promedio cercano al 98%. Unidad 9: es una formaciónazonal. Corresponde a una planicie fértil dominada por *C. maritima* (70%) y *Calandrinia compacta* (7%). La cobertura vegetal promedio es del 83%. Detalles de los niveles de abundancia de las especies se entregan en el Anexo Tabla 7.2.

Unidad 5: las especies características son *Adesmia subterranea* (24,5%), acompañada por *Stipa atacamensis* (6,8%). La cobertura vegetal alcanza un promedio de 43,8%, del cual el 27,3% corresponde a cubierta perenne.

Unidad 6: esta unidad se caracteriza por la dominancia de *Stipa atacamensis* (11,0%) y *Adesmia subterranea* (10,5%), acompañadas por *Adesmia echinus* (1,5%). La cobertura vegetal alcanza el valor promedio de 43%.

b) Composición del humedal

Las especies dominantes corresponden a hierbas perennes tales como *Carex maritima* (20,9%), *Puccinellia oresigena* (20%) y *Deschampsia caespitosa* (13,1%). La cobertura vegetal total alcanza un promedio de 69%, del cual el 67,3% corresponde a hierbas perennes. La distribución en el área de estas especies se detalla en el Anexo Tabla 7.2. La disposición de las principales unidades de vegetación se muestra en la Fig. 7.5 y se describe a continuación:

Unidad 7: esta unidad corresponde a un área pantanosa de pastos altos dominada por *Puccinellia oresigena* (80%). La cubierta vegetal promedio es de 87%.

Unidad 8: esta unidad corresponde a un área pantanosa de pastos altos dominados por *Deschampsia caespitosa* (50%), *Deyeuxia velutina* (25,5%) y *Carex maritima* (13,5%). La cobertura vegetal alcanza un promedio cercano al 98%. La facies 8a corresponde a un área pantanosa de pastos altos asociados a las fluctuaciones periódicas en la disponibilidad de agua. La cobertura vegetal alcanza un promedio cercano al 8%, siendo las especies dominantes *Calandrina compacta* (3,8%) y *Catabrosa werdermanii* (1%).

Unidad 9: corresponde a una planicie fértil dominada por *Carex maritima* (70%) y *Calandrinia compacta* (7%). La cobertura vegetal promedio es de 83%.

7.6. Fauna

Invertebrados. Los invertebrados acuáticos se ha inventariado tanto en el Estero Tambo-Río Vacas Heladas (tramo vegas Tambo-Puquíos) como en las pozas

interiores presentes en la Vega Puquíos. En general, la diversidad taxonómica y la abundancia de los invertebrados asociados al Estero Tambo-Río Vacas Heladas son bajas. En pequeños cursos de agua de buena calidad química se encuentran gusanos Turbellaria y estados inmaduros de insectos de Trichoptera y Ephemeroptera. La diversidad taxonómica y la abundancia de invertebrados asociados a las pozas (puquíos) están dominadas por microcrustáceos, insectos hemípteros notonéctidos y estados inmaduros de insectos dípteros. Los principales grupos de microcrustáceos corresponden a cladóceros, anfípodos y copépodos ciclopoídeos, los que forman parte del zooplancton limnético. En el Anexo Tabla 7.3 a 7.6 se entregan detalles de la estructura de la fauna de invertebrados del área.

Vertebrados. En el humedal Tambo-Puquíos no se registra la presencia de peces ni anfibios. Se registra la presencia de los lagartos *Liolaemus lorenzmulleri* y *L. vallecurensis* (Anexo Tabla 7.7). Estas especies, que en el área son poco abundantes, forman parte de la fauna de las lomas aledañas a las vegas. Ambas especies se encuentran en categoría especial de conservación (Vulnerable y Rara, respectivamente). Incluyendo tanto la matriz esteparia circundante como el humedal, se reconoció la presencia de 54 especies de aves. Las Paseriformes son el orden más abundante y diverso. En el Anexo Tabla 7.8 se entrega el listado de las especies más comunes. El humedal concentró la mayor diversidad y abundancia de ellas (Anexo Tabla 7.9), entre las que se encuentran el pato juarjual (*Lophonetta specularoides*), el chorlito cordillerano (*Phegornis mitchellii*), la golondrina bermeja (*Hirundo rustica*), el playero de Baird (*Calidris bairdii*), la gaviota andina (*Larus serranus*), y el piuquén (*Chloephaga melanoptera*). Estas dos últimas especies se encuentran en la categoría de estado de conservación Rara para la zona centro de Chile (SAG 2001). En términos generales, el 23% de la avifauna local corresponde a especies acuáticas o ligadas directamente a cuerpos de agua. Entre las aves terrestres, el grupo de las aves insectívoras y granívoras es abundante, mientras que las rapaces son más escasas (Anexo Tabla 7.8). La mayoría de las especies son visitantes estivales y varias de ellas se reproducen en la zona. Ejemplos de ello son el Playero de Baird (*Calidris bairdii*), que es un migrador boreal, y las golondrinas Hirundinae. Los mamíferos están representados en el área por cinco especies, todas ellas asociadas a la matriz circundante al humedal: el guanaco (*Lama guanicoe*), la liebre (*Lepus capensis*), el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), el lauchón orejudo andino (*Phyllotis xanthopygus vaccarum*) y la laucha andina (*Abrothrix andinus*) (Anexo

Tabla 7.10). No observados, pero ya que el área forma parte del rango de distribución geográfica y se tienen registros indirectos de su presencia, se incluyen a la fauna del área la vizcacha (*Lagidium viscacia*) y el puma (*Felis concolor*) (Cortés et al. 1995, Campos 1996).

7.7. Conclusiones

Los humedales andinos son sistemas biológicos frágiles y vulnerables a presiones externas, principalmente relacionadas con actividades humanas y al posible efecto del cambio climático global. Ya que prestan valiosos servicios ecosistémicos y socioeconómicos, se ha reconocido internacionalmente la importancia de conservar estos ambientes (Ramsar 2004).

La heterogeneidad espacial, geológica y de sustratos presentes en la montaña andino-desértica condiciona un desarrollo desigual de la actividad biológica. El contraste entre la matriz esteparia circundante y las zonas húmedas puede ser muy intenso.

La zona andina de la Cordillera de Doña Ana ha sido propuesta como un sitio prioritario para la conservación de la flora nativa (ver Capítulo 4). La incorporación de antecedentes respecto de la fauna, particularmente la de invertebrados, contribuye a aumentar el conocimiento de esta área.

La caracterización del entorno físico (clima, hidrología, geología) y de las interacciones con el subsistema biológico pueden ayudar a detectar tempranamente posibles efectos derivados de la actividad humana y del cambio climático global. Poco se sabe de la respuesta de las especies de los ecosistemas andinos al cambio global; sin embargo, se ha propuesto (Mooney et al. 2001) que al constituir ecosistemas frágiles, con una vegetación en general con bajas capacidades dispersivas, reducidas posibilidades de reclutamiento y largos tiempos generacionales, la flora tendría menor capacidad de adaptación in situ a cambios ambientales bruscos. Cambios en los rangos de distribución de la fauna serían esperados en un escenario ambiental como el anteriormente descrito (Contreras 1993), mientras que es poco lo que se sabe de otros grupos de organismos (e.g., invertebrados).

7.8. Agradecimientos

Financiamiento parcial y apoyo logístico fueron proporcionados por la ex Compañía Minera El Indio.

7.9. Referencias

ACEITUNO P, H FUENZALIDA & B ROSENBLÜTH (1993) Climate along extratropical west coast of South America. En: Mooney HA, Fuentes ER, Krongberg BI (eds) Earth System Response to Global Change: 61-69. Academic Press, San Diego.

ANDRADE B & H PEÑA (1993) Chilean geomorphology and hidrology: response to global change. En: Mooney HA, Fuentes ER, Krongberg BI (eds) Earth System Response to Global Change: 101-113. Academic Press, San Diego.

ARAYA B & G MILLIE (1988) Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

ARAYA B (1985) Lista Patrón de las Aves Chilenas. Segunda edición. N.º 3, Publicaciones Ocasionales. Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

ARON A (1994) Flora y fauna acuática. Cuenca y subcuencas del Río del Toro. Informe Técnico. EIA. Proyecto Indio. CMEI. Universidad Católica del Norte. Coquimbo. Chile

ARON A (coord.) (1997) Evaluación de la Vega El Tambo. IV Región, Chile. Informe Técnico. Departamento de Biología Marina. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile.

ARROYO MTK, JJ ARMESTO, FA SQUEO & JR GUTIÉRREZ (1993) Global change: flora and vegetation of Chile. En: Mooney HA, Fuentes ER, Krongberg BI (eds) Earth System Response to Global Change: 239-263. Academic Press, San Diego, USA.

CAMPOS H (1996) Mamíferos Terrestres de Chile. Colección Naturaleza de Chile, Vol. 5, Corporación Nacional Forestal & María Cúneo Ediciones. Valdivia, Chile.

CEPEDA J (1994) Proyecto Tambo. Estudio de Línea de Base de los Recursos Faunísticos. Informe Técnico. EIA. Departamento de Biología. Universidad de La Serena, Chile

CEPEDA J (ed) (1997) Insectos de la Alta Montaña del Valle del Elqui. Ediciones de la Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CEPEDA J, C ZULETA & ROSORIO (2000) Región de Coquimbo: Biodiversidad y Ecosistemas terrestres. Ediciones Universidad de La Serena, Chile.

CEPEDA J, H VÁSQUEZ & P PLANDIURA (1998) La entomofauna como indicador de caudal ecológico mínimo del sistema de vegas Tambo-Puquíos. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Anual 1997. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CEPEDA J, H VÁSQUEZ, M VERGARA & MC MORALES (1997) Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Anual 1996. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CEPEDA-PIZARRO J (ed) (2004) Ecología del paisaje de la alta montaña del Valle del Elqui. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CONAF (1987) Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Glade A (ed.). Corporación Nacional Forestal (CONAF). Santiago, Chile.

CONICYT (1989) El cambio global del clima y sus eventuales efectos en Chile. Comité Nacional de Programa Internacional de la Geosfera-Biosfera (IGBP) Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). Santiago, Chile.

CONTRERAS LC (1993) Effect of global climatic change on terrestrial mammals of Chile. En: Mooney HA, Fuentes ER, Krongberg BI (eds) Earth System Response to Global Change: 285-293. Academic Press, San Diego, USA.

CORTÉS A, JC TORRES, L CONTRERAS & C PINO (1995) Fauna de vertebrados de los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

CORTÉS A & E MIRANDA (1998) Hábitos alimentarios del camélido *Lama guanicoe* en vegas del sector Tambo. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Semestral 1998. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CORTÉS A & M VERGARA (1998) Monitoreo de guanacos y aves acuáticas en el sistema de vegas Tambo-Puquíos. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Anual 1997. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

CORTÉS A, J CEPEDA, H VÁSQUEZ & E MIRANDA (1997) Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Anual 1996. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

DI CASTRI F & E HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

FERNÁNDEZ I, J OYARZÚN & W VALENCIA (1995) Estudio de la línea de base de suelos, Sector Tambo. Informe Técnico. Departamento de Minas Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

FUENTES ER & R AVILÉS (1994) Efectos del cambio global en Chile. En Espinoza G, P Pisani, LC Contreras & P Camus (eds) Perfil Ambiental de Chile, pp. 367-375. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

GONZÁLEZ A (1988) El Plancton de las Aguas Continentales. CECSA. Ciudad de México, México.

GOIGEL M (1989) Landscape ecology: The effect of pattern on process. Annual Review Ecology and Systematics 20: 171-197.

HAILS AJ (ed.) (1997) Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention: The role of the convention on wetlands in the conservation and wise use of biodiversity. Ramsar Convention Bureau. Suiza.

HAYMAN P, J MARCHANT & T PRATER (1986) Shorebirds, an Identification Guide. Houghton Mifflin Co. New York. USA.

IPCC (2001) Cambio climático. Informe de síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. WMO-UNEP, USA.

JOHNSON OW (1965) The birds of Chile and adjacent Regions of Argentina, Bolivia and Perú. Vol. 1. Buenos Aires (1972). Supplement to the Birds of Chile. Buenos Aires, Argentina.

JOHNSON LB & SH GAGE (1997) Landscape approaches to the analysis of aquatic ecosystems. Freshwater Biology 37: 113-132.

LÓPEZ CL (1979) Evaluación de las veranadas de la Provincia del Elqui. IV Región Coquimbo. Informe Técnico. Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales (Corfo). Santiago, Chile.

MAKOTO O & Y TSUTOMU (1976) Methods in Marine Zooplankton. John Willey & Sons. New York. USA.

MOONEY HA, MTK ARROYO, WJ BOND, J CANADELL, RJ HOBBS, S LAVOREL & RP NEILSON (2001) Mediterranean-climate ecosystem. Ecological Studies 152. En FS Chapin III, OE Sala & E Huber-Sannwald (eds). Global diversity in a changing environment: scenarios for the 21st century: 157-199. Springer-Verlag, New York, USA.

MORALES MC (1998) Análisis taxonómico y de abundancia de crustáceos provenientes de pozas del sector cordillerano de la Cuarta Región. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o restauración de recursos bióticos del EIA-Proyecto Tambo. Informe Anual 1997. Convenio CMEI-Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

MORRISON RIG & RK ROSS (1989) Atlas of Nearctic Shorebirds on the coast of South America. Tomo I y II. Canadian Wildlife Service Special Publication. USA.

NASIC, RMOSCOSO & V MAKSAEV (1990) Hoja Guanta, Región de Coquimbo. Escala 1: 250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación N.º 67 de la Carta Geológica de Chile. Santiago, Chile.

ODUM EP & FO SARMIENTO (1998) Ecología: El puente entre ciencia y Sociedad. McGraw-Hill Interamericana. Ciudad de México, México.

PALMA S & K GONZÁLEZ (1993) Plancton Marino de Aguas Chilenas. Universidad. Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

PASKOFF R (1993) Geomorfología de Chile Semiárido. Facultad Humanidades. Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

PEÑAH (1993) Efectos ambientales derivados del uso de recursos hídricos en Chile. En Espinoza G, P Pisani, LC Contreras & P Camus (eds) Perfil Ambiental de Chile: 419-444. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

RAMSAR (2004) Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 3.ª edición. Ramsar Convention Bureau. Suiza.

ROMERO H, A ROVIRA & G VÉLIZ (1988) Geografía IV Región de Coquimbo. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile.

ROTTMANN J & MV LÓPEZ-CALLEJA (1992) Estrategia Nacional de Conservación de Aves. UNORCH y SAG. Serie Técnica Año 1, N.º 1. Santiago, Chile.

SAG (2001) Ley de Caza 19.473 y su Reglamento. Cartilla de Caza. Cuarta Edición. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile.

SAG (2003) Diagnóstico y monitoreo de los pastizales andinos de la IV Región de Coquimbo. Etapa Provincia de Limarí. Informe Técnico. Servicio Agrícola y Ganadero - Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

SQUEO FA & E GROTE (1998) Efecto de la Disponibilidad de Agua sobre la Estructura y Dinámica de la Vegetación de la Vega Tambo. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación y Restauración de Recursos Bióticos del EIA-Proy. Tambo. Compañía Minera El Indio-Universidad de La Serena. Período Enero-Diciembre de 1997. La Serena, Chile.

SQUEO FA & G ARANCIO (1994) Línea de Base de Flora y Vegetación. Proyecto Tambo. Informe Técnico. Departamento de Biología. Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

SQUEO FA & G ARANCIO (1997) Estudio de Línea de Base y Monitoreo de Recursos Florísticos y Vegetacionales Asociados a la Vega Puquíos. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o Restauración de Recursos Bióticos del EIA-Proy. Tambo. Compañía Minera El Indio-Universidad de La Serena. Período Enero-Diciembre de 1996. La Serena, Chile.

SQUEO FA & G ARANCIO (1998) Estudio de Línea de Base y Monitoreo de Recursos Florísticos y Vegetacionales Asociados a la Vega Puquíos. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o Restauración de Recursos Bióticos del EIA-Proy. Tambo. Compañía Minera El Indio-Universidad de La Serena. Período Enero-Diciembre de 1997. La Serena, Chile.

SQUEO FA, G ARANCIO & E GROTE (1998) Aumento de la Productividad Primaria de la Vega Tambo (sector Mangueras) por medio de la Irrigación Artificial. Informe Técnico. Actividades de Protección, Mitigación o Restauración de Recursos Bióticos del EIA-Proy. Tambo. Compañía Minera El Indio-Universidad de La Serena.

Período Enero-Diciembre de 1997. La Serena, Chile.

SQUEO FA, G ARANCIO, JR GUTIERREZ (2001) (eds). Libro Rojo de la Flora de la Región de Coquimbo, y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.

SQUEO FA, H VEIT, G ARANCIO, JR GUTIÉRREZ, MTK ARROYO & N OLIVARES (1993) Spatial heterogeneity of high mountain vegetation in the Andean desert zone of Chile. *Mountain Research and Development* 13: 203-209.

SQUEO FA, ROSORIO & GARANCIO (1994) Flora de Los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

SQUEO F, BG WARNER, R ARAVENA, D ESPINOZA (2006) Bofedales: high altitude peatland of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 245-255.

VEIT H (1993) Upper quaternary landscape and climate evolution in the Norte Chico: an overview. *Mountain Research and Development* 13: 138-144.

7.10. Anexos

Anexo Tabla 7.1. Diversidad taxonómica de la flora vascular del área hitos Cerro Elefante-Arroyo Las Tórtolas (Tramo km 6704-6694 N), cuenca del Río del Toro (Cordillera de Doña Ana, IV Región Coquimbo).

Angiospermae

Dicotyledoneae

Calyceraceae

FP N H *Nastanthus caespitosus* (Phil.) Reiche

Caryophyllaceae

FP N H *Arenaria rivularis* Phil.

Cerastium nervosum Naud.

VU N H *Spergularia pissisii* (Phil.) I,M,Johnst.

Compositae

FP N H *Chaetanthera acerosa* (J,Remy) Benth, et Hook.f. ex Griseb.

FP N H *Chaetanthera pulvinata* (Phil.) Hauman

FP N H *Chaetanthera sphaeroidalis* (Reiche) Hicken

FP N H *Erigeron leptopetalus* Phil.

Perezia atacamensis (Phil.) Reiche

VU N S *Senecio hickenii* Hauman

FP E S *Senecio tinctorobus* I,M,Johnst.

IC N H *Werneria pinnatifida* J,Remy

Cruciferae

IC N H *Draba pusilla* F,Phil,

Hymenolobus procumbens (L.) Nutt. ex Torr, et Gray

FP N H *Menonvillea cuneata* (Gillies et Hook.) Rollins

FP N H *Weberbaueria imbricatifolia* (Barnéoud) Al-Shehbaz

Gentianaceae

Gentiana prostata Haenke

Hydrophyllaceae

FP N A *Phacelia cumingii* (Benth.) A.Gray

Malvaceae

Nototriche holosericea A.W. Hill

Oxalidaceae

FP N H *Oxalis hypsophila* Phil.

Papilionaceae

IC N A *Adesmia capitellata* (Clos) Hauman

FP N F *Adesmia echinus* K.Presl

FP N H *Adesmia spuma* Werderm. ex Burkart

FP N S *Adesmia subterranea* Clos

Portulacaceae

FP N H *Calandrinia compacta* Barnéoud

FP N H *Cistanthe humilis* (Phil.) Peralta

FP N H *Lenzia chamaepitys* Phil.

FP N H *Montiopsis copiapina* (Phil.) D.I.Ford

Anexo Tabla 7.1. Continuación

FP N A *Montiopsis modesta* (Phil.) D.I. Ford

Ranunculaceae

FP N A *Myosurus apetalus* Gay

FP N H *Ranunculus chilensis* DC.

Scrophulariaceae

FP N S *Calceolaria pinifolia* Cav.

Umbelliferae

FP N S *Azorella cryptantha* (Clos) Reiche

Verbenaceae

FP N F *Junellia uniflora* (Phil.) Moldenke

Violaceae

FP E A *Viola chrysantha* Phil.

VU N A *Viola domeykoana* Gay

FP N A *Viola frigida* Phil.

VU E A *Viola pulchella* Leyb. ex Reiche

Monocotyledoneae

Cyperaceae

VU N H *Carex maritima* Gunnerus

FP N H *Carex gayana* E.Desv.

FP N H *Eleocharis albibracteata* Nees et Meyen ex Kunth

VU N H *Scirpus desarticola* Phil.

Gramineae

VU N H *Catabrosa werdermannii* (Pilger) Nicora et Rúgolo

FP N H *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.

FP N H *Deyeuxia velutina* Nees et Meyen

FP N H *Hordeum comosum* J.Presl

Puccinellia oresigena (Phil.) Hitchc.

FP N H *Stipa atacamensis* Parodi

FP E H *Trisetum preslei* (Kunth) E. Desv.

Se indica: a) la categoría de conservación a nivel regional (EX= Extinta, EP= En Peligro, VU= Vulnerable, FP= Fuera de Peligro, IC= Insuficientemente Conocida), b) origen geográfico (E= Endémica, N= Nativa no endémica, A= Adventicia), c) forma de vida (T= Árbol, F= Fanerófito, S= Sufrútice, K= Cactácea, H= Hierba perenne, B= Hierba bi-anual, A= Hierba Anual, C= Cojín), según Squeo et al. (2001).

Anexo Tabla 7.2. Valores promedio de cobertura (porcentaje) de la flora del Estero Tambo (tramo Cerro Elefante – Quebrada Vacas Aplastadas – Vacas Heladas), Cordillera de Doña Ana, Altamontaña del Valle del Elqui, Región de Coquimbo.

ESPECIE	ZONA DE VEGETACION			UNIDADES HOMOGENEAS DE VEGETACION												
	AS	AI	AZ	U-1	U-2	U-3	U-3ª	U-4	U-4ª	U-5	U-6	U-AB	U-7	U-8	U-8ª	U-9
<i>Adesmia capitellata</i>	0,00	0,00	0,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,5	0,50
<i>Draba pusilla</i>	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Gentiana sedifolia</i>	0,00	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,0	0,00
<i>Homungia procumbens</i>	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Montiposis modesta</i>	0,00	0,02	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Phacelia cumingii</i>	0,00	0,01	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Viola chrysantha</i>	0,00	0,01	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Viola domeykiana</i>	0,00	0,00	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,00	0,0	0,00
<i>Viola frigida</i>	0,00	0,01	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Viola pulchella</i>	0,00	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,0	0,00
<i>Weberbaueria imbricatifolia</i>	0,00	0,27	0,31	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,5	0,30	0,5	0,00
TOTAL HERBAS ANUALES	0,00	0,32	0,90	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	1,0	1,00	1,0	0,00
<i>Adesmia spuma</i>	0,00	0,03	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Arenaria rivularis</i>	0,00	0,00	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,50	0,0	0,00
<i>Calandrinia compacta</i>	0,00	0,00	3,69	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,80	2,0	7,00
<i>Carex gayana</i>	0,00	0,00	0,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,80	0,0	0,00
<i>Carex maritima</i> var. <i>miseria</i>	0,00	0,00	20,88	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	0,0	70,0
<i>Catabrosa werdermannii</i>	0,00	0,02	0,56	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,30	1,0	1,00
<i>Cerastium arvense</i>	0,00	0,06	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Chaetanthera acerosa</i>	0,00	1,30	0,13	0,0	0,0	0,4	0,0	1,2	1,0	4,0	1,3	0,0	0,0	0,00	0,5	0,00
<i>Chaetanthera pulvinata</i>	0,00	0,16	0,00	0,0	0,0	0,3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>	1,00	0,01	0,00	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Cistanthe humilis</i>	0,63	0,06	0,00	0,8	0,5	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00
<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,00	0,00	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,5	2,00
<i>Deschampsia cespitosa</i>	0,00	0,00	6,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	0,50
<i>Eleocharis alibracteata</i>	0,00	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,0	0,00
<i>Erigeron leptopetalus</i>	0,00	0,06	0,38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,00	0,5	0,50

Anexo Tabla 7.2. Continuación

ESPECIE	ZONA DE VEGETACION			UNIDADES HOMOGENEAS DE VEGETACION														
	AS	AI	AZ	U-1	U-2	U-3	U-3 ^a	U-4	U-4 ^a	U-5	U-6	U-AB	U-7	U-8	U-8 ^a	U-9		
<i>Hordeum comosum</i>	0,00	0,02	0,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,30	0,0	0,00		
<i>Lenzia chamaepitys</i>	0,00	0,15	0,00	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00		
<i>Menonvillea cuneata</i>	0,38	0,28	0,00	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00		
<i>Montiopsis copiapiña</i>	0,00	0,31	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0		
<i>Myosurus apetalus</i>	0,00	0,00	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0		
<i>Nastanthus caespitosus</i>	0,00	0,00	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5		
<i>Nototriche holosericea.</i>	0,88	0,11	0,00	1,8	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Oxalis hypsophila</i>	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Perezia carthamooides</i>	0,00	0,04	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Puccinellia frigida</i>	0,00	0,00	20,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,3	0,0	0,0		
<i>Ranunculus chilensis</i>	0,00	0,00	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0		
<i>Scirpus deserticola</i>	0,00	0,00	0,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0		
<i>Senecio hickenii</i>	0,25	0,20	0,00	0,0	0,5	0,6	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Spergularia pissisii</i>	0,00	0,00	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0		
<i>Stipa atacamensis</i>	0,63	3,51	0,00	0,8	0,5	1,0	0,5	1,3	0,5	6,8	11,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Trisetum preslei</i>	0,00	0,52	0,13	0,0	0,0	0,6	0,0	0,8	0,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5		
<i>Werneria pinnatifida</i>	0,00	0,00	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0		
TOTAL HIERBAS PERENNES	3,75	6,86	67,25	3,5	4,0	4,2	1,5	5,3	3,0	14,1	13,0	0,3	84,5	97,0	5,5	82,0		
<i>Adesmia echinus</i>	0,00	3,25	0,00	0,0	0,0	0,2	0,0	4,3	0,5	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Senecio tinctoriosus</i>	0,00	0,31	0,31	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,5	0,3	0,5	0,0		
TOTAL SUBARBUSTOS	0,00	3,57	0,31	0,0	0,0	0,8	0,0	4,3	0,5	0,8	15,0	0,0	0,5	0,3	0,5	0,0		
<i>Adesmia subterranea</i>	0,00	5,83	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5	10,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0		
<i>Azorella cryptantha</i>	0,00	0,66	0,38	0,0	0,0	1,4	0,5	0,8	0,0	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5		
<i>Calceolaria pinifolia</i>	0,00	0,14	0,00	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Junella uniflora</i>	2,00	2,42	0,00	4,0	0,0	4,1	0,0	4,7	0,5	0,8	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
TOTAL COJINES	2,00	9,05	0,50	4,0	0,0	5,6	0,5	5,5	0,5	27,3	15,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,5		
TOTAL SUELO DESNUDO	94,2	80,2	31,04	92,5	96,0	89,3	98,0	84,8	96,0	56,2	57,0	99,6	13,0	1,75	92,5	17,0		
TOTAL COBERTURA VEGETAL	5,8	19,8	69	7,5	4,0	10,7	2,0	15,2	4,0	43,8	43,0	0,3	87,0	98,3	7,5	83,0		
NÚMERO DE ESPECIES	7	28	30	5	5	16	4	14	7	16	9	1	12	19	12	10		

Anexo Tabla 7.3. Invertebrados acuáticos de deriva en pozas interiores de Vega Puquíos. (Nº/L)¹.

TAXON	Promedio (Nº ind/l)	Dominancia (%)
Cladocera (Eucladocera)		
<i>Daphnidae spp.</i>	3,60	4,00
<i>Alona spp.</i>	53,4	59,0
Copepoda		
<i>Cyclopoidea spp.</i>	11,9	13,1
<i>Harpacticoidea spp.</i>	1,70	1,90
Amphipoda		
<i>Amphipoda spp.</i>	0,30	0,30
<i>Hyperia sp.</i>	0,90	1,00
Ostracoda		
<i>Cyprinidae spp.</i>	<0,1	<0,1
Insecta		
<i>Corixidae spp.</i> (Hemiptera)	<0,1	<0,1
Larvas (Diptera)	18,4	20,4
Gran Media	90,5	100

¹Promedio de cuatro puquíos (=Promedio taxón i/gran media, en %). Muestreo de línea de base realizado en enero de 1996.

Anexo Tabla 7.4. Entomofauna registrada en el humedal Tambo-Puquíos, (según recolecciones con trampas de intercepción, durante la primavera-verano de 1994-1997).

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Insecta (Apterygota)	Collembola	Entomobryidae	nd
		Poduridae	nd
Insecta (Pterygota)	Microcoryphia	Machilidae	nd
	Ephemeroptera	Baetidae	nd
		Orthoptera	Acrididae
			Tettigoniidae
	Dermaptera	Labiidae	nd
	Psocoptera	Liposcelidae	nd
	Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella</i> sp.
		Hemiptera	Miridae
	Nabidae		nd
	Lygaeidae		<i>Nysius</i> sp. <i>Nysius irroratus</i> <i>Lygaeus alboornatus</i>
			Saldidae
	Homoptera	Cicadellidae	nd
		Cercopidae	nd
		Fulgoridae	nd
		Psyllidae	<i>Russelliana maculata</i>
		Aphididae	nd
	Neuroptera	Hemerobiidae	nd
		Bruchiceridae	nd
	Coleoptera	Carabidae	<i>Mimodromius chilensis</i> Gen.1
			Staphylinidae
		Buprestidae	nd
		Cantharidae	<i>Chauliognathus</i> sp.
		Ptinidae	<i>Ptinus</i> sp.
		Bostrichidae	nd
		Melyridae	<i>Arthrobrachus</i> sp.
		Cryptophagidae	nd
		Languriidae	nd
		Coccinellidae	<i>Coccinellina erengii</i> <i>Eriopis minima</i> <i>Eriopis connexa</i> Gen. nd
		Tenebrionidae	<i>Nycterinus</i> sp. <i>Psectrascelis toroensis</i> <i>Entomochilus</i> sp. <i>Entomochilus elongatus</i> <i>Falsopraocis ricardae</i>

Anexo Tabla 7.4. Continuación

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
		Meloidae	nd
		Bruchidae	<i>Lithraeus</i> sp.
		Scolytidae	nd
		Curculionidae	<i>Mionarthrus</i> sp. <i>Cnemecoelus</i> sp <i>Cyldrorhinus</i> sp. <i>Cyldrorhinus chilensis</i> <i>Cyphometopus</i> sp. <i>Cyphometopus auratus</i>
	Trichoptera	nd	nd
	Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias flaveola</i> <i>Phulia nymphula</i> <i>Colias</i> sp. <i>Hypsochila</i> sp.
		Satyridae	<i>Faunula leucoglone</i> <i>Cosmosatyrus</i> sp.
		Nymphalidae	<i>Yramea lathonoide</i>
		Lycaenidae	nd
		Hesperiidae	<i>Pyrgus</i> sp. <i>Pyrgus bocchoris</i> <i>Hylephila</i> sp.
	Diptera	Noctuidae	nd
		Tipulidae	nd
		Psychodidae	nd
		Tabanidae	nd
		Therevidae	nd
		Nemestrinidae	nd
		Acroceridae	nd
		Bombilyliidae	nd
		Empididae	nd
		Phoridae	nd
		Syrphidae	nd
		Otitidae	nd
		Agromyzidae	nd
		Muscidae	nd
		Calliphoridae	nd
		Tachinidae	nd
		Asilidae	nd
		Miscelánea	

Anexo Tabla 7.5. Dominancia relativa de taxones de Insecta asociados a la Vega Puquiós, (Trampeo Barber, 5d/mes, durante enero-marzo de 1997).

TAXÓN	Total capturado	Dominancia % en muestras
Thysanura	1.610	2,5
Collembola	32.581	49,9
Ephemeroptera	5	<0,0
Orthoptera	532	0,8
Dermaptera	3	<0,0
Psocoptera	1	<0,0
Thysanoptera	4.493	6,9
Hemiptera	2.809	4,3
Homoptera	4.377	6,7
Neuroptera	28	<0,0
Coleoptera	2.155	3,3
Trichoptera	575	0,9
Lepidoptera	3.963	6,1
Diptera	9.231	14,1
Siphonaptera	65	0,1
Hymenoptera	2.881	4,4
Total	65.309	100,0

Anexo Tabla 7.6. Dominancia relativa de taxones de Arachnida asociados a la Vega Puquiós (según trampeo Barber, 5 d/mes, enero-marzo de 1997).

TAXÓN	Total capturado	Dominancia en muestras %
Araneae	942	39,6
Acarina	1.014	42,7
Solpugida	359	15,1
Scorpionida	62	2,60
Total	2.377	100

Anexo Tabla 7.7. Herpetofauna registrada en el tramo humedal Tambo-Puquiós (vegetación zonal).

TAXÓN	Estado de conservación
Squamata	
Tropiduridae	
<i>Liolaemus lorenzmulleri</i> (lagarto de Müller)	VU
<i>Liolaemus vallecurensis</i> (lagartija andina)	R

Se indica la categoría de conservación VU= Vulnerable, R= Rara, según SAG (2001).

Anexo Tabla 7.9. Nivel de abundancia relativa de la avifauna en el tramo Estero Tambo y Vegas Tambo-Puquíos¹.

ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI
<i>Chloephaga melanoptera</i>						+
<i>Lophonetta specularioides</i>						+
<i>Buteo polyosoma</i>					+	
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		+				+
<i>Phegornis mitchellii</i>						+
<i>Calidris bairdii</i>						+
<i>Thinocorus orbignyianus</i>					+	+++
<i>Thinocorus rumicivorus</i>						+++
<i>Larus serranus</i>					++	++
<i>Geositta rufipennis</i>					++	+++
<i>Upucerthia dumetaria</i>						++
<i>Pteroptochos megapodius</i>						+
<i>Scelorchilus albicollis</i>						+
<i>Agriornis montana</i>		+		+		+
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>					+	+++
<i>Muscisaxicola alpina</i>						++
<i>Lessonia rufa</i>						++
<i>Tachycineta leucopyga</i>						+++
<i>Hirundo rustica</i>		+	+	++		+++
<i>Sicalis luteola</i>				+	++	+++
<i>Sicalis auriventris</i>		+		+		++
<i>Zonotrichia capensis</i>					++	+++
<i>Phrygilus gayi</i>		+				++
<i>Phrygilus fruticeti</i>					+	++
<i>Phrygilus unicolor</i>		+		+		+
<i>Carduelis barbatus</i>					+	++

¹Las unidades de muestreo I a IV cubren el tramo del Arroyo Tambo. Las unidades V-VI cubren el tramo vegas Tambo-Puquíos (ver Figs. 7.1 y 7.2). Nivel de abundancia: (+) escasa (1-3 ave/periodo muestreado), (++) regular (4-8 aves/periodo muestreado y (+++) abundante, (más de 8 aves/periodo muestreado), según número de ejemplares avistados por observador en 6 unidades temporales de 30 min cada una.

Anexo Tabla 7.8. Principales especies de la avifauna registrada para el área hitos Cerro Elefante-Arroyo Las Tórtolas (humedales y lomas aledañas).

Taxón	Estado de conservación
Anseriformes	
Anatidae	
Anserinae	
<i>Chloephaga melanoptera</i> (piuquén)	R
Anatinae	
<i>Lophonetta specularioides</i> (pato juarjual)	
Falconiformes	
Accipitridae	
Accipitrinae	
<i>Buteo polyosoma</i> (aguilucho)	ND
Falconidae	
<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (carancho cordillerano)	
Charadriiformes	
Charadriidae	
<i>Phegornis mitchellii</i> (chorlito cordillerano)	ND
Scolopacidae	
<i>Calidris mairdii</i> (playero de Baird)	ND
Thinocoridae	
<i>Thinocorus orbignyianus</i> (perdicita cojón)	ND
<i>Thinocorus rumicivorus</i> (perdicita)	ND
Laridae	
Larinae	
<i>Larus serranus</i> (gaviota andina)	R
Passeriformes	
Furnariidae	
<i>Geositta rufipennis</i> (minero cordillerano)	ND
<i>Upucerthia dumetaria</i> (bandurrilla)	ND
Rhinocryptidae	
<i>Pteroptochos megapodius</i> (turca)	ND
<i>Scelorchilus albicollis</i> (tapaculo)	ND
Tyrannidae	
<i>Agriornis montana</i> (mero gaucho)	ND
<i>Muscisaxicola flavinucha</i> (dormilona fraile)	ND
<i>Muscisaxicola alpina</i> (dormilona cenicienta)	ND
<i>Lessonia rufa</i> (colegial)	ND
Hirundinidae	
<i>Tachycineta leucopyga</i> (golondrina chilena)	ND
<i>Hirundo rustica</i> (golondrina bermeja)	ND
Emberizidae	
Emberizinae	

Anexo Tabla 7.8. Continuación

Taxón	Estado de conservación
<i>Sicalis luteola</i> (chirihue)	
<i>Sicalis auriventris</i> (chirihue dorado)	
<i>Zonotrichia capensis</i> (chincol)	ND
Fringillidae	
<i>Phrygilus gayi</i> (cometocino de Gay)	ND
<i>Phrygilus fruticeti</i> (yal)	
<i>Phrygilus unicolor</i> (pájaro plomo)	ND
<i>Carduelis barbatus</i> (jilguero)	

Se indica la categoría de conservación R=Rara, ND: No Definido, según SAG (2001).

Anexo Tabla 7.10. Mastozoofauna del tramo Cerro Elefante-Arroyo Las Tórtolas (Cuenca del Río del Toro, Cordillera de Doña Ana, IV Región de Coquimbo).

Orden	Familia	Especie	Estado de conservación
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andinus</i> (laucha andina)	
		<i>Phyllotis xanthopygus</i> (lauchón orejudo andino)	ND
	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i> (viscacha) ⁽¹⁾	EP
Artiodactila	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i> (guanaco)	EP
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus capensis</i> (liebre)	
Carnivora	Felidae	<i>Felis concolor</i> (puma) ⁽¹⁾	EP
		<i>Felis jacobita</i> (gato andino) ⁽¹⁾	ND
	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i> (zorro colorado)	IC

¹Posible presencia, según registro de distribución y reportes de lugareños. Se indica la categoría de conservación (EX= Extinta, EP= En Peligro, VU= Vulnerable, R= Rara, FP= Fuera de Peligro, IC= Insuficientemente Conocida, ND: No Definido), según SAG (2001).